

ПОЧВОВѢДѢНІЕ.

631
15

Образованіе почвы, ея составъ и свойства. Виды почвъ, ихъ клас-
сификація, бонитировка и картографія.



И. БѢЛЕЦКІЙ,

преподаватель земледѣлія и ботаники въ казанскомъ земледѣльческомъ
училищѣ.

ПЕРЕВЕРКА 1940 г. 10/10

296356



МОСКВА.

Типо-литографія Высочайше утвержд. Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К^о.
Павловская ул., собств. коня.

1896.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Настоящая книга представляет опыт изложенія основъ почвовѣдѣнія или ученія о почвѣ въ ея отношеніяхъ къ растеніямъ; а такъ какъ эти отношенія обуславливаются составомъ и свойствами почвы, то такое ученіе должно заключаться въ разсмотрѣніи не только сущности почвы, какъ природнаго образованія, но также и тѣхъ внѣшнихъ вліяній, которымъ она подвергается и отъ которыхъ измѣняются ея отношенія къ растительности. Поэтому предлагаемое сочиненіе содержитъ: изложеніе происхожденія почвы и ея составныхъ частей, являющихся результатомъ образовательныхъ процессовъ, далѣе механическихъ, физическихъ и химическихъ свойствъ почвы, а также и тѣхъ вліяній, которыя вызываются условіями положенія почвы на мѣстности (энтопическій характеръ почвы). Всѣ эти свойства разсматриваются, какъ по отношенію къ почвѣ вообще, такъ и по отношенію къ отдѣльнымъ почвеннымъ видамъ, поэтому въ книгѣ излагается какъ общее, такъ и частное почвовѣдѣніе.

Въ виду того, что развитіе почвенной науки тѣсно связано съ развитіемъ теории питанія растеній, авторъ счелъ полезнымъ предпослать изложенію почвовѣдѣнія краткое введеніе, содержащее обзоръ тѣхъ моментовъ въ исторіи развитія понятій о зависимости растеній отъ почвы, о сущности послѣдней и способахъ ея изслѣдованія, которые въ большей или меньшей степени оказали вліяніе на основаніе почвовѣдѣнія, какъ науки, его дальнѣйшее развитіе и методы изученія.

Приводимыя въ книгѣ положенія вездѣ сопровождаются цифровыми данными, являющимися результатомъ экспериментальныхъ изслѣдованій, которыя должны быть единственно надежными при рѣшеніи почвенныхъ вопросовъ и различныхъ практическихъ выводовъ, изъ нихъ вытекающихъ. Но такъ какъ при настоящемъ состояніи почвовѣдѣнія накопилось много научнаго матеріала, то

изъ него необходимо было сдѣлать извѣстный критическій выборъ, а потому цифровыя данныя, служащія для обоснованія того или другого положенія, или для выщего его развитія и подкрѣпленія, неизбежно должны быть классифицированы соотвѣтственно ихъ научной доказательности.

На этомъ основаніи въ книгѣ отведено мѣсто не только новѣйшимъ изслѣдованіямъ по разнымъ отдѣламъ почвовѣдѣнія, но и даннымъ прежняго времени, если послѣдніе содѣйствуютъ лучшему выясненію этихъ отдѣловъ. Въ концѣ книгѣ приложена литература по почвовѣдѣнію на русскомъ, нѣмецкомъ и французскомъ языкахъ.

Рѣшаясь издать настоящее сочиненіе, авторъ руководствовался лишь желаніемъ возбудить интересъ къ изученію почвенной науки, которая, безъ всякаго сомнѣнія, должна заслуживать всесторонняго изслѣдованія и широкаго распространенія въ виду того важнаго значенія, которое почвенныя знанія имѣютъ для правильнаго рѣшенія практическихъ вопросовъ культуры растений. Съ этой точки зрѣнія авторъ имѣетъ смѣлость надѣяться, что предлагаемая книга будетъ не бесполезна для всѣхъ интересующихся состояніемъ и развитіемъ агрономическихъ знаній и ихъ приложеніемъ къ практической жизни.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	<i>Стр.</i>
Введение. Сущность и задачи учения о почвѣ. Развитие почвенныхъ знанийъ въ связи съ развитіемъ теории питания растений. Значеніе вспомогательныхъ наукъ въ почвовѣдѣніи; геологическое, химическое и физическое направленія въ учении о почвѣ. Развитие отдѣльныхъ частей почвенной науки. Положеніе почвовѣдѣнія среди другихъ наукъ, его объемъ, содержаніе и методы изученія	1
I. Почва, подпочва, материнская порода и ихъ взаимное отношеніе. Общая свойства почвы. Понятіе о почвѣ, культурная почва; растительный слой, подпочва, переходные слои. Материнская порода и ея связь съ почвенными слоями. Различіе между почвою и подпочвою, значеніе послѣдней. Свойства и глубина почвы. Частицы почвы (остовъ и мелкоземъ). Строеніе почвы. Ближайшій составъ почвенныхъ частицъ	21
II. Образованіе почвы. Участвіе горныхъ породъ въ образованіи почвы, ихъ общія свойства. <u>Вывѣтриваніе</u> . Дѣятели разрушенія горныхъ породъ и минераловъ. Механическіе дѣятели: температура, вода и проч. Химическіе дѣятели вывѣтриванія: дѣйствіе кислорода на горныя породы, дѣйствіе воды, углекислота и ея разлагающее вліяніе. Реакціи вывѣтриванія полевыхъ шпатовъ, основныхъ силикатовъ и слюды. Вывѣтриваніе простыхъ и сложныхъ породъ. Дѣйствіе растений при вывѣтриваніи; участіе микроорганизмовъ въ разрушеніи горныхъ породъ. Значеніе животныхъ организмовъ для образованія почвы. Скорость вывѣтриванія горныхъ породъ. Переносеніе продуктовъ вывѣтриванія—иричитныя и паносыя почвы	33
Образованіе органической части почвы. Процессы разложенія органическихъ остатковъ. Почвенныя микроорганизмы, ихъ свойства и условія жизнедѣтельности. Гниеніе органическихъ остатковъ, образованіе газообразныхъ, жидкихъ и твердыхъ продуктовъ разложенія, значеніе перегноя	51
III. Составныя части почвы. Песокъ, глина, известь, соединенія желѣза, щелочи, фосфаты, карбонаты и проч.	61
Азотистыя вещества почвы. Нитрификація. Изслѣдованія относительно азотнаго фермента. Нитромонады. ² Значеніе микроорганизмовъ для образованія нитратовъ въ почвѣ	65
Почвенная жидкость. Происхожденіе и составъ почвеннаго раствора, его измѣненія и значеніе	72
Почвенный воздухъ. Составъ почвенныхъ газовъ и условія ихъ образованія .	74
IV. Механическій составъ почвы. Значеніе механическаго состава почвы. Сколетъ и мелкоземъ. Механическій анализъ: просѣиваніе и отмучиваніе. От-	

мучивание въ осадочныхъ приборахъ. Отмучивание въ отмывныхъ приборахъ. Условія точности механическаго анализа. Значеніе продуктовъ механическаго анализа для почвы и для растений	77
V. Физическія свойства почвы. Внутреннія физическія свойства: цвѣтъ почвы, форма частицъ и ихъ значеніе. Вѣсъ почвы. Скважность почвы. Объемный отношеніи. Связность почвы. Опредѣленіе и измѣненіе сплзности составныхъ частей почвы. Твердость почвы или прочность строения. Значеніе этого свойства. Прочность разныхъ составныхъ частей почвы	86
Вліяніи физическія свойства почвы: прилипаніе и треніе почвы. Величина прилипанія, коэффициенты тренія у различныхъ почвъ	99
Отношеніе почвы къ водѣ. Капиллярныя явленія въ почвѣ и ихъ особенности, обусловливаемая свойствами почвы	102
Высота поднятія воды или волосность почвы. Способы изслѣдованія и вліяніе различныхъ условий на волосное движеніе воды	106
Скорость поднятія воды въ почвѣ. Условія быстраго и медленнаго движенія воды въ почвѣ	109
Влажность почвы. Опредѣленіе влагоемкости въ искусственомъ и естественномъ состояніи почвы. Величины влагоемкости почвъ	111
Проницаемость почвы для воды. Методы изученія этого свойства. Проницаемость почвы для атмосферныхъ осадковъ; почвы проницаемыя, непроницаемыя и педсывающія. Измѣненія проницаемости и ея значеніе для почвы	118
Испареніе воды изъ почвы. Общія условія испаренія. Испареніе съ поверхности почвы и изъ нижнихъ слоевъ. Вліяніе внутреннихъ и внешнихъ причинъ на величину испаренія воды изъ почвы	123
Значеніе воды въ почвѣ. Источники почвенной влаги: верхопал и грунтопал вода. Дождь, снѣгъ, роса, ихъ распредѣленіе и значеніе для почвы. Грунтопал вода, ея происхожденіе, уровень грунтопал воды и его значеніе. Количество воды въ почвахъ: избытокъ и недостатокъ влаги, средно-влажное состояніе. Minimum влажности	132
Дѣйствіе воды въ почвѣ. Химическія и физическія дѣйствія воды. Изслѣдованіе дрепающихъ водъ. Вліяніе воды на растительность, дѣйствіе сухости почвы	143
Отношеніе почвы къ газамъ. Поглощеніе газовъ почвою въ зависимости отъ различныхъ условий. Поглощеніе аммиака и свободнаго азота. Гигроскопичность почвы: количество поглощаемыхъ водяныхъ паровъ, связь между гигроскопичностью воздуха и почвы (внутренній роса)	149
Пропускаемость почвы для воздуха. Движеніе газовъ въ почвѣ и вліяніе различныхъ условий на провѣтриваніе почвы	157
Отношеніе почвы къ теплотѣ. Значеніе тепла для почвы и для растений. Источники почвенной теплоты. Теплоемкость и нагреваемость почвы	162
Лучеиспусканіе почвы. Теплозадерживательная сила. Степень нагреванія и охлажденія у разныхъ почвъ	170
Теплопроводность почвы. Вліяніе различныхъ условий. Скорость распространенія тепла въ различныхъ почвахъ	173
Температура почвы. Температура на поверхности и на глубинѣ. Вліяніе павслоеній, влажности, разрыхленія и уплотненія, живыхъ и мертвыхъ покрововъ на повышеніе и пониженіе температуры почвы	176

ВВЕДЕНИЕ.



Почва представляетъ смѣсь разрушенныхъ обломковъ различныхъ горныхъ породъ съ продуктами разложения органическихъ остатковъ. Образуетъ поверхностный слой земного шара, она является пристанищемъ весьма значительной части органической жизни, служитъ мѣстомъ взаимодействия различныхъ силъ природы, а потому естественно представляетъ интересный научный объектъ, который уже самъ по себѣ заслуживаетъ всесторонняго изучения и изслѣдованія. Но, съ другой стороны, почва имѣетъ и непосредственное значеніе для человѣка, такъ какъ доставляетъ ему главнѣйшія вещества, которые служатъ для удовлетворенія первыхъ жизненныхъ потребностей (пищи, одежды и пр.). Растенія, развиваясь въ землѣ, образуютъ на счетъ составныхъ частей почвы и воздуха громадный запасъ вещества и силы, а этотъ запасъ, потребляемый животными организмами, обуславливаетъ самое существованіе послѣднихъ. Следовательно почва, прямо и косвенно, участвуетъ въ развитіи всего органическаго міра. Отсюда сама собою вытекаетъ необходимость точнаго познанія почвы, какъ естественнаго тѣла и какъ средства для удовлетворенія насущныхъ потребностей растительныхъ и животныхъ организмовъ.

Изученіе почвы съ тою и другою цѣлью составляетъ задачу прикладной науки, называемой почвовѣдѣніемъ. Почвовѣдѣніе можетъ разсматривать почву или только какъ естественное тѣло, являющееся результатомъ измѣненія первоначальнаго каменнаго матеріала, составляющаго земную оболочку, тѣла, обладающаго многообразными свойствами, независимо отъ органическаго міра; или изученіе почвы можетъ касаться не только ея естественныхъ свойствъ, но и отношенія сихъ послѣднихъ къ растительнымъ организмамъ, иначе говоря, это изученіе состоитъ въ изслѣдованіи всѣхъ тѣхъ явленій, которыми опредѣляется развитіе растений на почвѣ. На этомъ основаніи почвовѣдѣніе давно получило двойное развитіе, обособилось въ два отдѣла ученія о почвѣ, подъ названіемъ *педологии*, или геологическаго изученія почвы, и *агрологии*, или сельскохозяйственнаго почвовѣдѣнія. Но такое раздѣленіе, по существу дѣла, не можетъ носить какого-либо рѣзкаго характера по той причинѣ, что

развитіе растений на почвѣ вызывается всѣми свойствами последней и для сужденія объ отношеніи почвы къ растениямъ необходимо знать ея природныя свойства, а потому педологія, разсматривая почву какъ геологическое образованіе, служить въ то же время своими данными задачамъ агрологіи, и слѣдовательно, объ части или, вѣрнѣе, оба способа изученія почвы дополняютъ другъ друга, педологія относится къ агрологіи, какъ часть къ цѣлому и потому такое дѣленіе науки о почвѣ чисто искусственное.

Нельзя однако не замѣтить, что педологія принесла много цѣнныхъ данныхъ, которыя послужили къ болѣе твердой постановкѣ всей наукѣ о почвѣ, выяснили отношеніе почвы къ подстилающимъ породамъ, послужили къ пониманію генетической связи между различными почвенными образованіями и дали такимъ образомъ богатый матеріалъ для агрологіи. Но этимъ однимъ матеріаломъ задачи сельскохозяйственнаго почвовѣдѣнія еще не могутъ быть удовлетворены, такъ какъ отношеніе почвы къ растениямъ не очерчивается однимъ ея геологическимъ происхожденіемъ, мы должны считаться здѣсь въ значительной степени съ различными внѣшними влияніями, которыя весьма сильно дѣйствуютъ на естественныя свойства почвы; таковы, наприм., климатическія и вообще мѣтныя условія, которымъ неизбежно вездѣ подчиняется почва и произрастающія на ней растения, таковы многія другія влияния, дѣйствующія въ почвѣ (наприм. влияние микроорганизмовъ). А влѣдствіе всего этого задачи почвовѣдѣнія значительно расширяются и усложняются, такъ какъ здѣсь приходится основываться на многихъ и весьма разнообразныхъ данныхъ опытныхъ наукъ, которыми могутъ быть объяснены существенныя черты почвы, какъ физическаго тѣла, притомъ очень сложнаго, и тѣ отношенія, которыя возникаютъ между нею и растениями. Поэтому почвовѣдѣніе представляетъ сложный цѣкъ знанія, опирающіеся на данныя не только геологіи, химіи и физики, но въ его область значительною частью входятъ выводы и данныя ботаники, метеорологіи и климатологіи и развитіе науки о почвѣ въ обширномъ смыслѣ тѣснѣйшимъ образомъ связано съ развитіемъ и приобрѣтеніями всѣхъ указанныхъ отраслей естествознанія, какъ въ этомъ убѣждаетъ исторія развитія агрономіи вообще и науки о почвѣ въ особенности. Достаточно указать на то значеніе, которое имѣютъ для почвовѣдѣнія изслѣдованія почвенныхъ микроорганизмовъ, усѣхъ бактериологическихъ методовъ оказали прямое влияние на многія стороны изученія почвы. На почву теперь нельзя уже смотрѣть только какъ на геологическое образованіе, — она является средою, въ которой возникаетъ и дѣйствуетъ безчисленное множество микроскопическихъ жизней, оказывающихъ разнообразное влияние на многія явленія, совершающіяся въ почвѣ и важныя по тѣмъ послѣдствіямъ, которыя они порождаютъ.

Служа своими данными цѣлямъ культуры растений, почвовѣдѣніе является основаніемъ при изученіи растениеводства или фитотехники вообще, потому что важнѣйшіе факты, добытые въ почвовѣдѣніи, объясняютъ тѣ техническіе

приемы, которыми должно руководиться при культурѣ растений, для того чтобы она была целесообразною, а потому и производительною. Иначе говоря, почвовѣдѣне имѣетъ основное значеніе для пониманія задачъ культуры растений и всѣхъ тѣхъ средствъ, которыми достигается правильное ея рѣшеніе.

Изслѣдованіе тѣхъ отношеній, которыя обнаруживаются между почвою и растеніями, и многообразныя вліянія, которыя эти отношенія имѣютъ для культуры растений, безъ всякаго сомнѣнія можетъ выяснитъ ту тѣсную связь и значеніе, которое имѣетъ наука о почвѣ въ кругу агрономическихъ знаній. Развитіе этихъ знаній, тѣсно связанное съ развитіемъ естественныхъ наукъ, претерпѣвало много измѣненій и переходныхъ стадій, и исторія этого развитія представляетъ много поучительнаго во всѣхъ отношеніяхъ.

Въ началѣ прошлаго столѣтія не имѣли никакого представленія о томъ, что составныя части почвы участвуютъ въ развитіи растеній; правда знали изъ повсѣдневнаго опыта, что механическою обработкой почвы (вспахкою, боронованіемъ и пр.) можно усилитъ производительность ея для растеній. Тогда полагали, что почва служитъ лишь мѣстомъ для укрѣпленія растеній и во всѣхъ случаяхъ имѣетъ одинаковое значеніе. Но такъ какъ различныя почвы производили не одинаковое количество растеній, то было очевидно, что на него имѣетъ вліяніе степень плодородія почвы, которое оцѣнивалось по нѣкоторымъ физическимъ свойствамъ, доступнымъ прямому наблюденію, каковы, наприм., связность, влажность и теплота. Такъ въ 30-хъ годахъ прошлаго столѣтія Амброзій Целгеръ раздѣлялъ почвы, соотвѣтственно человѣческимъ темпераментамъ, на сангвиническія или черныя почвы, холерическія или суглиниковыя, меланхолическія или глинистыя, флегматическія или песчаныя и смѣшанныя изъ всѣхъ этихъ видовъ. Гиршъ, около 1765 года, дѣлилъ почвы также на черныя или сѣрыя, суглиниковыя (желтыя и красныя), песчаныя, каменистыя и т. п. Такія возрѣнія были результатомъ общаго состоянія знаній того времени, въ особенности же химіи. Почвовѣдѣне могло получить начало лишь въ соотвѣтствіи съ развитіемъ ея существенной вспомогательной части химіи, а также геологій и другихъ естественныхъ наукъ, и болѣе или менѣе научныя свѣдѣнія о почвѣ могли приобрѣсти значеніе лишь тогда, когда явилось сознаніе, что для развитія и питанія растеній не только полезны, но и неизбѣжны опредѣленные вещества. А въ этомъ отношеніи ученіе о питаніи растеній не только въ прошломъ, но и до половины настоящаго столѣтія давало самыя отрывочныя и сбивчивыя указанія, часто граничившія съ курьезами.

Въ началѣ 16-го столѣтія господствовала такъ-называемая *соляная теорія*, введенная Паллесси, по которой для питанія растеній считались пригодными только соли и этотъ взглядъ оставался господствующимъ до конца 17 вѣка. Знаменитый англійскій естествоиспытатель и мыслитель Бэконъ Веруламскій рекомендовалъ для этого золу и поваренную соль. Селитра счита-

лась душой раскисляемости. Для увеличения плодородия почвы замѣчательнымъ средствомъ служили *salia nitrosa et alcalica*. Въ концѣ 17 столѣтія Ванъ-Гельмонтъ (1668) основалъ *водную теорію*, по которой вода была единственною и всестороннею пищею для растений, полагали, что вода превращается въ землистыя вещества при ростѣ вѣтвей ивы.

Въ началѣ 18 вѣка Іетро Туэль, основатель конной мотыжной обработки въ Англии, предложилъ *земляную теорію*. Онъ считалъ, что растения, воздѣлываемыя рядами и пропахиваемыя во время роста, развиваются особенно хорошо, причина чего заключается въ мельчайшемъ раздробленіи частицъ земли, которыя въ этомъ тонко измельченномъ состояніи могутъ служить пищею растениямъ. Позже возникла *масляная теорія*. А. Цейгеръ, еще въ 1733 году, повѣствовалъ о томъ, какъ селитру надо превращать для усиленія плодородія почвы въ *oleum vegetabile*. Этотъ взглядъ скоро смѣнился *огневою теоріею* (проф. Номе въ Единбургѣ 1755 г.) и наконецъ *дыхательною теоріею*. Мюнхгаузенъ (1769 г.) полагалъ, что въ удобренияхъ должны быть: масло, огонь, соль и земляныя частицы.

Дальнѣйшее развитіе представленій о питаніи растений начинаетъ получать болѣе или менѣе научное содержаніе. Именно около 1761 г. шведскій землевладелецъ Валлеріусъ опубликовалъ первую земледѣльческую химию, въ которой многозначительными словами высказалъ, что «растение должно быть органическимъ существомъ, зависящимъ отъ тепла и влажности и обладающимъ способностью извлекать изъ мѣста своего обитанія пищу. Только посредствомъ химическаго изслѣдованія растения можно опредѣлить пригодную для него пищу; она должна быть органическою и неорганическою и заключается въ воздушныхъ, минеральныхъ, животныхъ и смѣшанныхъ веществахъ». Весьма важнымъ для рѣшенія этихъ вопросовъ было скоро послѣдовавшее затѣмъ открытіе на листьяхъ растений устьицъ и выдѣленія ими газовъ (Бонне 1771 г.). Въ периодъ времени отъ 1780 до 1810 гг. слѣдовалъ рядъ весьма важныхъ открытій и изслѣдованій различныхъ ученыхъ, которые значительно подвинули учене о способахъ питанія растений. Таковыми были: Нингенусъ, Сенебье, Соссюръ, Лавуазье, которые объяснили многія химическія явленія относительно сохраненія и превращенія веществъ въ природѣ.

Хотя въ неходѣ 18 вѣка еще не было установлено прочной теоріи питанія растений, но къ этому уже былъ проложенъ вѣрный путь и заложенъ фундаментъ для будущаго научнаго зданія. Въ то же время стремились утилизировать добытыя опытные данныя для практическихъ цѣлей. Между такими лицами выдается Альбрехтъ Тэеръ (1779—1809), всесторонне образованный для своего времени дѣятель, который стремился, на основаніи своихъ практическихъ наблюденій, химическихъ изслѣдованій почвъ, удобрительныхъ веществъ и т. п., создать теорію питанія растений и развить ее въ качествѣ руководящаго принципа сельскаго хозяйства. Основанная имъ *гумусовая теорія* питанія состояла въ томъ, что растения должны жить на счетъ ве-

щество, происходящихъ отъ разложенія органическихъ остатковъ, или гумуса. Земля служить лишь мѣстомъ обитанія и средствомъ для принятія растительной пищи. Известное благоприятное дѣйствіе на растения извести и мергеля Тэеръ объявлялъ тѣмъ, что эти вещества играютъ для нихъ ту же роль, что и соли въ пищѣ людей, т.-е. производятъ возбуждающее дѣйствіе. Онъ вѣрилъ, что такіа вещества попадаютъ въ организмы совершенно случайно и составляютъ продукты жизненныхъ процессовъ растений. Такое мнѣніе не было для того времени необыкновеннымъ, ибо когда въ 1800 году Берлинская академія предложила для рѣшенія этого премію, то на вопросъ: «какого рода должны быть вещества, которыя образуются въ золахъ растений посредствомъ химическаго разложенія и поступають ли они въ растения, или составляютъ продукты жизненнаго процесса?» — Шрадеръ, на основаніи своихъ экспериментовъ, отвѣтилъ, что эти вещества являются результатомъ жизненныхъ процессовъ. Въ 1804 г. Соссюръ, напротивъ, высказалъ мысль, что зольныя составныя части, въ особенности фосфорная кислота, кали и известь играютъ въ процессѣ питанія растений важную роль. Гумфри Деви (1814 г.) въ своихъ «элементахъ агрономической химіи» считалъ также неправильнымъ взглядъ, что гипсъ, щелочи и многія солеобразныя вещества дѣйствуютъ въ растенияхъ точно также, какъ приносни, или возбуждающія средства для животныхъ, но въ то время казалось совершенно невѣроятнымъ признавать ихъ за дѣйствительную составную часть растительной пищи, принимать для растений такіа же части, которыя въ животномъ тѣлѣ аналогичны костному веществу. Хлубекъ еще въ 1841 г. въ своемъ премпрованномъ сочиненіи: «О питаніи растений и статикѣ земледѣлія» — стремился поколебать взгляды, выраженные Либихомъ въ 1 изданіи его «Химіи въ приложеніи къ земледѣлію и физиологии и естественныя законы плодородства» (1840 г.), считая гипотетичными и даже невѣжественными приводимыя въ этомъ сочиненіи положенія и предохраняая отрасли промышленности отъ ложныхъ пророковъ. Но эти взгляды и предостереженія теперь не производили уже настоящаго эффекта и теряли значеніе, такъ какъ учене о питаніи растений приобрѣтало все болѣе и болѣе надежныхъ точекъ опоры. Уже около того времени (въ концѣ 1830-хъ годовъ) Шпренгель и Буссенго, не отвергая прямо гумусовой теоріи, были склонны искать центръ тяжести дѣйствія удобреній въ содержаніи азота и въ этомъ отношеніи слѣдовали основателямъ, появившейся немного спустя, *азотистой теоріи* (Э. Вольфъ, Штекгардтъ, Мульдеръ и др.). Оба изслѣдователя существенно восполнили произведенныя раньше работы, а Шпренгель, уже въ 1837 г., въ своемъ «почвовѣдѣніи», привелъ взгляды, которые еще и до сихъ поръ заслуживаютъ вниманія и которые, по мнѣнію А. Майера, въ существенныхъ чертахъ разясняютъ вопросъ о значеніи зольныхъ веществъ, согласно изложенному въ первомъ изданіи сочиненія Либиха (1840 г.). Шпренгель именно устанавливаетъ, что питательныя вещества растений должны быть частью органическими, частью

неорганическими: они происходят изъ воздуха и почвы. Изъ воздуха получается только углеродъ, изъ почвы же достунъ его несущественъ. Источниками азота, по Ширенгелю, должны быть гумусъ, навозъ и аммиакъ; зольныя составныя части также необходимы для построения растенія, они находятся въ почвѣ и переходятъ въ растворимой формѣ въ растенія. Еще определеннѣе выразился Ширенгель въ 1839 г. въ своемъ «Ученнѣ обь удобренияхъ». Онъ называетъ уже желѣзо, марганецъ, магнезю, кали, натръ, хлоръ, фосфорную и сѣрную кислоты, вѣдствие ихъ постоянного нахождения въ золь высшихъ растенія, необходимыми составными частями плодородной почвы на-ряду съ глиною, известью и гумусомъ. Но онъ признаетъ также, что удобряющее дѣйствіе различныхъ веществъ надо объяснять тѣмъ, что они способствуютъ прирѣтню растеніями гуминовыхъ соединеній.

Въ 1840 году Либихъ въ указанномъ сочиненнѣ стремился привести хаотически накопленный матеріалъ въ нѣкоторую систему и установить болѣе или менѣе определенныя научныя положенія съ цѣлью провести основанія для своей минеральной теоріи. Въ этомъ же году Гёттинггенскій университетъ предложилъ на конкурсѣ вопросъ о питаннѣ растенія: находятся ли неорганическіе элементы въ растеніяхъ тогда, когда они имъ не предлагаются, и надо ли считать такіе элементы настолько существенными частями растительныхъ организмовъ, что безъ нихъ эти послѣдніе не могутъ вполне развиваться? Премія была присуждена въ 1841 году Вигману и Польсторфу, которые отвѣтили на вопросъ экспериментальнымъ путемъ и доказали, что развитіе растенія очень затрудняется и совершенно прекращается, если въ почвѣ не будетъ находиться извѣстнаго количества неорганическихъ веществъ въ растворимомъ состояннѣ. Они сѣяли сѣмена въ почву, тщательно очищенную отъ всякихъ примѣсей, наприм. въ карцевыи песокъ, мелко изрѣзанную платиновую проволоку и пр., и показали, что развитыя растенія содержали золы не болѣе того, сколько ея было въ посѣянныхъ сѣменахъ. За изслѣдованнми Вигмана и Польсторфа начались опыты въ искусственныхъ питательныхъ средахъ, при чемъ одни (Саксъ, Клонъ, Ноббе, Штоманъ, Гепденъ и др.) примѣняли водную культуру, другіе (Сальмъ-Горетмаръ, Гельригель) пользовались съ тою же цѣлью различными индифферентными матеріалами, составляя изъ нихъ искусственныя почвы, для того чтобы приблизиться къ обыкновеннымъ условнмъ развитія растенія. Всѣ эти опыты были направлены къ тому, чтобы выработать точный методъ для рѣшенія вопроса о значеннѣ находимыхъ въ золь растенія элементовъ для образования органическаго вещества. Буссенго, уже въ 1839 году, опытами надъ растеніями стремился поставить определенно вопросъ обь источникахъ азота; эти опыты онъ повторилъ въ 1851 и въ 1853 гг. Онъ показалъ, что растенія могутъ удовлетворять свою потребность въ азотѣ только въ связанной формѣ послѣдннго (въ видѣ амміака и азотной кислоты) и не способны ассимилировать атмосферный азотъ. Жоржъ

Вилья, производивши подобные же опыты въ 1849, 1850, 1851 и 1852 годахъ, пришелъ къ противоположнымъ результатамъ, но Буссенго, вновь производивши опыты въ 1854 году, обнаружилъ ошибки Вилья тѣми данными, которыя даѣе получили многостороннее объясненіе, согласное съ положеніями Буссенго, со стороны англійскихъ изслѣдователей Лооза, Гильберта и Пера (1858 г.).

Всѣми вышеозначенными изслѣдованіями были неопровержимо установлены слѣдующія основныя положенія ученія о питаніи растений: растения состоятъ изъ стораемыхъ и нестораемыхъ веществъ; первыя, называемыя также органическими, суть углеродъ, водородъ, кислородъ и азотъ, а между послѣдними, называемыми минеральными веществами, находятся: фосфоръ, сѣра, калий, магній, кальцій и желѣзо; относительно другихъ веществъ, наприм. хлора, натрія и кремнезема, находящихся постоянно въ золахъ растений, было рѣшено, что они не представляютъ существенныхъ питательныхъ веществъ для растений, хотя наблюдалась необходимость хлора при образovanii сѣмянъ гречихи. Одновременно съ этими изслѣдованіями развилось учене о поглощительной способности почвъ, замѣченной Броннеромъ въ 1837 и разрабатывавшееся Гекстелемъ и Томсономъ, Уэ и Либихомъ въ 1840-хъ и 1850-хъ годахъ. Основанный Либихомъ законъ минимума и возврата веществъ имѣлъ преобладающее значеніе для практическихъ приемовъ земледѣлія. Съ появленіемъ въ 1840 году сочиненія Либиха возникла *минеральная теорія*, которая была имъ формулирована еще разъ въ рѣчи, произнесенной 28 ноября 1861 года въ Мюнхенской академіи наукъ. Эта теорія, указывавшая, что только одни минеральныя составныя части почвъ и удобреній имѣютъ значеніе при разведеніи растений, породила распространеніе въ практикѣ земледѣлія минеральныхъ удобреній.

Но въ то время, пока развивались и распространялись различныя теоріи въ примѣненіи къ питанію растений и ихъ культурѣ, дѣлали быстрые шаги въ развитіи также другія отрасли знаній, именно минералогія, петрографія, геогнозія, совмѣстно съ химією, которая стала все болѣе проникать въ эти науки вмѣсто господствовавшихъ въ нихъ физическихъ воззрѣній; геологическая и химическая дисциплины въ дальнѣйшемъ ихъ развитіи все болѣе и болѣе проникали въ учене о сельскомъ хозяйствѣ и основы почвовѣдѣнія. Прежде чѣмъ геогнозія не приняла въ себя химическихъ положеній, она давала для познанія почвы мало прочныхъ данныхъ, а потому могла получить преобладающее значеніе въ почвовѣдѣніи лишь въ будущемъ.

Тѣерь въ началѣ этого столѣтія приводилъ въ своемъ сочиненіи лишь общія указанія на значеніе геологии въ будущемъ, тѣмъ болѣе, что, будучи основателемъ гумусовой теоріи, онъ придавалъ минеральной части почвъ лишь очень подчиненное значеніе. Тридцать лѣтъ спустя Шпренгель первый обратилъ вниманіе на то, что минералогія и частью геогнозія должны служить основами научнаго почвовѣдѣнія, хотя изъ этихъ наукъ онъ

бралъ только учене о породахъ. Въ сельскохозяйственныхъ учебникахъ того времени и даже позднѣйшаго, встрѣчалось очень мало указани на происхожденіе почвъ; онѣ раздѣлялись на основани физическихъ признаковъ и характеризовались какъ типы съ многочисленными промежуточными подраздѣленіями, часто пользовались даже чисто-экономическою группировкою, наприм. раздѣляли на пшеничныя, ржаныя, клеверныя и не клеверныя почвы и т. п. Шюблеръ въ своемъ курсѣ агрономической химіи («Grundsätze der Agriculturchemie», 1838) приводитъ учене о почвѣ преимущественно съ физической стороны, причемъ описаніе физическихъ свойствъ сдѣлано на основани многочисленныхъ изслѣдованій автора, имѣющихъ, кстати замѣтить, научную цѣнность и до настоящаго времени.

Въ 1844 году вышло сочинене Ширингели (Bodenkunde), которое представляетъ трудъ, хотя во многомъ удовлетворяющій задачамъ научнаго почвовѣдѣнія, но изложенный весьма односторонне и сообразно воззрѣніямъ прежняго времени. Въ 1857 году появилось почвовѣдѣніе Троммера (С. Trommer: «Lehrbuch der Bodenkunde»). Эта громадная книга (577 стр.) по средствамъ того времени явилась первымъ опытомъ изложенія науки о почвѣ во всей ея полнотѣ. Троммеръ въ обширной степени пользуется данными химіи, физики, геологій и даже ботаники для критическаго изслѣдованія учения о почвѣ и ея химическихъ и физическихъ свойствахъ. Но въ этомъ сочиненіи почва разсматривается, какъ часть земной коры, преимущественно съ химической точки зрѣнія, причемъ приводимыя воззрѣнія въ нѣкоторыхъ частяхъ отражаютъ новыя данныя, существенная же часть предмета описана въ духѣ старыхъ учени.

Болѣе обстоятельное изложене учения о почвѣ, именно съ химической стороны, мы находимъ въ сочиненіи голландскаго ученаго Мульдера, подъ названіемъ: «De Scheikunde der Bouwbare Aarde» въ 4 томахъ, появившееся въ 1862 году въ нѣмецкомъ переводѣ д-ра Гримма: «Die Chemie der Ackerkrume», которое представляетъ въ обширномъ смыслѣ собственно курсъ агрономической химіи, но въ I томѣ содержитъ очень обстоятельныя данныя о происхожденіи и составныхъ частяхъ почвы и по точности изложенія предмета, содержащю самостоятельныхъ изслѣдованій автора, особенно объ органическихъ веществахъ почвы, во многомъ не утратило своего значенія и до настоящаго времени.

Дальнѣйшее развитіе научнаго почвовѣдѣнія, но почти исключительно на геологическихъ данныхъ, было сдѣлано работами Ф. Фаллу. Еще въ 1857 году въ своемъ сочиненіи: «Anfangsgründe der Bodenkunde», составляющемъ какъ бы введеніе къ его педологій («Pedologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde» F. A. Fallou 1862), онъ даетъ очень длинное и утомительное по изложенію описаніе происхожденія, сущности и залеганія почвы и приводитъ классификацію почвенныхъ типовъ исключительно на основаніи ихъ геологическаго происхожденія. Во введеніи Фаллу долго останавливается на

различии между содержанием педологии и агрологии, но самъ предназначаетъ свою книгу для сельскихъ хозяевъ, не касаясь почти совсѣмъ разсмотрѣнія тѣхъ отношеній, которыя возникаютъ между почвою и растениями. Въ 1868 году вышло третье сочиненіе Фаллу о почвахъ саксонскаго королевства («Grund und Boden des Königreichs Sachsen und seiner Umgebung in sammtlichen Nachbarstaaten» u. s. f. Dresden, 1868). Педология Фаллу въ геологическомъ смыслѣ составляетъ единственный трудъ, такъ какъ даетъ очень полную картину почвенныхъ образованій Германіи, въ которой авторъ произвелъ предварительно много геологическихъ изысканій, и въ этомъ отношеніи его книга если не обнимаетъ ученія о почвѣ во всей совокупности, то по научности изложения и детальной разработкѣ почвенныхъ наслоеній имѣетъ поучительное значеніе въ развитіи почвовѣдѣнія вообще. Изъ другихъ трудовъ, которые стремились дать опредѣленную научную постановку нашего предмета, необходимо указать на сочиненіе Гребе: («Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimalehre in ihrer Anwendung auf Forstwirthschaft». Wien. 1-е Auflage 1852, 2-е Aufl. 1858, 3-е Aufl. 1865). Онъ приводитъ въ началѣ много геологическихъ гипотезъ и данныхъ изъ петрографіи и стратиграфіи, разсматриваетъ отношеніе горныхъ породъ къ образованію почвы съ especialнымъ указаніемъ примѣнительно къ дроворазведенію. Описанію почвы въ химическомъ и физическомъ отношеніяхъ и техническая оценка почвы хотя и страдаютъ многими недостатками, но свидѣтельствуютъ объ удачномъ пользованіи автора научными данными для практическихъ цѣлей. Сочиненіе В. Котта, касающееся почвы Германіи («Deutschlands Boden, sein geologischer Bau und dessen Einwirkung auf das Leben der Menschen». 2 Bände 1858), представляетъ собою обширный трактатъ о зависимости человеческой жизни (физической и духовной) отъ геогностическихъ свойствъ почвы. Впрочемъ Котта описываетъ химическую и физическую природу горныхъ породъ, строеніе слоевъ, форму поверхности (рельефъ), земледѣліе, скотоводство, лѣсное хозяйство, горновѣдѣніе и даже санитарныя отношенія. Въ первомъ томѣ приведено подробное геологическое и орографическое описаніе Германіи, [вторая же часть объясняетъ вліяніе почвенной культуры на условія жизни людей. Сочиненіе Котта во всякомъ случаѣ богато свѣдѣніями, имѣющими значеніе въ смыслѣ сельскохозяйственнаго почвовѣдѣнія. Генеръ въ своемъ учебникѣ лѣсного почвовѣдѣнія и климатологии (Meyer: «Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie». Erlangen 1856) также, подобно Гребе, стремился дать большее развитіе учено о горныхъ породахъ и формаціяхъ примѣнительно къ почвѣ.

Къ геологическимъ работамъ, имѣвшимъ значительное вліяніе на развитіе почвовѣдѣнія, надо отнести, появившіяся въ шестидесятыхъ годахъ, сочиненія Беннингсена-Фёрдера, Жирара, Зенфта и др. Трудъ перваго изъ нихъ (Benningesen-Förder: «Das nordeuropatische und besonders das vaterländische Schwemmland in tabellarischer Ordnung seiner Schichten». Berlin 1863) имѣ-

еть частное значение въ смыслѣ описанія, главнымъ образомъ, наносныхъ образований Германіи, свойства которыхъ представлены въ видѣ таблицъ. Описание это служитъ опытомъ изслѣдованія почвенныхъ слоевъ для картографическихъ пріемовъ, развитыхъ Беннингеномъ въ позднѣйшихъ его работахъ. Оно именно очень цѣнно въ послѣднемъ отношеніи, ибо даетъ подробную характеристику образования и распространенія сѣверо-германскихъ наносовъ—суглинка, песка и мергелистыхъ почвъ, съ описаніемъ ихъ свойствъ и отношенія другъ къ другу. Жираръ въ своихъ «Основахъ почвовѣдѣнія» (H. Girard: «Grundlagen der Bodenkunde für Land- und Forstwirthe». Halle 1868) излагаетъ подробно геологическія основы ученія о почвѣ, начиная съ разсмотрѣнія химическихъ и физическихъ свойствъ важнѣйшихъ минераловъ и горныхъ породъ, ихъ залеганія, процессовъ выветриванія и образованія почвы. При этомъ приводится классификація почвъ, соответственно ихъ геологическимъ свойствамъ. Такимъ же геологическимъ направлениемъ отличаются труды Зенфта и Фосслера. Зенфтъ касается преимущественно зависимости между почвами и горными породами и его работы были направлены на развитие минералогическихъ свѣдѣній въ примѣненіи къ условіямъ образованія и значенія почвы, какъ мѣста развитія растительности, причемъ онъ стремится вездѣ указать на зависимость последней отъ почвы, даже раздѣляетъ почвы по растениямъ и въ этомъ отношеніи является продолжателемъ начавшихся еще до него гео-ботаническихъ работъ (Тюрмана, Унгера, Ратцебурга, Зенднера, Шингленна и др.)

Въ своемъ сочиненіи «Steinschutt und Erdboden» онъ указываетъ на важность геологии для пониманія сущности почвы, говоря, что химія, минералогія и петрографія имѣютъ существенное значеніе для сельскохозяйственнаго и лѣсного почвовѣдѣнія, ибо ходъ процессовъ выветриванія и свойства, протѣкающей при этомъ, почвы обуславливаются минералогическими и петрографическими особенностями материала, служащаго для образованія почвы. Въ позднѣйшемъ своемъ сочиненіи («Lehrbuch der Mineralien- und Felsarten-Kunde. Jena 1869») Зенфтъ даетъ систематическій учебникъ минералогіи и геологіи, который имѣетъ элементарное значеніе для развитія ученія о почвѣ. Подобнымъ же характеромъ отличается еще весьма цѣнное сочиненіе проф. Фосслера въ Гогенгеймѣ, составляющее изложеніе его рѣчи, произнесенной во время празднованія 50-лѣтняго юбилея Гогенгеймской академіи (O. Vossler: «Die Begründung der landwirthschaftlichen Bodenkunde durch die heutige Geognosie». 1869). Въ немъ Фосслеръ исторически развиваетъ мысль, что геогнозія должна быть важнѣйшимъ и значительнымъ основаниемъ сельскохозяйственнаго почвовѣдѣнія.

Но кромѣ всѣхъ этихъ работъ, имѣвшихъ цѣлью обособить научное почвовѣдѣніе на началахъ геогнозіи и, безъ сомнѣнія, не мало важныхъ по своему значенію, уже давно было стремленіе внести въ ученіе о почвѣ физическія данныя, которымъ въ нѣкоторыхъ трудахъ (Шюблера, Ширенгеля

и др.) отводилось преобладающее место. Исходя из того, что многие сельскохозяйственные явления могут быть объяснены научно физическими законами, стали все более вводить и в учение о почве физические методы исследования. Работами Шюблера было добыто очень много физического материала по изучению почвы, сь него собственно и началась такъ-называемая агрокультурфизика. Шумахеръ, давно занимавшійся вопросами о явленияхъ движенія жидкихъ веществъ между почвою и растениями, принялся энергично за развитие идеи о примѣненіи физики къ агрономіи. Въ своемъ сочиненіи «Физика въ ея приложеніи къ земледѣлю и растительной физиологіи» онъ очень тщательно разработалъ физическій методъ; въ первомъ томѣ этого сочиненія («Die Physik des Bodens in ihren theoretischen und practischen Beziehungen zur Landwirthschaft». 1864) Шумахеръ разсматриваетъ сначала физическія свойства матеріи и ея силы, а затѣмъ, послѣ краткаго описанія прохожденія растенія и образованія растительнаго слоя, переходитъ къ подробному изложенію физическихъ свойствъ почвы и ея составныхъ частей.

Чтобы закончить разсмотрѣніе трудовъ, имѣвшихъ значеніе для развитія почвенныхъ знаній, необходимо упомянуть о тѣхъ изъ нихъ, которые были направлены къ изученію методовъ нагляднаго изображенія и изслѣдованія свойствъ почвы для практическихъ цѣлей. Мы имѣемъ въ виду почвенную картографію и техническую оцѣнку почвъ для цѣлей классификаціи. Еще Котта замѣтилъ въ своей геологіи (B. von Cotta: «Geologie der Gegenwart». 3 Aufl. 1872), что на познаніе почвы имѣло громадное вліяніе составленіе геологическихъ картъ, начало которыхъ относится, повидимому, еще къ прошлому столѣтію. Англичанинъ Паке въ 1723 году, кажется, впервые сдѣлалъ опытъ изображенія на картѣ распространенія горныхъ породъ Кента. Шарпантье въ 1778 году примѣнилъ обозначеніе красками распространеніе горныхъ породъ въ Саксоніи; первая большая карта была издана въ 1844 году Френбергскою академіею и впоследствии не разъ составлялись изображенія геологическаго строенія Европы, С. Америки и пр. Собственно почвенныя карты, которыя давали бы болѣе или менѣе наглядное изображеніе различныхъ почвъ, составляютъ принадлежность позднѣйшаго времени, благодаря разработкѣ вопроса о почвенной картографіи I. Доренцомъ, который почти первый своими изслѣдованіями показалъ, какими принципами необходимо руководствоваться при нанесеніи почвъ на бумагу. Проф. Ортъ (въ Берлинѣ) значительно подлиннулъ дѣлю картографіи цѣлымъ рядомъ тщательныхъ изслѣдованій надъ почвами и составленіемъ профильныхъ картъ, дающихъ болѣе или менѣе полную картину отношеній между различными почвенными слоями. Ортъ же указалъ новый методъ для руководства при оцѣнкѣ и изображеніи почвенныхъ образованій. Вообще, онъ стремится поставить дѣлю изслѣдованія (бонитировки) почвъ съ картографическими цѣлями на вполне точныя основанія и тѣмъ способствовать распространенію и утвержденію правильныхъ понятій о значеніи почвовѣдѣнія и необходи-

мости картографических работ, указывавшейся также Беннингеном и друг.

Хотя почвенная картография еще далеко не может считаться окончательно разработанной, тем не менее труды в этом направлении оказали большое влияние на приемы технической оценки (бонитировки) и классификации почв, так как в них заключались весьма существенные данные для группировки и оценки почв. Им воспользовался в широких размерах Бирибаумъ, опубликовавший в 1869 году, в издаваемых имъ анналахъ «Geogika», сводъ свѣдѣній относительно основаній почвенной оценки («Ueber die Grundlagen der Boden-Taxation»). Здесь, в виду громадных затрудненій, которыя возникаютъ при составленіи классификаціи почв, Бирибаумъ представилъ очень подробно все важнѣйшіе моменты оценки, указанныя работами Орта. Хотя многія стороны таксаціоннаго метода, предлагаемаго Бирибаумомъ, по его сложности, имѣютъ неудобства, темъ не менее работами его и другихъ таксаторовъ была поставлена на очередь вопросъ о практическомъ направленіи въ почвовѣдѣніи, поднятыи еще Тэеромъ.

Изъ вышесказаннаго видно, что въ развитіи почвовѣдѣнія преобладали главнымъ образомъ два направленія: геогностическое и физическое, но разработка того и другого могла начаться болѣе или менѣе сознательно лишь тогда, когда были установлены опредѣленные воззрѣнія на сущность питания растений, для которыхъ почва является мѣстомъ укорененія и дальнѣйшаго развитія, короче говоря почва въ значительной степени служить выраженьемъ большей части процессовъ растительной жизни. Геогнозія, во всей ея совокупности, имѣла несомнѣнно существенное значеніе для обоснованія научнаго почвовѣдѣнія, но сущность почвы и явленія, въ ней происходящія, особенно при соприкосновеніи съ растениями могутъ быть объясняемы и изучаемы только съ помощью физическихъ и химическихъ законовъ, а потому, какъ замѣтилъ еще Бишофъ, почвовѣдѣніе, подобно всякъ отраслямъ естествознанія, можетъ развиваться не только посредствомъ геологіи, но и при значительномъ участіи химіи, которая объясняетъ способы и условія образованія и превращенія вещества.

Трудами Бишофа, Фаллу, Жирара, Дитриха, Вольфа, Даморе, Орта и др. разработанъ геологическій матеріалъ, служащій для образованія почвы, выделено значеніе и ходъ процессовъ выветриванія и формированія почвенныхъ слоевъ. Въ особенности важное влияние на ходъ почвенныхъ знаній въ этомъ направленіи имѣло примѣненіе Бунзеномъ и Бишофомъ физико-химическаго экспериментальнаго метода. Съ появленіемъ капитальнаго труда Бишофа (G. Bischof: «Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie», 2 Aufl. 1863. 4 Bände) ученіе о горныхъ породахъ и геогнозія пришли болѣе опредѣленные положенія и освободились отъ преобладавшихъ раньше гипотетическихъ выводовъ. Съ него собственно геологія могла дать основанія для разъясненія вопроса о происхожденіи почв. Очень важными въ

этомъ вопросѣ были также данныя мюнхенскаго геолога Гюмбеля, изложенныя въ его статьѣ: «*Bodenkunde und Geognosie*» (1875); онъ существенно освѣтилъ участіе геологическихъ свѣдѣній въ современныхъ понятіяхъ о почвѣ.

Изслѣдованіе строенія и состава почвы получило опредѣленное направленіе съ примѣненіемъ для этой цѣли механическаго анализа, т.-е. способъ разложенія массы почвы на отдѣльныя частицы различнои величины и формы. Развитіе способъ механическаго анализа началось еще съ Тэера, который придавалъ большое значеніе опредѣленію глины и песку въ почвѣ. Гумфри Деви въ своихъ «элементарѣхъ агрономической химіи» обратилъ особое вниманіе на механическій анализъ почвы и уже различаетъ при просѣиваніи ея камни, хриецъ, крупныя растительныя остатки и мелкія частицы. Шюблеръ значительно усовершенствовалъ способъ Деви и воспользовался шире просѣиваніемъ почвы и отмучиваніемъ въ водѣ. Наиболее тщательной обработкѣ методы механическаго изслѣдованія были подвергнуты Ф. Шульце, который впервые установилъ опредѣленныя группы почвенныхъ частицъ и усовершенствовалъ способы ихъ опредѣленія. Развитіе послѣднихъ особенно подвинулось впередъ съ построеніемъ болѣе точныхъ приборовъ для механическаго анализа, что составляетъ принадлежность повѣйшаго времени (изслѣдованія Кнопа, Вольфа, Шене, Майера, Гильгарда и др.).

Далѣе весьма важнымъ для развитія почвенныхъ знаній является изученіе физическихъ свойствъ почвы, которымъ прежде или совсѣмъ не придавали значенія, или отводили мало мѣста, что станетъ понятнымъ изъ того, что примѣнявшіеся приемы изслѣдованія были весьма несовершенны, экспериментальныхъ данныхъ для сужденія о физическихъ явленіяхъ въ почвѣ было очень мало. Болѣе правильнѣйшій взглядъ на этотъ родъ явленій былъ установленъ Шюблеромъ, который впервые обратилъ вниманіе на ихъ важность для почвы и примѣнилъ прямые способы изслѣдованія. Шюблеромъ было добыто много данныхъ по внутреннимъ и внѣшнимъ свойствамъ почвы, которыя во многомъ имѣютъ свое значеніе и по сіе время. Усовершенствованіемъ экспериментальныхъ приѣмовъ изслѣдованія наука наша обязана трудамъ Э. Вольфа, А. Майера, Ф. Габерландта, Кнопа и др., но въ особенности значительные успѣхи изслѣдованіе физическихъ свойствъ почвы сдѣлало въ послѣднее время, благодаря въ высшей степени плодотворнымъ и многостороннимъ работамъ Мюнхенскаго профессора Э. Вольфа, который, можно сказать, заново переработалъ все прежнія методы физическихъ изслѣдованій почвы и поставилъ ихъ на совершенно точный научный путь. Въ издаваемыхъ имъ периодическихъ обзорѣняхъ подъ заглавіемъ: «*Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik*» (съ 1878 года), профессоръ Э. Вольфъ, какъ своими личными трудами, такъ и работами многочисленныхъ своихъ учениковъ и ученыхъ, собралъ богатый матеріалъ, тщательно и разносторонне разработанный не только въ отношеніи къ физическимъ

свойствамъ почвы, но также къ физиологии растений и метеорологии въ ихъ приложенияхъ къ сельскому хозяйству.

Wollny-Forschungen являются существеннымъ въ сельско-хозяйственной литературѣ *compendium*омъ всѣхъ работъ, имѣвшихъ извѣсно выясненіе вопросовъ, касающихся почвы и ея отношеній къ растениямъ.

Изученіе химическихъ свойствъ почвы находилось и находится въ тѣсной связи съ успѣхами общей и прикладной химіи, а потому очевидно и развитіе химическихъ методовъ изслѣдованія и изученія почвы могло получить значеніе лишь тогда, когда аналитическія изслѣдованія вообще получили болѣе или менѣе правильное направленіе и точность въ результатахъ. Важность химическаго изученія почвы сознавалась давно, но пока теорія питанія растений представляла результатъ умозрительныхъ выводовъ и даже фантастическихъ представлений, нельзя было и ожидать какихъ-либо опредѣленныхъ данныхъ относительно химическихъ свойствъ почвы.

Уже въ прошломъ столѣтіи нѣкоторые агрокультурхимики, какъ, наприм. Кирванъ, Валлеріусъ и др. обращали вниманіе на то полезное значеніе, которое должно имѣть химическое изслѣдованіе почвы, но Деви первый пробнѣвалъ химическій методъ и далъ руководство въ этомъ отношеніи, хотя, разумѣется, результаты его работъ съ современной точки зрѣнія имѣютъ мало значенія. Каде-де-Гассикуръ (Cadet de Gassicourt) пользовался особымъ приемомъ изслѣдованія состава почвы, который нашелъ отголосокъ даже въ работахъ позднѣйшаго времени. Этотъ изслѣдователь опредѣлялъ влагоемкость испытуемыхъ почвъ и сравнивалъ полученныя данныя съ таблицами, въ которыхъ была обозначена влагоемкость различныхъ почвъ извѣстнаго состава, т.-е. было извѣстно содержаніе въ нихъ глины, песку, гумуса и извести. Изъ такого сравненія прямо опредѣлялось содержаніе извѣстныхъ веществъ въ изслѣдованныхъ на влагоемкость почвахъ. Нельзя не замѣтить, что подобный приемъ заключаетъ въ себѣ нѣкоторую, правда очень малую, долю нетинны, но онъ ни въ какомъ случаѣ не могъ служить средствомъ для обобщеній. Шюблеръ тогда же подвергъ критикѣ способъ Гассикура и нашелъ его непригоднымъ для сужденія о химическомъ составѣ почвы, съ одной стороны по причинѣ весьма несовершенныхъ результатовъ, а съ другой часто прямо невѣрныхъ выводовъ изъ такого изслѣдованія. Поэтому Шюблеръ, придавая большое значеніе химическому изслѣдованію почвы, стремился выработать болѣе правильное средство для опредѣленія качествъ почвы. Онъ первый обратилъ вниманіе на важность тщательнаго выбора средняго образчика, на количество составныхъ частей почвы, растворимыхъ въ водѣ, на обработку остатка соляною кислотой и т. д., не считая важнымъ опредѣленіе гумуса. Въ своихъ изслѣдованіяхъ Шюблеръ старался принимать во вниманіе не только количество находящихся въ почвѣ веществъ, но опредѣлить и тѣ формы, въ которыхъ отдѣльными вещества входятъ въ составъ почвы. Многочисленныя данныя, добытыя

такими изслѣдованіями въ общемъ имѣли мало значенія, потому что въ то время полагали, что растенія пользуются только растворенными питательными веществами и плодородіе почвъ оцѣнивалось по количеству веществъ, растворяющихся въ водѣ, вѣдѣствіе чего получались не сообразные результаты. Шюблеръ, впрочемъ, указывалъ, что при изслѣдованіи почвы слѣдуетъ принимать въ соображеніе и остальные составныя части.

Появившееся въ 1840 году сочиненіе Либиха, «Химія въ приложеніи къ земледѣлію» оказало громадное вліяніе на развитіе агрономическихъ знаній и существенно измѣнило все приемы химическаго изслѣдованія почвы. Развивавшееся все болѣе и болѣе убѣжденіе въ первостепенномъ значеніи минеральныхъ веществъ почвы для питанія растеній породило стремленіе къ усовершенствованію методовъ точнаго ихъ опредѣленія. Шпренгель уже во второмъ изданіи своей книги приводитъ на этотъ счетъ главнѣйшія положенія, указывая на то, что при химическомъ изслѣдованіи необходимо подвергать анализу не только верхній слой или почву, но также и подпочву, справедливо объявляя такую необходимость свойствомъ нѣкоторыхъ растеній распространять свои корни въ глубокіхъ слояхъ почвы, составъ которыхъ естественно имѣеть для нихъ большое значеніе. Сущность метода Шпренгеля состояла въ томъ, что почва подвергается сначала дѣйствию воды, остатокъ обрабатывается послѣдовательно разведенною соляною кислотою, затѣмъ сѣрною, а то, что не растворится въ этихъ кислотахъ экстрагируется еще углекислыми щелочами и наконецъ все полученныя растворы анализируются.

Буссенго держался относительно химическаго изслѣдованія почвы того мнѣнія, что для сужденія о достоинствахъ почвы въ большинствѣ случаевъ достаточно только механическаго анализа, т. е. опредѣленія глины, песку и гумуса.

Само собою разумѣется, что все эти взгляды и методы изслѣдованія, какъ мы теперь это знаемъ, не могли по существу рѣшить вопросовъ о плодородіи почвъ, т. е. о внутренней связи между содержаниемъ въ почвѣ питательныхъ веществъ, содержаниемъ золы въ растеніяхъ и наконецъ въ собою получаемыхъ урожаевъ. Для сужденія о плодородіи почвъ стремились къ возможно тщательному изслѣдованію какъ состава различныхъ почвъ, такъ и состава золы воздѣлываемыхъ на нихъ растеній, въ виду этого стали развиваться культурные опыты параллельно съ химическими изслѣдованіями почвъ и растеній. Результаты такихъ работъ были опубликованы въ 1849 году Магнусомъ (*Chemisches Centralblatt*, S. 753), но имѣли отрицательное значеніе, такъ какъ по составу почвы и золы растеній нельзя сдѣлать точныхъ заключеній о формѣ тѣхъ соединеній, въ которой находятся питательныя вещества растеній въ почвѣ. Дальнѣйшія работы относительно химическаго изученія почвы, начиная приблизительно съ 1854 года, были направлены именно къ тому, чтобъ опредѣлить формы, въ которыхъ отдѣль-

ныя питательныя вещества находятся въ почвѣ. Разработка этихъ изслѣдованій принадлежала въ особенности Э. Вольфу, который значительно усовершенствовалъ применявшееся до того приемы анализа. Онъ требуетъ, чтобы при изслѣдованіи почвы принимались во вниманіе легко усвояемыя питательныя вещества растеній, а затѣмъ и такія составныя части почвы, которыя трудно растворимы. Въ своемъ руководствѣ къ химическому изслѣдованію веществъ важныхъ въ сельскохозяйственномъ отношеніи онъ далъ прямой методъ анализа, но посредствомъ этого метода можно получить лишь понятіе объ абсолютномъ богатствѣ почвы, узнать, въ какихъ количествахъ содержатся въ почвѣ составляющія ее вещества, о формахъ же ихъ соединеній заключать точно не удастся. Вольфъ, сознавая это, находилъ также полезнымъ для почвовѣдѣнія и въ особенности для дальнѣйшаго развитія почвеннаго анализа соединеніе культурныхъ опытовъ съ тщательнымъ изслѣдованіемъ почвы.

Гельригель, на VI съѣздѣ германскихъ агрокультуръ-химиковъ въ Гогенгеймѣ, предложилъ новый приемъ изучения химическихъ свойствъ почвы, состоящій въ томъ, что изслѣдуется какъ почва, такъ и выросшія на ней растенія. Для основанія своихъ взглядовъ Гельригель произвелъ (1866 г.) много культурныхъ опытовъ (съ ячменемъ) въ кварцевомъ пескѣ и въ питательныхъ растворахъ съ различнымъ содержаніемъ солей кали и опредѣлялъ затѣмъ, при какомъ содержаніи послѣдняго возможно нормальное развитіе растеній. На свои опыты Гельригель смотрѣлъ только какъ на предварительныя, желая побудить другихъ химиковъ къ дальнѣйшей разработкѣ вопроса. Но задача почвенныхъ изслѣдованій все-таки не рѣшилась методомъ Гельригеля и вопросъ этотъ не разъ возбуждался (наприм. въ 1869 г. въ Галле) снова, предлагались многочисленныя модификаціи химическаго анализа (Бирнеръ, Шютце, Г. Либихъ и др.), изъ которыхъ получилъ большое значеніе методъ Кюна. Онъ указалъ, что при опредѣленіи цѣнности почвы не достаточно однихъ химическихъ изслѣдованій, но въ значительной степени необходимо имѣть въ виду механическій составъ и физическія свойства земли. Кюнгъ придавалъ большое значеніе опредѣленію скелета и мелкозема, причемъ подвергалъ химическому анализу только послѣдній. Такая точка зрѣнія во всякомъ случаѣ ближе къ дѣйствительному представленію о химическихъ свойствахъ почвы, нежели предлагавшіяся раньше прямыя методы изслѣдованія состава. Однако и здѣсь мы не въ состояніи точно судить о формахъ соединеній, входящихъ въ составъ мелкозема, и потому въ большинствѣ случаевъ сужденіе о химическихъ свойствахъ почвы основывается на результатахъ химическихъ реакцій, въ ней совершающихся, на изслѣдованіи хода процессовъ выветриванія, разложенія органическихъ веществъ, явленій поглощенія и др. Все это даетъ весьма существенныя данныя для выводовъ о составѣ почвы, формѣ находящихся въ ней соединеній и значеніи послѣднихъ для растеній, и если непосредственнымъ химиче-

скимъ анализомъ. по причинѣ его несовершенства, нельзя въ большинствѣ случаевъ рѣшать прямо вопросовъ о плодородіи почвъ, то различными косвенными путями мы болѣе или менѣе вѣрно приближаемся къ такому рѣшенію, и въ этомъ смыслѣ методъ Кюона имѣетъ большое значеніе для оцѣнки технической пригодности почвы или такъ - называемой бонитировки.

Эта бонитировка, составляя такимъ образомъ результатъ всесторонняго изучения почвы въ ея отношеніяхъ къ растениямъ, должна входить въ область почвовѣдѣнія, какъ заключительный моментъ общаго изученія почвы; она служитъ такимъ образомъ для практическихъ цѣлей, потому что данныя такой бонитировки могутъ быть полезны при сужденіи о значеніи почвы, какъ хозяйственнаго угодья; ими же должно руководствоваться при примѣненіи различныхъ культурныхъ приемовъ земледѣлія. Надо однако сознаться, что эта заключительная часть почвовѣдѣнія сравнительно мало еще разработана. отчасти влѣдетвіе малой распространенности почвенныхъ знаній, которыя, несмотря на ихъ громадную важность, начали разрабатываться сравнительно еще недавно, въ послѣднія 20—30 лѣтъ, а многие существенные вопросы почвовѣдѣнія, въ особенности относительно микробиологическихъ свойствъ почвы, составляютъ пріобрѣтенія лишь самаго послѣдняго времени.

Наибольшему вниманію и многостороннему изслѣдованію почвенные вопросы подвергались въ Германіи, въ которой труды Орта, Кюона, Вольфа, Вольши, Габерландта (проф. въ Вѣнѣ), А. Манера, Шюблера, Эберманера, Шумахера, Вагнера, Вильгельма, Детмера, Саксе и др. внесли много цѣнныхъ данныхъ въ науку о почвѣ и способствовали ея распространенію; работы Буссенго, Берглю, Граидо, Шлезинга, Мюнца и др. во Франціи имѣютъ громадное значеніе для выясненія сложныхъ вопросовъ почвовѣдѣнія. У насъ въ Россіи интересъ къ почвенной наукѣ значительно увеличился, благодаря трудамъ проф. Петровской академіи: Ильенкова, Густавсона, Шене, Григорьева и особенно проф. С.-Петербургскаго университета Докучаева, по инициативѣ котораго возникла Почвенная коммисія (при Императорскомъ Вольно-Экономическомъ Обществѣ), имъ же произведено много изслѣдованій русскихъ почвъ, издается (совмѣстно съ проф. Соколовымъ) полезный сборникъ подъ заглавіемъ: «Матеріалы по изученію русскихъ почвъ», наконецъ изслѣдованіе чернозема въ Россіи, произведенное Рупрехтомъ, Докучаевымъ, Костычевымъ, Коржинскимъ и др., вопросы почвенной картографіи и пр. указываютъ на возрастающій интересъ къ почвовѣдѣнію. Изслѣдованіе вліянія микроорганизмовъ, обуславливающихъ превращеніе азота въ почвѣ, благодаря весьма плодотворнымъ трудамъ русскаго же ученаго Виноградскаго, въ значительной мѣрѣ объяснило биологическія свойства почвы.

Имѣющійся въ настоящее время научный матеріалъ даетъ возможность точно опредѣлить положеніе почвовѣдѣнія въ ряду прикладныхъ наукъ, его содержаніе и методы изученія. Почвовѣдѣніе мы разсматриваемъ какъ часть общаго цикла знаній, носящихъ названіе агрономической химіи, или

химии въ приложеніи къ культурѣ животныхъ и растительныхъ организмовъ. Задачи агрономической химии должны состоять въ объясненіи тѣхъ естественныхъ законовъ, отъ которыхъ зависитъ развитіе и продуктивность растительныхъ и животныхъ организмовъ. Поэтому курсы агрономической химии содержатъ обыкновенно ученіе о развитіи и питаніи организмовъ, ученіе о почвѣ, о процессахъ превращенія веществъ въ природѣ, ученіе объ удобреніяхъ и т. п. Таковы именно болѣе извѣстные руководства по агрономической химии, наприм. А. Майера, Р. Саксе и др. въ послѣднемъ (*Lehrbuch der Agriculturchemie. Leipzig 1888.*) содержаніе прямо опредѣляется пятью отдѣлами: атмосфера, почва, химія растенія, питаніе растенія и удобреніе. Нельзя отринать, что въ объясненіи этихъ частей курса химія должна занимать видное мѣсто, но, съ другой стороны, извѣстно, что изслѣдованіе свойствъ атмосферы, наприм. составляетъ задачу особой науки — метеорологии, а изученіе состава, питанія и развитія растений давно обособилось въ самостоятельную отрасль знаній, называемую физиологією растений, въ видѣ составной части ботаники. Съ такимъ же правомъ мы можемъ выдѣлить и ученіе о почвѣ въ особую отрасль естествознанія подъ именемъ почвовѣдѣнія. Такимъ образомъ въ настоящее время нѣтъ уже необходимости въ собирательной наукѣ, которая, подъ названіемъ агрономической химии, занимала видное мѣсто въ прежнихъ курсахъ по сельскому хозяйству.

Подобно тому какъ въ метеорологіи изученіе атмосферныхъ явленій требуетъ содѣйствія другихъ наукъ и главнымъ образомъ физики, а для изученія физиологіи растений не достаточно одной ботаники, такъ точно и почвовѣдѣніе опирается на данныя другихъ наукъ, которыми могутъ быть разъяснены явленія, происходящія въ почвѣ и имѣющія отношенія къ ея производительности. Такъ какъ почва является продуктомъ взаимодѣйствія весьма разнообразныхъ веществъ и силъ, то и самый объектъ изученія представляется весьма сложнымъ. Дѣйствительно, если разсматривать почву только какъ естественное тѣло, безъ всякаго отношенія ея къ растеніямъ, то задача изученія будетъ значительно уже той, какая предстоптъ при изученіи почвы по отношенію ея къ растеніямъ. Сложность задачи почвовѣдѣнія въ послѣднемъ случаѣ происходитъ отъ того, что свойства почвы въ значительной степени обуславливаются ея мѣстнымъ положеніемъ, при которомъ возникаетъ разностороннее дѣйствіе многихъ факторовъ, въ особенности климатическихъ, далѣе топографическихъ и т. п., а все эти факторы, измѣняя свойства почвы, измѣняютъ и ея отношенія къ растеніямъ, вслѣдствіе чего задача ученія о почвѣ должна состоять не только въ разсмотрѣнн ея внутренняго содержанія, но и въ изученіи всехъ тѣхъ внѣшнихъ влияній, которыя вызываются тѣмъ или другимъ мѣстоположеніемъ почвы.

Все курсы почвовѣдѣнія, какъ старыя, такъ и болѣе новыя, не обнимаютъ и не обнимаютъ объекта изученія, т.-е. почвы именно со всехъ этихъ сторонъ, если же и касаются разсмотрѣнія мѣстныхъ свойствъ почвы, то

или вскользь, или односторонне. Поэтому въ старыхъ сочиненіяхъ, по общему и частному почвовѣдѣнію, почва разсматривается или только съ геологической стороны (Котта, Фаллу и др.), или преимущественно съ химической (Троммеръ, Мульдеръ), или съ физической (Шюблеръ, Шумахеръ и др.), или даже съ ботанической (наприм. Браунгартъ и др.) и только въ руководствѣ Детмера (W. Detmer: Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der allgemeinen landwirthschaftlichen Bodenkunde. 1876) по общему почвовѣдѣнію мы находимъ болѣе или менѣе всестороннее изложене почвовѣдѣнія, хотя далекое отъ той полноты, какаѣ вызывается сущностью предмета. Къ тому же всѣ означенныя сочиненія не соответвуютъ уже современному состоянію почвенныхъ знаній, въ сочиненіи Детмера наприм. почти совершенно еще отсутствуютъ данныя о значеніи почвенныхъ микроорганизмовъ, отдѣль обь энтопическомъ характерѣ почвы изложить весьма недостаточно, физическимъ свойствамъ отведено мало мѣста, наконецъ совершенно нѣтъ частнаго описанія почвъ, бонитировки и картографии.

Принимая во вниманіе развитіе почвенной науки, еѣ задачи и практическое значеніе, мы опредѣляемъ еѣ содержаніе слѣдующимъ образомъ. Изученіе должно начинаться съ разсмотрѣнія почвы, какою она представляется при непосредственномъ наблюденіи, затѣмъ естественно рождается вопросъ о способѣ появленія и веществахъ, служившихъ для образованія сложной смѣси разнообразныхъ составныхъ частей почвы. Слѣдовательно ученіе обь образованіи почвы посредствомъ процессовъ вывѣтриванія горныхъ породъ, разложенія органическихъ остатковъ, съ объясненіемъ участія въ этихъ процессахъ различныхъ дѣятелей неорганической природы (воды, газовъ) и органической (высшихъ и низшихъ растительныхъ и животныхъ организмовъ), должно предшествовать изученію свойствъ почвы на томъ основаніи, что для правильнаго сужденія о явленіяхъ какого-либо тѣла необходимо предварительно знать его сущность, отъ которой зависить самый характеръ обнаруживаемыхъ имъ явленій. Далѣе должно слѣдовать изученіе главнѣйшихъ составныхъ частей почвы, которыя такъ или иначе вліяютъ на еѣ свойства, а затѣмъ и изученіе послѣднихъ и прежде всего такихъ, которыя распознаются непосредственнымъ оцущеніемъ (цвѣтъ, вѣсъ, пористость, твердость, влажнсть и т. п.), т.-е. физическихъ свойствъ почвы. А такъ какъ физическія свойства обуславливаются величиною и формою почвенныхъ частицъ, то разсмотрѣнію этихъ свойствъ должно предшествовать изслѣдованіе механическаго состава почвы.

Физическія свойства распадаются на двѣ группы: одни (внутреннія) присущи почвѣ, какъ всякому тѣлу въ природѣ (цвѣтъ, вѣсъ, пористость и т. п.), другія (внѣшнія) возникаютъ при соприкосновеніи почвы съ различными посторонними тѣлами, наприм. водою, газами, теплою, электричествомъ. Такъ какъ задачи сельскохозяйственнаго почвовѣдѣнія опредѣляются главнымъ образомъ отношеніемъ почвы къ растениямъ, то поэтому изслѣдованіе

физическихъ свойствъ должно быть произведено въ зависимости отъ всѣхъ тѣхъ вліяній, которыми такъ или иначе измѣняются эти отношенія, въ виду чего необходимо разсмотрѣть измѣненіе физическихъ свойствъ почвы въ зависимости отъ различныхъ естественныхъ и искусственныхъ дѣятелей (вліяніе строенія), а также въ зависимости отъ всѣхъ тѣхъ факторовъ, которые обнаруживаютъ свое дѣйствіе въ дѣйствіе извѣстнаго положенія почвы на мѣстности (энтопический характеръ почвы).

Далѣе отношеніе почвы къ растениямъ весьма существенно опредѣляется тѣми соединениями, которыя входятъ въ ея составъ, а потому необходимо разсмотрѣть химическія свойства почвы, т.-е. химическій составъ минеральныхъ и органическихъ веществъ почвы, ихъ отношеніе другъ къ другу и тѣ реакции, которыя обнаруживаются въ почвѣ при сопряженіи ея съ вносимыми въ нее соединениями (поглотительная способность почвы).

Этимъ собственно опредѣляется содержаніе общаго почвовѣдѣнія, т.-е. ученія о почвѣ въ обширномъ смыслѣ. Частное почвовѣдѣніе содержитъ описаніе тѣхъ же свойствъ и отношеній, но примѣнительно къ опредѣленнымъ видамъ почвъ (песчанымъ, глинистымъ, известковымъ и пр.). Для возможно полнаго разсмотрѣнія почвенныхъ видовъ очевидно необходимо привести ихъ въ опредѣленную систему, показать связь многочисленныхъ почвенныхъ образований другъ съ другомъ, для того чтобы судить болѣе или менѣе вѣрно о значеніи той или другой почвы съ практической цѣлью. Отсюда вытекаютъ задачи систематики или классификаціи почвъ.

Наконецъ въ курсѣ почвовѣдѣнія должно входить разсмотрѣніе приѣмовъ оцѣнки почвъ со стороны ихъ технической пригодности, или такъ называемая боитировка почвъ и способы нагляднаго изображенія ея результатовъ, или картографія почвъ.

Въ предстоящемъ изложеніи основъ почвовѣдѣнія и сдѣлано такое систематическое распределеніе научнаго матеріала. По существу предмета содержаніе отдѣловъ ученія о почвѣ требуетъ разсмотрѣнія тѣхъ данныхъ различныхъ частей естествознанія, на которыхъ основывается правильное пониманіе сущности изучаемаго предмета и различныхъ явленій, имъ обнаруживаемыхъ. Вѣдѣніе этого неизбежно приходится касаться отношенія геологическихъ, физическихъ, химическихъ и другихъ свѣдѣній въ той или другой части почвовѣдѣнія, въ особенности при изученіи способовъ проношенія почвы и ея энтопическаго характера. Само собою разумѣется, что такой методъ изученія почвы усложняетъ дѣло, но онъ является совершенно необходимымъ для полноты и точности представленія и уясненія почвенныхъ знаній.

I. Почва, подпочва, материнская порода и ихъ взаимное отношеніе. Общія свойства почвы

Твердая оболочка земного шара образовалась изъ различныхъ каменныхъ массъ, которыя съ теченіемъ времени въ свою очередь подвергались, подъ взаимодействіемъ силъ природы, существеннымъ измѣненіямъ въ своемъ составѣ и свойствамъ. Наиболѣе сильному измѣненію подверглись тѣ слои этихъ каменныхъ массъ, которые выходятъ на дневную поверхность, гдѣ дѣйствіе влажности, газообразныхъ веществъ и другихъ дѣятелей проявлялось во всей полнотѣ. Продуктомъ такого измѣненія наружныхъ слоевъ земной коры и явилась та землистая смѣсь, которую обыкновенно называютъ почвою или просто землею. Такимъ образомъ почва представляетъ слой, состоящій изъ разрушенныхъ частей первобытныхъ каменныхъ породъ, къ которымъ вносѣдствіи могли примѣшиваться продукты разложенія растительныхъ и животныхъ остатковъ. Всѣ эти минеральные и органическіе остатки находятся въ почвѣ или въ видѣ обломковъ и кусочковъ камешковъ, корешковъ, стебельковъ и т. п., или въ видѣ очень тонкой пыли, соединенной съ крупными остатками въ комки или частицы почвы.

Смотри по тому, въ какой степени пронесло разрушеніе каменныхъ обломковъ и органическихъ остатковъ, эти частицы бываютъ однородными или неоднородными въ своихъ свойствахъ и составѣ, а вслѣдствіе этого и почва можетъ имѣть различное отношеніе къ произрастанію на ней растений. Поэтому *культурными почвами* мы называемъ только такія, которыя представляютъ продукты болѣе или менѣе полного разрушенія первобытныхъ каменныхъ породъ, смѣшанныхъ съ разложившимися растительными остатками; въ такомъ случаѣ частицы почвы приобретаютъ свойства, благопріятствующія развитію корней растений, проникновению влаги и газовъ и растворенію составныхъ частей почвы, служащихъ для питания растений. Но и при этихъ условіяхъ пригодность почвы для культуры растений опредѣляется не только физическими и химическими ея отношеніями, но и свойствами нижележащихъ слоевъ; поэтому при сужденіи о значеніи почвы необходимо принимать во вниманіе не только верхній слой, но также и болѣе глубокіе слои.

Если сделать вертикальный разрезъ земной коры на значительную глубину, то можно замѣтить слѣдующія части или наслоения: самый верхний, болышею частью темнаго цвѣта, слой состоитъ изъ частицъ разной величины и формы и имѣетъ толщину отъ нѣсколькихъ дюймовъ до 2—3 и болѣе футовъ, онъ называется собственно *почвою* или *растительнымъ слоемъ*. Слѣдующій непосредственно за почвою, болѣе свѣтлый, слой, состоящій изъ недостаточно разбитыхъ минеральныхъ остатковъ, въ болышинствѣ случаевъ мало доступныхъ корнямъ растений, называется *подпочвою*, иногда этого слоя не замѣчается, какъ наприм. у почвъ растительнаго происхожденія (торфяныхъ и т. п.). У почвъ, подвергающихся культурѣ, верхний (растительный) слой называютъ также *пахатнымъ*, потому что онъ обыкновенно подвергается обработкѣ. Очень часто за растительнымъ или пахатнымъ слоемъ лежатъ слои почти одинаковыхъ свойствъ съ верхнимъ и отличающіеся отъ подпочвы или глубже лежащихъ слоевъ, въ такомъ случаѣ этотъ слой называется *переходнымъ* къ подпочвѣ или *подпахатнымъ*. За подпочвою въ болышинствѣ случаевъ лежатъ слои различной мощности и состава, уже вовсе недоступные растениямъ, называемые *материнскою породою*, изъ которой образуются всѣ остальные почвенные слои. Материнская порода имѣетъ очень важное влияние на почву и подпочву, такъ какъ составныя части этой породы при извѣстныхъ условіяхъ подвергаются измѣненіямъ и, слѣдовательно, даютъ матеріалъ для образованія лежащихъ на ней слоевъ. Поэтому всякая почва, которая произошла изъ подстилающей ее породы, должна содержать тѣ же самыя вещества, что и материнская порода, въ этомъ и выражается ихъ взаимная связь. Но иногда материнскія породы, давшія начало почвѣ, находятся въ другомъ мѣстѣ, а почва залегаетъ на такой породѣ, которая по своему составу и свойствамъ рѣзко отъ нея отличается. Это происходитъ отъ того, что продукты разрушенія материнской породы дѣйствіемъ воды перемѣстились съ мѣста первоначальнаго ихъ образованія. Въ виду этихъ обстоятельствъ, изслѣдованіе подстилающихъ почву породъ имѣетъ немаловажное значеніе для сужденія о значеніи лежащихъ на нихъ слоевъ.

Почва и подпочва различаются другъ отъ друга по строенію, физическимъ и химическимъ свойствамъ и отношенію къ произрастанію растений. Въ болышинствѣ случаевъ слои почвы отличается болѣе темнымъ цвѣтомъ (отъ примѣси органическихъ веществъ), болышею рыхлостью, болѣе однороднымъ строеніемъ, отношеніемъ къ водѣ, газамъ и теплу, чѣмъ подпочва, которая почти не содержитъ органическихъ веществъ, а потому бываетъ свѣтлѣе цвѣтомъ, имѣетъ неоднородное строеніе и менѣе благоприятныя физическія свойства. Въ химическомъ отношеніи различіе между почвою и подпочвою состоитъ въ томъ, что питательныя для растений вещества въ почвѣ находятся въ болѣе доступномъ (растворимомъ) состояніи, тогда какъ въ подпочвѣ ихъ бываетъ или очень мало, или они находятся почти въ неизмѣ-

пенномъ видѣ, а потому мало пригодны для питания растений. Такъ какъ подпочва имѣетъ влияние на свойства верхняго слоя главнымъ образомъ въ отношеніи къ влагѣ, то по свойствамъ надо отличать:

1) *всасывающую подпочву*, которая обладаетъ способностью принимать воду изъ верхнихъ и нижнихъ слоевъ; при такой подпочвѣ растительный слой никогда не будетъ страдать избыткомъ влаги, потому что дождевая и снѣговая вода, попавшая на поверхность почвы подъ влияніемъ такой всасывающей подпочвы будетъ быстро втягиваться въ глубь, а при высыханіи верхняго слоя вновь передаваться почвѣ, но при недостаткѣ атмосферной влаги, наприм. въ сухихъ климатахъ, всасывающая подпочва можетъ производить обратное дѣйствіе на почву;

2) *непроницаемую подпочву*, которая способна задерживать воду, каковы наприм., глина, плотные каменные слои и другія образования, не пропускающія воды и неудобныя для проникновенія корней растений;

3) *проницаемую подпочву*, состоящую наприм. изъ кусочковъ камней, крупнаго песку и т. п. и вълѣдствіе своего строения быстро пропускающую воду. Если такимъ же строеніемъ обладаетъ и верхній слой, то проницаемая подпочва способствуетъ сильному его изсушенію, а отъ содержания камней и безплоднаго песку не благоприятствуетъ корнямъ растений. Далѣе подпочва можетъ состоять изъ веществъ вредныхъ, наприм., соединеній закиси желѣза, или рѣзко отличающихся отъ составныхъ частей верхняго слоя, наприм., известковая, хрищеватая, песчаная подпочва. Если она рѣзко отграничивается отъ верхняго слоя, то ее называютъ отдѣляющеюся подпочвою.

Но различіе, наблюдаемое между почвою и подпочвою, тѣмъ болѣе сглаживается, чѣмъ болѣе въ подпочвѣ содержится питательныхъ веществъ, чѣмъ растворимѣе и доступнѣе послѣднія для корней растений, чѣмъ рыхлѣе подпочва, т. е. чѣмъ она менѣе представляетъ сопротивленій для укорененія растений, наконецъ чѣмъ правильнѣе она получаетъ и распределяетъ воду. Поэтому въ сухомъ климатѣ, или при возвышенномъ положеніи, лучше будетъ дѣйствовать на верхній слой такая подпочва, которая задерживаетъ и не пропускаетъ воду, въ сыромъ же климатѣ, при низменномъ положеніи почвы, желательна рыхлая, проницаемая подпочва.

При опредѣленіи культурной пригодности почвы необходимо принимать во вниманіе количество находящихся въ ней крупныхъ и мелкихъ частицъ или такъ-называемый механический составъ, отъ котораго зависятъ то или другое строеніе почвеннаго слоя, рыхлость или плотность его, способность поглощать и терять воду, нагрѣваться и т. п.; далѣе важно знать, какія соединенія входятъ въ составъ почвы, въ какой степени они пзмѣнились и могутъ ли измѣняться еще далѣе. На этомъ основаніи пригодность и значеніе почвы для растений обуславливается ея механическимъ составомъ, физическими и химическими свойствами, кромѣ того надо имѣть въ виду также толщину или *мощность почвеннаго* слоя. Если почвенный слой очень то-

нокъ, то развитіе на немъ растеній сильно затрудняется, потому что корни ихъ не могутъ хорошо развиться и извлекать пищу изъ большого объема земли; растенія съ длинными вѣтвистыми корнями, или съ видоизмѣненными подземными стеблями (корневищами, клубнями и т. п.), при тонкомъ почвенномъ слое, въ особенности плохо развиваются. Поэтому чѣмъ глубже почвенный слой, тѣмъ лучше развиваются корни растеній, больше образуютъ приемлющихъ мочекъ, которыя способны извлекать пищу изъ большей массы земли, а вълѣдствіе этого на глубокихъ почвахъ растенія вообще лучше произрастаютъ, чѣмъ на мелкихъ. Кроме того, при достаточной глубинѣ почвы есть возможность постепенно улучшать верхній слой на счетъ шпавихъ приемами обработки. Толщина почвеннаго слоя рѣдко превышаетъ 2—3 фута, чаще онъ бываетъ тоньше. Особенно важное значеніе имѣетъ мощность почвы имѣть въ тѣхъ случаяхъ, когда почва прямо залегаетъ на материнской породѣ или на подпочвѣ, рѣзко отличающейся по своимъ свойствамъ отъ верхняго слоя. Насколько важное значеніе имѣетъ толщина почвы, видно изъ того, что прежде достоинство почвы опредѣляли по ея глубинѣ (Тэеръ). Такъ считали, что при увеличеніи глубины почвы на каждый дюймъ выше 6" цѣнность почвы увеличивается на 8%. При глубинѣ выше 12 дюймовъ увеличеніе цѣнности почвы происходитъ уже въ другой пропорціи. Но само собою очевидно, что при сужденіи о цѣнности почвы необходимо принимать въ расчетъ не только ея глубину, но и тѣ свойства, которыми обладаетъ почва, такъ какъ очень часто и мелкій растительный слой оказывается болѣе пригоднымъ для растеній, чѣмъ шпавъ глубокая почва, но не содержащая достаточнаго количества питательныхъ веществъ и отличающаяся плохими физическими свойствами (плотностью, сыростью и т. п.). При благоприятномъ сочетаніи въ почвѣ физическихъ и химическихъ свойствъ толщина можетъ значительно повысить достоинство почвы, въ противномъ случаѣ значеніе глубины не велико. Толщина подпочвы можетъ имѣть значеніе лишь при мелкомъ почвенномъ слое и оно понижается при достаточной мощности послѣдняго. При мелкомъ почвенномъ слое и глубокой подпочвѣ можно достигнуть улучшенія верхняго слоя, т.-е. увеличить вообще глубину того слоя, въ которомъ происходитъ развитіе корней растеній, но только при томъ условіи, если подпочва обладаетъ одинаковыми свойствами, или даже лучше почвы. Если почвенный слой не глубокъ, а подпочва съ плохими свойствами, то толщина ея не можетъ имѣть благоприятнаго вліянія на почву.

Уже поверхностное наблюденіе большинства почвъ убѣждаетъ въ томъ, что между минеральными и органическими составными частями почвы существуетъ весьма разнообразное отношеніе: въ одной почвѣ, наприм., много крупнаго песку, въ другой, напротивъ, преобладаютъ мелкія земляныя частицы; одніе почвы образуютъ рыхлую, разсыпчатую массу, другія имѣютъ плотное сложеніе. Всѣ эти признаки существенно зависятъ отъ количествен-

наго и качественного отношения между различными составными частями почвы, на основании чего можно отличать крупнозернистые и мелкозернистые, плотные и рыхлые, плодородные и бесплодные почвы. Непосредственнымъ наблюдениемъ можно также убѣдиться въ томъ, что частицы почвы содержатъ песокъ, кусочки камней (минераловъ), остатки корешковъ, стебельковъ и т. п. растительныхъ частей, а также черное вещество равномерно смѣшанное съ минеральными составными частями, которое можно выдѣлать изъ почвы, наприм. прокаливаниемъ, промываніемъ щелочами и т. д.; это черное вещество составляетъ продуктъ разложенія органическихъ остатковъ и называется перегноемъ или гумусомъ. Смѣшиваясь съ различными минеральными веществами почвы (глиною, пескомъ и пр.), перегной образуетъ частицы или комочки почвы. Если раздѣлить всѣ частицы почвы по вѣсу или по величинѣ и формѣ, то можно получить болѣе крупныя и тяжелыя, состоящія изъ обломковъ горныхъ породъ: это будутъ такъ-называемыя песчанистыя частицы почвы, далѣе получатся болѣе мелкія, представляющія пыль или землистыя частицы почвы. Первыя называются *остовомъ* или скелетомъ почвы, вторыя — *мелкоземомъ*. Въ зависимости отъ величины (поперечнаго діаметра) между крупными или песчанистыми частицами можно различать далѣе:

- | | | |
|--|--|------------------------------|
| 1. Хрянецъ и гравій (крупный и мелкій) | | остовъ или
скелеть почвы, |
| 2. Песокъ (крупный, средний и мелкій) | | |

причемъ хрянецъ называются угловатыя обломки, а гравіемъ — болѣе округленныя.

Между мелкими или землистыми частицами находятся:

- | | |
|------------------------------------|--------------------|
| 1. Песчаная пыль | } мелкоземъ почвы. |
| 2. Пыль (грубая, средняя и тонкая) | |

Что касается состава этихъ частей, то крупныя частицы, входящія въ составъ почвы, представляютъ частью обломки горныхъ породъ (гранита, гнейса, базальта, известняковъ и пр.) и различныхъ минераловъ (кварца, полевого шпата, слюды, роговой обманки и т. п.), частью состоятъ изъ крупныхъ растительныхъ остатковъ (корешковъ, стебельковъ и пр.); частицы же, составляющія мелкоземъ, содержатъ обломки тѣхъ же минераловъ и горныхъ породъ, но въ видѣ сильно раздробленныхъ пылеобразныхъ частицъ, отчасти уже совершенно измѣнившихся химически, таковы углекислыя соли извести, магнези, кремнекислый глиноземъ, соли окиси и закиси желѣза, перегнойныя вещества и т. п., отчасти еще не подвергшіяся окончательному измѣненію, или не способныя къ этому (кварцевая пыль и пр.). Вещества входящія въ составъ мелкозема могутъ легче растворяться и разлагаться, а потому болѣе пригодны для корней растений, нежели составныя части остова или скелета.

Количественное отношеніе, въ которомъ остовъ и мелкоземъ содержатся въ почвахъ, опредѣляетъ то или другое *строение* послѣднихъ, наприм. круп-

позернистое (орѣховатое, гороховатое и т. п.) или мелкозернистое (пылеватое, иловатое), а кромѣ того по относительному преобладанию мелкозема или скелета почва приобретаетъ различныя химическія и физическія свойства. Большое содержаніе скелета дѣлаетъ почву болѣе рыхлою, пронизываемою для воды, газовъ, словомъ влияетъ на ея физическія отношенія; преобладаніе мелкозема влияетъ на ея химическія свойства, но дѣлаетъ ее плотною, влажною, не пронизываемою и т. д., слѣдовательно ухудшаетъ физическія свойства. Очевидно, что для благоприятнаго сочетанія физическихъ и химическихъ свойствъ отношеніе скелета къ мелкозему въ почвѣ должно быть болѣе или менѣе равное, но это бываетъ рѣдко и мѣняется въ широкихъ предѣлахъ, наприм. какъ 1:5, 1:2, 1:7, 1:40, 1:15, 1:142 и т. п. Качества почвы улучшаются въ томъ случаѣ, когда отношеніе скелета къ мелкозему болѣе или менѣе уравнивается, такъ какъ скелетъ сообщаетъ почвѣ благоприятныя физическія свойства, а мелкоземъ влияетъ на ея химическія свойства; но, съ другой стороны, это зависитъ отъ природы тѣхъ минеральныхъ соединений, изъ которыхъ состоятъ частицы скелета и мелкозема, и можетъ-быть такъ, что богатая мелкоземомъ почва мало пригодна для растений,—напротивъ, при извѣстномъ минеральномъ составѣ скелета увеличеніе его количества можетъ, въ будущемъ, сдѣлать почву удобною для растений. Слѣдовательно значеніе отношенія между скелетомъ и мелкоземомъ ближайшимъ образомъ зависитъ отъ ихъ состава.

Ближайшее изслѣдованіе крупныхъ и мелкихъ частицъ почвы показываетъ, что они состоятъ преимущественно изъ кусочковъ различныхъ горныхъ породъ и минераловъ кристаллической или аморфной формы, изъ чего надо заключить, что почва образовалась изъ такихъ породъ, потому что обломки, въ ней находимые, сходны съ извѣстными породами (гранитомъ, гнейсомъ, сіэнитомъ, базальтомъ, известняками, сланцами и т. п.). Это доказывается тѣмъ, что минеральныя вещества почвы тѣ же самыя, что и въ горныхъ породахъ, именно какъ тамъ, такъ и здѣсь анализъ открываетъ кремнеземъ, глиноземъ, желѣзо, известь, магнезію, щелочи и даже такія соединенія, которыя рѣже попадаются въ горныхъ породахъ, но являются обыкновенными въ почвахъ, наприм. фосфорнокислыя соединенія; по точнымъ анализамъ въ горныхъ породахъ найдена также фосфорная кислота, наприм. въ гранитѣ — 0,38%, въ гнейсѣ — 0,78%, мелафирѣ — 0,30%, порфирѣ — 0,18%, сіэнитѣ — 0,18%, въ базальтѣ — 1,11%, въ полевоомъ шпатѣ — 1,70% и т. д. То же надо замѣтить о сірчнокислыхъ, хлористыхъ соединеніяхъ, находимыхъ въ горныхъ породахъ. Далѣе кристаллографическія свойства и минералогическій составъ обломковъ, находящихся въ скелетѣ почвы, сходны съ таковыми же свойствами извѣстныхъ породъ. Въ отношеніи мелкозема наблюдается нѣкоторое различіе, именно частицы горныхъ породъ обыкновенно крупнѣе, нежели частицы мелкозема, подъ дѣйствіемъ различныхъ реактивовъ (кислотъ, щелочей) изъ горныхъ породъ можно извлечь

лишь весьма ничтожное количество составных частей, тогда какъ изъ мелкозема не только кислотами, но дѣйствию одной воды можно перевести въ растворъ нѣкоторые вещества (щелочи, магнезю и т. п.). Отсюда очевидно, что при превращении горныхъ породъ въ почву произошло коренное измѣненіе ихъ въ строеніи, составѣ и свойствахъ. Сущность этого измѣненія заключается въ томъ, что всѣ такія породы съ теченіемъ болѣе или менѣе продолжительнаго времени раздробилось на мелкія части, которыя въ свою очередь подверглись дальнѣйшему разрушенію или, какъ говорятъ, вывѣтривались. Вывѣтриваніемъ называется процессъ разрушенія каменныхъ массъ, происходящій подъ вліяніемъ механическихъ и химическихъ дѣятелей, наприм. воды, газовъ и т. п. Степень вывѣтриванія зависитъ съ одной стороны отъ особенностей самихъ горныхъ породъ, а съ другой — отъ интенсивности и разнообразія участвующихъ въ вывѣтриваніи дѣятелей.

II. Образованіе почвы.

Горныя породы, служащія для образованія почвы, встрѣчаются въ природѣ въ видѣ сплошныхъ массъ, которыя состоятъ или изъ одного какого-либо минерала (простыя), или изъ смѣси нѣсколькихъ разнородныхъ минераловъ (сложныя). Не всѣ породы принимали одинаковое участіе въ образованіи почвы, а поэтому въ почвовѣдѣніи болѣе важное значеніе имѣютъ преимущественно сложныя породы и при томъ болѣе распространенныя, какковы, наприм. гранитъ, гнейсъ, сіэнитъ, трахитъ, базальтъ, порфиръ, сланцы и т. п. Въ сложныхъ породахъ содержится часто очень много различныхъ минераловъ, между которыми надо различать существенныя и второстепенныя составныя части породы. Это различіе имѣетъ значеніе въ томъ отношеніи, что при разрушеніи горной породы путемъ вывѣтриванія скорость и полнота тѣхъ измѣненій, которымъ она подвергается, находятся въ извѣстной зависимости отъ состава и свойствъ существенныхъ минераловъ, но, съ другой стороны извѣстное разнообразіе въ содержаніи второстепенныхъ минераловъ обогащаетъ продукты вывѣтриванія породы различными химическими соединениями, иногда весьма важными для образующейся почвы.

Существенными составными частями данной породы надо считать такіе минералы, которые должны всегда находиться въ ней, для того чтобы порода имѣла характерныя свойства. Такъ, наприм. порода, называемая гранитомъ, должна состоять всегда изъ трехъ минераловъ: кварца, слюды и полевого шпата, хотя можетъ содержать и другіе минералы. Если какого-либо изъ указанныхъ трехъ минераловъ не бываетъ, то изъ этого надо заключить, что данная порода — не гранитъ и имѣетъ другія свойства. Настоящій гранитъ, содержащій кварцъ, слюду и полевои шпата, встрѣчается въ

видѣ однородной сплошной массы, сѣраго, краснаго и другихъ цвѣтовъ, имѣють зернистое (кристаллическое) строеніе, въ немъ ясно различаются кусочки кварца, слюды и полевого шпата; другая порода, очень похожая на гранитъ, но не содержащая только кварца, называется сіэнитомъ. Но одни и тѣ же минералы могутъ входить въ составъ двухъ различныхъ породъ и тогда можно замѣтить разницу между послѣдними лишь въ строеніи: такъ наприм. гранитъ и гнейсъ содержатъ полевои шпаты, кварцъ и слоду, но гранитъ обладаетъ кристаллическимъ, зернистымъ строеніемъ, а гнейсъ представляется слоистымъ, съ параллельно-линейною структурою.

Второстепенными составными частями или примѣсами въ породахъ бывають самые разнообразныя минералы, наприм. въ гранитѣ — сѣрыи колчеданъ, роговая обманка, талькъ, гранатъ, магнезитъ и пр.; въ порфирѣ — роговая обманка, хлоритъ, кварцъ и т. и.; въ сіэнитѣ — магнитныи желѣзнякъ, кварцъ, апатитъ, сѣрыи колчеданъ; въ гнейсѣ — гранатъ, сѣрыи колчеданъ, эпидотъ и т. д. На этомъ основаніи химическии составъ горныхъ породъ будетъ различаться въ зависяности отъ существенныхъ составныхъ частей и постороннихъ примѣсей. Такъ, наприм, въ 100 частяхъ содержится:

	Гранитъ.	Порфиръ.	Сіэнитъ.	Гнейсъ.	Трахитъ.	Базальтъ.
Кремнезема . . .	72,6	75	58,1	67,3	62—64	36,6—46,3
Глинозема . . .	15,6	10,9	17,7	16,1	16—19,5	11,8—16,2
Окиси желѣза . . .	1,5	3,9	8,3	4,5	5,5—6	4,5—22,3
Извести	1,3	0,5	5,8	3,9	1,8—2,5	10,3—15,6
Магнези	0,3	0,4	2,1	1,5	0,7—0,8	6,3—11,8
Кали	5,0	3,1	3,2	5,1	3,6—5,3	0,7—2,1
Натра	2,3	4,0	3,0	3,0	4,8—5	3,6—4,1
Воды	0,8	0,7	1,3	0,4	0,5	1,7—2,5
Закиси желѣза.	—	—	—	—	—	7,3—13
Закиси марганца.	—	—	—	—	—	0,2—0,3

По своимъ свойствамъ всѣ горныя породы могутъ быть соединены въ двѣ большія группы: кристаллическія и пластическія (осадочныя или метаморфныя). Кристаллическія породы имѣють зернистое строеніе, плотны, а входяще въ нихъ минералы (зерна) обнаруживаютъ ясную кристаллическую форму. Пластическія же породы представляются въ видѣ пластовъ или слоевъ, почему называются также осадочными, большею частью не кристаллизуются. Тѣ и другія породы могутъ быть простыми и сложными, вследствие чего ихъ можно раздѣлить на виды соотвѣтственно минераламъ, входящимъ въ ихъ составъ, а именно:

а) *простыя горныя породы* — каменная соль, гинсъ, известнякъ, фосфоритъ, кварцитъ, роговикъ, кремь, сланцы, серпентинъ, желѣзняки, угли, торфъ и т. и.;

б) *сложныя горныя породы*, между которыми можно отличать массивныи и слоистыя, къ первымъ относятся: гранитъ, порфиръ, сіэнитъ, трахитъ,

фенолитъ, диоритъ, диабазъ, мелафиръ, базальты, габбро и пр., а ко вторымъ: гнейсъ, слюдяной сланецъ, первобытный сланецъ (филлитъ), итаколулитъ, амфиболитъ и пр.;

с) *обломочныя горныя породы*, наприм.: песокъ, гравий, гальки, валуны, вулканическiй песокъ (камни и пр.), песчанники, конгломераты, брекчи, туфы, глинистые сланцы и др.

Ближайшия свойства горныхъ породъ находятся въ зависимости отъ составляющихъ ихъ минераловъ, которые въ химическомъ отношенiи представляютъ простыя, двойныя и болѣе сложныя соли различныхъ кислотъ, или же иногда состоятъ изъ окисловъ (железа, марганца и пр.) и даже отдельныхъ элементовъ (наприм. мѣдь, серебро и пр.). Въ процессахъ почвообразованiя особенно важное значенiе имѣютъ минералы, представляющие силикаты или соли кремневой кислоты, а потому и горныя породы, содержащiя такiе силикатные минералы, будутъ имѣть болѣе значенiе, нежели другiя, ибо при разрушенiи силикатныхъ минераловъ образуются самыя существенныя части почвы, какова глина, песокъ и т. п.

Силикаты бывають безводными и водными. *Безводныя силикаты* состоятъ изъ кремнезема въ соединенiи съ различными основанiями и по количеству кремнезема могутъ быть раздѣлены, хотя и не очень рѣзко другъ отъ друга, на:

1) *Силикаты кислыя или полевыя шпаты*, содержащiе 60—70% кремнезема, а изъ основанiй: Al_2O_3 (16—25%), Fe_2O_3 и FeO (1—3%), CaO (1—14%), MgO (до 1%), щелочи (1—12%). Смотря по основанiямъ, между полевыми шпатами можно отличать: щелочныя, наприм. ортоклазъ, сандинитъ, лейцитъ—содержащiе K_2O ; ольбитъ, олигоклазъ — натровыя полевыя шпаты; известковыя, наприм. апортитъ, лабрадоръ и пр.

2) *Силикаты основныя* содержатъ 30—50% кремнезема и много различныхъ основанiй, именно: Al_2O_3 (до 20%), Fe_2O_3 и FeO (до 20%), CaO (до 20%), MgO (10—20%), K_2O , Na_2O и пр. Сюда относятся весьма распространенныя силикаты авгита (пироксена) и роговой обманки (амфибола) съ различными видоизмѣненiями и промежуточными формами (гинерстенъ, диаллагъ и т. п.), далѣе къ основнымъ силикатамъ можно отнести гранатъ, оливинъ, энстодъ, турмалинъ и др.

3) *Слюды* характеризуются содержаниемъ 40—70% (въ среднемъ до 50%) кремнезема въ соединенiи съ Al_2O_3 , Fe_2O_3 или FeO, MgO, K_2O , Li_2O и листоватымъ (чешуйчатымъ) изломомъ (параллельною спайностью), т.-е. способны раскалываться на тончайшия пластинки; кристаллизуются, обладаютъ характернымъ блескомъ и различнымъ цвѣтомъ (бѣлымъ, желтоватымъ, красноватымъ и чернымъ). По химическому составу можно отличать: мусковитъ или калиевую слюду, бютитъ или магнезiальную слюду и лепидолитъ или литиистую слюду. Кромѣ этихъ трехъ группъ безводныхъ силикатовъ встрѣчаются минералы, состоящiе изъ свободной кремневой кислоты, наприм. кварцъ, опалъ, халцедонъ, агатъ и т. п.

Водные силикаты въ химическомъ отношеши сходны съ безводными, но въ числѣ другихъ основаній непременно содержатъ воду. Смотря по количеству основаній, водные силикаты могутъ быть простыми и болѣе сложными; къ первымъ, наприм., можно отнести каолинъ ($Al_2O_3 \cdot 2Si_2O \cdot 2H_2O$), талькъ ($H_2O \cdot 3MgO \cdot 4SiO_2$), серпентинъ ($3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), глауконитъ, хлоритъ и т. п. Водные силикаты сложнаго состава называются *цеолитами* или геолитами, потому что встрѣчаются въ почвѣ и представляютъ продукты химическаго измѣненія различныхъ породъ, при которомъ цеолиты образуются отъ взаимодействія кремнезема, воды и различныхъ основаній. По своему химическому составу цеолиты надо считать двойными и тройными солями кремнезема, въ которыя входитъ всегда водный кремнекислый глиноземъ. Цеолиты являются въ почвѣ очень важными соединениями, такъ какъ легко разлагаются, вследствие чего корни растений могутъ получать изъ нихъ необходимая питательныя вещества. Въ природѣ цеолиты встрѣчаются въ нѣкоторыхъ породахъ въ кристаллическомъ и аморфномъ видѣ.

Кромѣ силикатовъ въ составъ горныхъ породъ входятъ другіе минералы, не содержащие кремнезема, но важные по тому участию, которое они принимаютъ въ образованіи почвы. Главнѣйшими изъ нихъ будутъ: гипсъ ($CaSO_4 + 2H_2O$), образующій часто большія залежи, кальцитъ или известковый шпатъ ($CaCO_3$), доломитъ или двойное углекислое соединеніе извести и магнези ($CaCO_3 + MgCO_3$), образуетъ иногда мощные слои, апатитъ, состоящій изъ фосфорнокислой извести [$Ca_3 (PO_4)_2$] съ примѣсями (CaF_2 или $CaCl_2$) составляетъ часто самъ примѣсь въ горныхъ породахъ. Сюда же надо отнести желѣзняки разныхъ видовъ, таковы: красный желѣзнякъ или желѣзный блескъ состоитъ изъ безводной окиси желѣза (Fe_2O_3), бурый желѣзнякъ (лимонитъ) содержитъ водную окись желѣза, часто встрѣчается въ сырыхъ и болотистыхъ мѣстахъ (бобовая, болотная, луговая, ключевая руда), сѣрный или желѣзный колчеданъ (FeS_2) встрѣчается очень часто, какъ примѣсь въ породахъ, магнитный желѣзнякъ содержитъ окись и закись желѣза, также обыкновенная примѣсь, желѣзный шпатъ ($FeCO_3$) образуетъ плотныя округленныя массы, вивіанитъ или фосфорнокислое желѣзо [$Fe_3 (PO_4)_2 + 8H_2O$], часто попадаетъ на влажной луговой почвѣ и др. Менѣе важными будутъ различныя соединенія марганца, такъ какъ они рѣже и въ небольшомъ количествѣ попадаютъ въ горныхъ породахъ.

Горныя породы сами по себѣ представляютъ болѣе или менѣе плотныя образованія, которыя не могутъ доставить растениямъ удобнаго для укорененія мѣста, ибо корни не могутъ проникать и развиваться прямо въ массу камня, а съ другой стороны породы содержатъ въ себѣ питательныя вещества въ нерастворимомъ состояніи, а иногда и въ недостаточномъ количествѣ, или прямо непригодномъ для растений по своему составу. А потому корни растений могутъ пользоваться веществомъ горной породы съ большимъ трудомъ, да и то лишь тогда, когда имъ удалось проникнуть внутрь

самой породы. Но какъ только горныя породы начинаютъ разрушаться, то съ теченіемъ времени они могутъ превратиться въ болѣе или менѣе мелкую землестую массу. Если на извѣстномъ мѣстѣ образовалась такая землестая масса, то тамъ очень скоро распространяются растенія, а вмѣстѣ съ ними и животныя организмы. Такъ какъ продолжительность существованія растеній и животныхъ вообще очень ограничена, то они чрезъ болѣе или менѣе продолжительное время отмираютъ, а ихъ остатки подвергаются, также какъ и горныя породы, разрушительному дѣйствию различныхъ силъ природы. Горныя породы распадаются и измѣняются въ своемъ составѣ постепенно и очень медленно, растительныя и животныя организмы подвергаются той же участи, но сравнительно быстро. Способы разрушенія минеральныхъ и органическихъ остатковъ также различны, именно горныя породы измѣняются въ своемъ строеніи и составѣ посредствомъ процесса вывѣтриванія, растительныя и животныя остатки разрушаются посредствомъ процессовъ, извѣстныхъ подъ названіемъ глѣнія, гниенія и броженія. Результатомъ вывѣтриванія получается минеральная часть почвы, а слѣдствіемъ глѣнія, гниенія и броженія является органическая часть почвы или перегной.

Вывѣтриваніе. Вывѣтриваніе служитъ первою причиною образованія почвы. Горныя породы подъ влияніемъ различныхъ дѣятелей распадаются на болѣе или менѣе крупныя обломки, которые затѣмъ разрушаются далѣе и даютъ простыя химическія соединенія. Поэтому процессъ вывѣтриванія состоитъ существенно изъ двухъ рядомъ идущихъ процессовъ, именно распада порода на обломки и превращенія этихъ послѣднихъ въ почву. Кристаллическія и пластическія породы подвергаются одинаково дѣятелямъ вывѣтриванія и даже составныя части почвы относятся къ этимъ дѣятелямъ точно такъ же, какъ и твердыя каменныя массы. Но явленія, происходящія при вывѣтриваніи различныхъ породъ и образующіяся при этомъ вещества будутъ отличаться въ зависности отъ различія въ строеніи, физическихъ свойствахъ и химическомъ составѣ отдѣльныхъ породъ.

Вывѣтриваніе происходитъ подъ влияніемъ различныхъ дѣятелей, между которыми можно отличать физическіе (механическіе), химическіе, и наконецъ растительныя и животныя организмы принимаютъ немаловажное участіе въ процессахъ образованія почвы. Къ физическимъ дѣятелямъ относится температура, вода, вѣтеръ и т. п.

Дѣйствіе температуры обнаруживается въ слѣдующемъ. Отдѣльныя породы въ ихъ массѣ составлены не однородно; это особенно ясно замѣтно у сложныхъ кристаллическихъ породъ, наприм. у гранита, сіэнита, порфира и др.; простыя породы обладаютъ большею однородностью сложенія. Далѣе извѣстно, что различныя тѣла при нагреваніи способны не одинаково расширяться, или обладаютъ не одинаковымъ коэффициентомъ линейнаго и кубическаго расширенія. Поэтому если кака-либо порода, составленная изъ различныхъ минераловъ, нагревается солнцемъ, то происходитъ слѣдующее:

части породы, которая расширится всего сильнее от нагревания, будут оказывать давление на соседние частицы. Если, напротив, на породу действует холодъ, то тѣ ея частицы, которые сжимаются сильнее, будутъ вызывать притяженіе къ себѣ ближайшихъ частицъ. При продолжающемся дѣйствіи такого давления и сжатія мало-помалу будетъ обнаруживаться рыхлость породы, которая, при дальнѣйшемъ дѣйствіи тепла и холода, а также другихъ силъ, распадается на части. Породы, состоящія изъ минераловъ, которые обнаруживаютъ большое различіе по отношенію къ теплотѣ, должны всего сильнее подвергаться такому дѣйствію температуры. Кромѣ этого, при дѣйствіи теплоты на породы происходитъ еще другое явленіе, которое должно хотя очень медленно, но сильно содѣйствовать разрушенію камней. Если порода нагревается (лѣтомъ) и охлаждается (зимою), то наружные слои будутъ имѣть болѣе высокую температуру (лѣтомъ), или болѣе низкую (зимою), чѣмъ внутренне, по причинѣ плохой теплопроводности вещества горныхъ породъ, а вслѣдствіе этого наружные слои лѣтомъ сильно расширяются, тогда какъ въ глубже лежащихъ слояхъ такого расширения можетъ вовсе не быть; зимою, напротивъ, частицы наружныхъ слоевъ будутъ стремиться сблизиться другъ съ другомъ. Такимъ образомъ возникаетъ извѣстное напряженіе слоевъ породы, отчего она отслаивается, дуплится съ поверхности, обнажая внутренне слои, которые въ свою очередь подвергаются подобному же напряженію.

Слѣдовательно влияние теплоты на горныя породы состоитъ вообще въ томъ, что она нарушаетъ связь между частицами, вслѣдствіе чего происходитъ рыхлость и раздѣленіе ихъ другъ отъ друга, такъ какъ повышеніе и пониженіе температуры служатъ причиною того, что породы отъ неравномѣрнаго нагреванія и охлажденія, отъ переходовъ отъ тепла къ холоду, и обратно, даютъ трещины большей или меньшей величины, смотря по строенію породы, именно крупнозернистыя—большія и скорѣе чѣмъ мелкозернистыя, сланцеватыя породы легче отслаиваются, чѣмъ массивныя. Дѣйствіе температуры очевидно всего рѣзче будетъ обнаруживаться въ странахъ умереннаго пояса, гдѣ существуютъ большія различія между высокими и низкими температурами и гдѣ смена тепла и холода происходитъ быстро и постоянно.

Другою физическою причиною вывѣтриванія служитъ *вода*. Если разсматривать скалу на поверхности открытой воздуху, то замѣчается, что эта поверхность и поверхность свѣжаго излома имѣютъ не одинъ и тотъ же видъ,—въ большинствѣ случаевъ снаружи поверхность бываетъ болѣе или менѣе гладкою, а внутри шероховатою, у кристаллическихъ породъ въ изломѣ замѣчаются ясные кристаллы. Если допустить, что сглаживаніе свободно лежащихъ слоевъ породы сопровождалось извѣстными химическими процессами (разъданіемъ), то необходимо допустить также и то, что для этого нужна была прежде всего сила воды, которая, растворяя частицы камня и

двигаясь вниз, трещиной скваживала поверхность. Далѣе извѣстно, что различныя породы имѣютъ скважины и трещины. Въ большія трещины и щели вода проникаетъ очень легко, гораздо труднѣе она просачивается въ мелкія отверстія, но и въ нихъ всегда содержится извѣстное количество воды. Въ неглубокихъ слояхъ породы вода зимою скоро замерзаетъ, а такъ какъ уже при 4° С. вода имѣетъ наибольшую плотность, то при переходѣ въ ледъ она расширяется, причѣмъ оказываетъ такое сильное давленіе на частицы породы, что можетъ послѣдовать разрывъ содержащей ледъ массы. Этимъ дѣйствіемъ воды и мороза можно объяснить растрескиваніе камней зимою. Наконецъ механическое дѣйствіе воды проявляется въ ударѣ и трении, которое движущаяся вода оказываетъ на массу породы и ея обломки: такъ капли дождя долбятъ камни, теченіемъ воды въ рѣкахъ, ручьяхъ и т. п. разбиваются горныя породы, куски которыхъ уносятся, при движеніи трутся другъ о друга и еще болѣе измельчаются, смотря по твердости такихъ кусковъ. Этимъ путемъ произошли такъ-называемыя эрратическія валуны, находимыя въ сѣверныхъ и южныхъ частяхъ Европы; образованіе рѣчныхъ галекъ, гравія и т. п. объясняется подобнымъ же дѣйствіемъ воды.

Къ физическимъ дѣятелямъ вывѣтриванія надо отнести также различныя *вулканическія явленія*, въ слѣдствіе которыхъ происходитъ поднятіе, опусканіе, сдвиги, обвалы горныхъ породъ, которыя при этомъ должны терять первоначальное положеніе, строеніе и связь между частицами, что ведетъ неизбежно къ разрушенію породы. Далѣе подъ вліяніемъ растворенія и выщелачиванія составныхъ частей породы водою можетъ происходить, отъ дѣйствія силы тяжести, сползаніе породы въ нижележащія мѣста, обвалы и провалы, а все это ведетъ къ распаденію горныхъ породъ.

Наконецъ нельзя упускать изъ виду механическую силу *вѣтра* при вывѣтриваніи, такъ какъ онъ переноситъ не только мелкія частицы горныхъ породъ, но и болѣе крупныя (см. ниже).

Физическіе дѣятели однако не дѣйствуютъ односторонне, механически, они въ то же время производятъ и болѣе глубокія измѣненія въ составѣ горныхъ породъ: такъ, наприм., вода растворяетъ различныя составныя части породъ и даетъ начало новымъ соединеніямъ, — словомъ, производитъ химическія измѣненія. Поэтому всегда рядомъ съ физическимъ разрушеніемъ, т.-е. раздробленіемъ и измельченіемъ горныхъ породъ, происходитъ и химическіе процессы.

Къ химическимъ дѣятелямъ вывѣтриванія относятся различныя вещества, находящіяся въ атмосферномъ воздухѣ и въ естественныхъ водахъ. Вліяніе всѣхъ такихъ веществъ зависитъ существенно отъ ихъ состава, а потому необходимо разсмотрѣть ближайшія свойства этихъ дѣятелей.

Воздухъ состоитъ, какъ извѣстно, изъ кислорода и азота; кромѣ того въ немъ находятся углекислота, вода, амміакъ, азотистая, азотная кислоты и другія вещества, которыя обыкновенно содержатся въ росѣ, дождѣ, снѣгѣ и

другихъ атмосферныхъ осадкахъ. Составъ атмосфернаго воздуха измѣняется въ различныхъ мѣстахъ земной поверхности въ зависимости отъ широты, высоты надъ уровнемъ моря, надъ сушею и надъ водою и т. д. Въ среднемъ содержится: кислорода 20.₃₃—21.₀₁%, азота 77—79% по объему, углекислоты приходится 3—3.₃ на 1000 объемныхъ частей, или въ среднемъ 0.₀₁%.

Вода находится въ воздухѣ въ видѣ водянаго пара въ различномъ количествѣ, въ зависимости отъ температуры и атмосфернаго давленія; такъ въ одномъ кубическомъ метрѣ воздуха содержится воды: при —20°C.—1.₃ гр., при 0°—5.₄ гр., а при 35°C.—38.₁ грам.

Содержаніе связаннаго азота въ атмосферномъ воздухѣ измѣняется въ различныхъ предѣлахъ. Амміака находится, по изслѣдованіямъ Фрезениуса, въ 1 миллионѣ вѣсовыхъ частей воздуха днемъ 0.₀₀₈, ночью 0.₁₆₉, въ среднемъ 0.₁₃₃ част., по другимъ изслѣдованіямъ 0.₀₁₆₃—3.₆₈₀ вѣс. частей. Лѣтомъ содержаніе амміака въ воздухѣ и въ дождевой водѣ большее, чѣмъ зимою.

Азотная кислота попадаетъ съ дождемъ, причемъ въ первыхъ порціяхъ дождя ея (и амміака) всегда больше, чѣмъ въ послѣднихъ, а чѣмъ дольше идетъ дождь, тѣмъ бѣднѣе онъ бываетъ азотною кислотой. Буссенго нашелъ въ литрѣ дождя въ началѣ 1.₁₅—6.₃₉ mg. амміака, при долгомъ продолженіи дождя оно уменьшалось мало-помалу — отъ 0.₀₃ до 0.₃₆ mg. Въ водѣ росы Буссенго нашелъ амміака 1.₀₂—6.₂₀ mg., въ туманѣ—2.₂₆—49.₇₁ mg., въ водѣ изъ града—2.₀₈ mg., въ томъ числѣ около 0.₈₃ mg. азотной кислоты на литрѣ. По другимъ изслѣдованіямъ, содержаніе въ литрѣ дождевой и снѣговой воды колеблется: амміака отъ 0.₃₀ до 16.₃₀ mg., азотной кислоты 0.₃—16.₀ mg.

Въ воздухѣ содержатся въ видѣ пыли также твердые вещества, бактерии и т. п. Тиссандье нашелъ въ кубическомъ метрѣ воздуха надъ Парижемъ послѣ сильнаго дождя 0.₀₀₆ грам., послѣ 8-дневной засухи—0.₀₂₃ грам. пыли. Въ деревенскомъ воздухѣ нормальное содержаніе пыли равняется 0.₀₀₀₂₅; послѣ сильной засухи 0.₀₀₃—0.₀₀₆₃ грам. въ кубическомъ метрѣ. Пыль содержитъ 66—75% неорганическихъ и до 25—34% органическихъ веществъ. Содержаніе солей въ дождевой водѣ незначительно и измѣнчиво, но иногда увеличивается: такъ Маршанъ нашелъ въ 1 куб. метрѣ снѣговой воды 15.₆₃, а въ дождевой 10.₀₇ грам. сѣрниокислаго натра. Въ среднемъ на 1 гектаръ поверхности попадаетъ съ дождемъ не менѣе 16.₈ килограмм. твердыхъ веществъ въ годъ.

Однако не всѣ составныя части воздуха имѣютъ одинаковое значеніе при вывѣтриваніи. Азотъ воздуха самъ по себѣ относится совершенно безразлично къ горнымъ породамъ, но за то кислородъ оказываетъ громадное влияние на ихъ составъ.

Озонъ (и перекись водорода), образующійся въ воздухѣ, дѣйствуетъ окисляющимъ образомъ на горныя породы гораздо энергичнѣе, нежели обыкновенно.

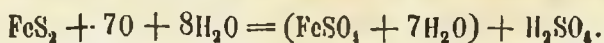
внешний кислородъ, несмотря на то, что озона въ воздухѣ мало. Содержание озона измѣняется въ зависимости отъ разныхъ условій: днемъ меньше, чѣмъ ночью; въ сѣвѣ, туманѣ, дождѣ и въ свѣжемъ вѣтрѣ болѣе, чѣмъ въ тихую погоду, зимою болѣе, чѣмъ лѣтомъ, въ лѣсу и въ деревнѣ болѣе, чѣмъ въ городахъ.

По изслѣдованьямъ проф. Шёне, перекись водорода принадлежитъ также къ нормальнымъ составнымъ частямъ атмосфернаго воздуха, но количество ея вообще весьма незначительно. Наблюденный максимумъ паробразной перекиси водорода составляетъ 1_4 сеп. въ 1000 кубич. метрахъ воздуха, въ дождѣ до 1_2 мг. въ литрѣ. Лѣтомъ болѣе, а зимою всего меньше.

Далѣе важное значеніе имѣютъ: CO_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4NO_2 , NH_4NO^3 и др. такъ какъ они дѣйствуютъ разлагающимъ образомъ на горныя породы. Впрочемъ, всѣ составныя части атмосфернаго воздуха не имѣютъ значительнаго вліянія, или даже совсѣмъ не дѣйствуютъ въ отсутствіе водяныхъ паровъ, такъ наприм. сухой кислородъ дѣйствуетъ очень слабо, между тѣмъ онъ является сильнымъ окисляющимъ веществомъ во влажномъ состояніи. Такъ какъ водяные пары воздуха растворяютъ различные газы, то атмосферныя осадки вообще при вывѣтриваніи должны имѣть большое значеніе.

Дѣйствіе кислорода на горныя породы состоитъ, главнымъ образомъ, въ томъ, что онъ окисляетъ закись желѣза и марганца. Породы, богатыя закисью желѣза (наприм. дюритъ содержитъ до $9_{.23}^{\circ}/_0$ FeO, мелафиръ до $10_{.37}^{\circ}/_0$, діабазъ до $14_{.70}^{\circ}/_0$, габбро до $9_{.42}^{\circ}/_0$, базальтъ до $13^{\circ}/_0$, слюдяной сланецъ до $6_{.51}^{\circ}/_0$, глинистый сланецъ $7_{.24}^{\circ}/_0$), подвергаются наиболѣе сильному вліянію кислорода, между тѣмъ какъ другія, богатыя полевымъ шпатомъ или окисленными соединениями вообще, менѣе подвержены его дѣйствію (гранитъ, трахитъ, гнейсъ и др.).

Если FeO превращается въ $\text{Fe}_2(\text{HO})_6$, то это можно замѣтить на поверхности породы по появленію на ней буроватыхъ пятенъ и полосъ, которыхъ раньше не было. Бишофъ находилъ такія пятна и штрихи въ срединѣ базальтовыхъ скалъ, изъ чего заключить, что вода, содержащая кислородъ, проникла черезъ трещины и поры внутрь породы, ибо въ отсутствіе влаги окисленіе FeO происходитъ очень трудно. Это же обстоятельство имѣетъ очень важное вліяніе на разрушеніе базальтовъ, потому что при переходѣ FeO въ Fe_2O_3 происходитъ увеличеніе объема окисляемаго вещества, вследствие чего возникаетъ давленіе на сосѣднія частицы породы, которая отъ этого становится рыхлою и распадается. Сѣрный или желѣзный колчеданъ (FeS_2) представляетъ вещество, которое въ природѣ часто подвергается окисляющему дѣйствію кислорода. Сѣрный колчеданъ входитъ въ видѣ примѣси въ различныя породы, но попадается въ значительномъ количествѣ и въ видѣ руды. Если кислородъ дѣйствуетъ на FeS_2 , то прежде всего образуются желѣзный купоросъ и свободная сѣрная кислота. Реакція можетъ быть выражена слѣдующимъ уравненіемъ:



Но свободная серная кислота въ большинствѣ случаевъ связывается находящеюся тамъ же углекислою известью, причемъ образуется



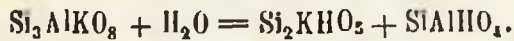
Сернокислая закись желѣза съ CaCO_3 также подвергается измѣненію



Но FeCO_3 , какъ соль закиси, подъ влияніемъ воды и кислорода превращается, въ концѣ концовъ, въ водную окись желѣза, т. е. FeCO_3 сначала растворяется въ углекислой водѣ, а затѣмъ, окисляясь и гидратируясь, даетъ $\text{Fe}_2(\text{HO})_6$, приблизительно: $2\text{FeCO}_3 + \text{CO}^2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{O} = \text{Fe}_2(\text{HO})_6 + 3\text{CO}_2$.

Водная окись желѣза, называемая бурнымъ желѣзникомъ, въ природѣ часто встрѣчается въ видѣ руды, залегающей прямо въ известнякѣ.

Дѣйствіе воды при вывѣтриваніи будетъ совершенно одинаково, находится ли она въ видѣ водяного пара, или въ видѣ капельножидкой воды, въ томъ и другомъ случаѣ она насыщается различными газами и растворяющимися въ ней веществами, вследствие чего ея химическое дѣйствіе увеличивается. Содержание въ водѣ газовъ увеличиваетъ ея растворяющее дѣйствіе, позволяетъ ей вступать въ реакціи взаимнаго обмѣна, окислять, вытѣснять одни соединения и давать начало другимъ. Наконецъ, важное значеніе воды состоитъ въ образованіи водныхъ силикатовъ, такъ наприм. вода разлагаетъ полевои шпатъ:



Растворяющее дѣйствіе воды имѣетъ большое значеніе при вывѣтриваніи. Но, какъ извѣстно, силикаты въ водѣ не растворяются, однакожъ растворимость ихъ возрастаетъ, если вещество было мелко раздроблено. Доказательствомъ служить то, что тонкій порошокъ стекла, обработанный водою при кипяченіи въ теченіе 3 часовъ, не только растворился въ водѣ, но и подвергся разложенію. Именно подъ дѣйствіемъ воды стекло разлагается на растворимое и нерастворимое соединеніе, такъ наприм. изъ 5,3810 грам. стекла, прокипяченнаго 3 раза по три часа съ водою, растворилось до 0,3881—1,491% всего вещества.

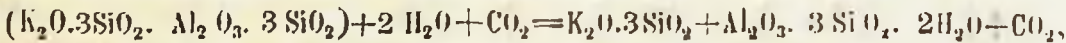
По опытамъ Дитриха, при дѣйствіи 150 ссм. воды, не содержащей CO_2 , на 200 грам. измельченнаго порфира, въ продолженіе 3 мѣсяцевъ перешло въ растворъ 0,020 граммовъ. Велеръ обрабатывалъ апофиллитъ, цеолитоподобный минераль, горячею водою. Минераль растворялся очень трудно въ водѣ, но, тѣмъ не менѣе, Велеру удалось изъ раствора выдѣлать вновь кристаллы апофиллита. Гаусгоферъ помѣщалъ мелко измельченный гранитъ въ дистиллированную воду, количество которой было взято въ 25 разъ больше, чѣмъ гранита, и оставлялъ смѣсь на 8 дней. При этомъ изъ 10000 частей различныхъ гранитовъ перешло въ растворъ K_2O отъ 31 до 42 частей. Но особенно интересные опыты надъ влияніемъ воды на разложеніе

полевого шпата принадлежать Дамбре. Онъ помѣщалъ куски ортоклаза въ желѣзныи цилиндръ съ водою и приводилъ его въ такое быстрое вращеніе, чтобы каждая точка поверхности цилиндра проходила въ часъ путь около 2550 метровъ. При такомъ вращеніи частицы минерала подвергались сильному тренію, превращаясь въ тонкій порошокъ, который при этихъ условіяхъ могъ хорошо растворяться и разлагаться водою. Именно, въ одномъ опытѣ 3 килограм. ортоклаза въ продолженіе 192 часовъ вращались съ 5 литрами воды, послѣ чего образовалось 2,72 килограм. ила, а въ растворѣ 12,6 килограм. кремнекислого калия, кромѣ того незначительное количество глинозема. Такимъ образомъ полевои шпаты подвергся разложенію: кремнекислый калий перешелъ въ растворъ, а кремнекислый глиноземъ остался въ смѣси съ неразложившеюся массою полевого шпата въ видѣ тонкаго ила. Эти опыты наглядно показываютъ механическое и химическое значеніе воды при вывѣтриваніи горныхъ породъ и минераловъ, которое въ природѣ совершается, разумѣется, медленнѣе, нежели въ указанныхъ условіяхъ опытовъ.

Угольная кислота можетъ дѣйствовать очень энергично на самые разнообразныя горныя породы и минералы. Такое дѣйствіе ея облегчается способностью горныхъ породъ сгущать на своей поверхности различныя газы: такъ, наприм., по опытамъ Соссюра одинъ объемъ глинистаго сланца сгущаетъ на своей поверхности при 15° 2 объема CO_2 , 113 объемовъ NH_3 , 0,7 объема O ; кварцъ сгущаетъ 0,6 объема CO_2 , 10 объемовъ NH_3 , 0,12 O . Углекислота содержится въ воздухѣ въ незначительномъ количествѣ, но за то во всѣхъ естественныхъ водахъ содержаніе ея велико и даже дождевая вода при паденіи захватываетъ изъ воздуха CO_2 и, проникая въ самыя узкія щели и трещины горныхъ породъ, производитъ тамъ разлагающее дѣйствіе. Углекислота легко растворяется въ водѣ и потому дѣйствіе углекислой воды при вывѣтриваніи имѣетъ первенствующее значеніе. Дѣйствіе существенно состоитъ въ томъ, что углекислота отнимаетъ основанія отъ солей, входящихъ въ составъ горныхъ породъ, образуя кислыя углекислыя соли, растворимыя въ водѣ. Такъ, наприм., если углекислая вода приходитъ въ соприкосновеніе съ известнякомъ, то при этомъ происходятъ два процесса: прежде всего свободная CO_2 присоединяется къ CaCO_3 , образуя кислую углекислую известь, которая, будучи растворима въ водѣ, выщелачивается изъ известняка. Такое выщелачиваніе имѣетъ большое вліяніе на вывѣтриваніе известковой породы, такъ какъ, вълѣдствіе растворенія известной массы вещества, строеніе породы становится все рыхлѣе и рыхлѣе и наконецъ она совершенно распадается. Точно такимъ же образомъ углекислая вода дѣйствуетъ на такія породы, которыя состоятъ изъ песчаной массы, связанной известковымъ цементомъ. Подъ дѣйствіемъ CO_2 цементъ растворяется и порода рассыпается, слѣдовательно прямо образуется песчаная почва. Также можетъ происходить и разложеніе силикатовъ, по хими-

ческие процессы, которые при этомъ происходятъ, будутъ обуславливаться составомъ силикатовъ и способностью ихъ къ разложению при выветривании.

Если вода, содержащая углекислоту, действуетъ на полевой шпатъ, то происходитъ разложение его на два соединения: растворимую кремниекислую щелочь и водный кремниекислый глиноземъ или каолинъ, не растворимый въ водѣ, наприм.



кремниекислая же щелочь подь влияниемъ углекислоты разлагается далѣе на углекислую щелочь и кремнеземъ, углекислая щелочь растворяется въ водѣ и выщелачивается изъ полевого шпата, такъ что конечными продуктами разложения являются кремнеземъ (песокъ) и каолинъ. Химический составъ полевого шпата (ортоклаза) измѣняется при этомъ такъ:

Ортоклазъ до выветриванія	послѣ выветриванія.	
Кремнезема	64,2 ⁰ / ₁₀₀	23,1 ⁰ / ₁₀₀
Глинозема	18,4	18,4
Щелочей	17	1,1
Воды	0	6,4

При этомъ однако не образуется чистаго каолина, потому что къ нему всегда будутъ примѣшиваться посторонннн вещества, наприм. остатки не разложившагося минерала, песокъ, окисъ желѣза и т. п. На это указываютъ многія глинистыя почвы, которые въ сущности состоятъ именно изъ продуктовъ разложения полевыхъ шпатовъ, или горныхъ породъ, ихъ содержащихъ, и глина, входящая въ составъ такихъ почвъ, представляетъ поэтому смѣсь каолина съ различными веществами, не подвергшимися еще выветриванію, или по своей природѣ неспособными къ дальнѣйшему разложению.

Подобно ортоклазу будутъ выветриваться и другіе полевые шпаты, съ тѣмъ лишь отличіемъ, что въ зависмости отъ состава могутъ происходить различныя продукты. Такъ лейцитъ или кальевый полевой шпатъ ($Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 + K_2O \cdot SiO_2$) превращается, подобно ортоклазу, въ каолинъ и кремнеземъ; альбитъ ($Al_2O_3 \cdot 3SiO_2 + Na_2O \cdot 3SiO_2$), олигоклазъ и другіе полевые шпаты, содержащіе кремниекислый натрій, даютъ тѣ же продукты, но выветриваются вообще скорѣе, нежели кальевые безводные силикаты. Слѣдующіе опыты Г. Мюллера показываютъ способность разложения безводныхъ силикатовъ подь влияниемъ углекислой воды. Онъ обрабатывалъ различныя минералы, въ продолженіе 7 недѣль, углекислою водою подь давлениемъ 3½ атмосферъ и опредѣлялъ затѣмъ количество перешедшихъ въ растворъ соединений, при этомъ растворилось изъ:

	SiO ₂ .	Al ₂ O ₃ .	K ₂ O.	Na ₂ O.	MgO.	CaO.	FeO.	Сумма.
Адуляра	0,135	0,137	1,333	—	—	слѣды	слѣды	0,328
Олигоклаза	0,237	0,171	слѣды	2,367	—	3,213	слѣды	0,333

	SiO ₂ . Al ₂ O ₃ .	K ₂ O.	Na ₂ O.	MgO.	CaO.	FeO.	Сумма.
Роговой обманки	0,415 слѣды	—	слѣды	слѣды	8,528	4,222	1,536
Авгита	слѣды	—	—	—	—	0,942	0,307
Оливинна	0,373	—	—	1,221	слѣды	8,733	2,111
Серпентина	0,351	—	—	2,619	—	1,327	1,211

Сумма показывает процентное количество всего минерала, перешедшее въ растворъ. Изъ этихъ данныхъ слѣдуетъ, что адуляръ, какъ болѣе богатый кремнеземомъ полевои шпаты, разлагается труднѣе олигоклаза, бѣднаго SiO₂, вообще силикаты содержаще моноксиен, особенно СаО и FeO, растворяются легче, чѣмъ содержаще высшия степени окисленія, наприм. Al₂O₃, котораго растворяется очень мало (изъ 10 грам. адуляра 2,5 mg., изъ 9 грам. олигоклаза только 5 mg.) что можно объяснить незначительнымъ раствореніемъ щелочей, такъ какъ глиноземъ можетъ перейти въ растворъ только при содѣйствіи послѣднихъ. Силикаты, содержаще натрій и бѣдные SiO₂ (основные), вообще разлагаются углекислою водою легче, чѣмъ содержаще калии и богатые SiO₂ (кислые), при этомъ на скорость разложенія вліяетъ видъ поверхности, строеніе минераловъ и т. п.

Реакціи разложенія щелочныхъ полевыхъ шпатовъ совершаются, впрочемъ, не всегда съ одинаковою интенсивностью и однообразіемъ. Бишоффъ указываетъ на слѣдующія отношенія, имѣющія мѣсто при вывѣтриваніи щелочныхъ полевыхъ шпатовъ. Такъ если углекислая вода дѣйствуетъ на натровый полевои шпаты, наприм. ортоклазъ, то здѣсь можно ждать, кромѣ образованія каолина, также SiO₂ и Na₂CO₃, послѣдній долженъ выщелачиваться изъ олигоклаза, причемъ количество его относительно SiO₂ должно все уменьшаться, а количество остающагося кремнезема будетъ соотвѣтственно возрастать. Однако многочисленныя изслѣдованія показали, что въ водѣ всегда находится также и SiO₂ и Na₂CO₃, причемъ количество кремнезема въ присутствіи углекислой щелочи должно увеличиваться, между тѣмъ какъ оно въ большинствѣ случаевъ бываетъ значительно меньше, чѣмъ углекислой щелочи, т. е. что при разложеніи силиката только небольшое количество свободной SiO₂ растворяется и отчасти соединяется съ углекислою щелочью, образуя кремнекислую щелочь, большая же часть SiO₂ остается въ нерастворимомъ состояніи. Эти отношенія подтверждаются растворимостью SiO₂ и Na₂CO₃, именно 1 часть послѣдняго растворима въ 6 частяхъ воды, тогда какъ для растворенія 1 части SiO₂ требуется не менѣе 10000 частей воды. Слѣдовательно углекислая вода, дѣйствующая въ относительно небольшомъ количествѣ на полевошпатовыя породы, можетъ легко растворять образующіяся при разложеніи углекислыя соли, но лишь весьма незначительную часть свободной SiO₂. Оставшаяся SiO₂ входитъ въ составъ каолина, то-есть превращается въ нерастворимое состояніе. Нѣсколько иначе должно происходить разложеніе полевого шпата, если на него будетъ дѣйствовать не углекислая вода, но обыкновенная вода атмо-

сферныхъ осадковъ съ незначительною примѣсю CO_2 . Въ такомъ случаѣ при дѣйствіи относительно большой массы воды будетъ разлагаться лишь незначительное количество полевого шпата и возможно, что рядомъ съ углекислыми щелочами образующаяся свободная SiO_2 будетъ растворяться въ массѣ воды. Чѣмъ бѣднѣе будетъ вода углекислотою, тѣмъ болѣе продукты разложения могутъ удаляться и тѣмъ болѣе остающийся при вывѣтриваніи продуктъ будетъ приближаться къ чистому водному кремнекислому глинозему.

Съ разложениемъ щелочныхъ полевыхъ шпатовъ очень сходно вывѣтриваніе силикатовъ, содержащихъ известь. Такъ, при разложении лабрадора и анортита образуется также, какъ и при вывѣтриваніи ортоклаза, олигоклаза и др., каолинъ. Различіе заключается лишь въ томъ, что образующаяся при этомъ CaCO_3 не такъ легко, какъ углекислая щелочь, растворяется въ водѣ, а потому каолинъ, образующійся при вывѣтриваніи, наприм. лабрадора, долженъ быть смѣшанъ частью съ CaCO_3 , частью съ SiO_2 . Такъ, наприм. анализъ вывѣтривающагося и невывѣтривающагося лабрадора, который въ томъ и другомъ случаѣ былъ обработанъ соляною кислотою для опредѣленія количества CaCO_3 , далъ слѣдующія числа:

Лабрадоръ.		
	невывѣтр.	вывѣтривш
SiO_2	51,59	56,01 ⁰ ₀
Al_2O_3	} 23,52	20,64
Fe_2O_3		2,50
CaO	8,76	—
MgO	1,32	0,21
Щелочей	8,86	9,23

Соляная кислота растворила:

CaCO_3	2,36	4,87
MgCO_3	0,87	0,37
Fe_2O_3	1,32	1,58
H_2O	0,71	1,21
Потеря	1,42	3,35

Отсюда видно, что лабрадоръ содержитъ известное количество извести, растворимой въ соляной кислотѣ; эта известь находилась въ формѣ CaCO_3 и известковый силикатъ долженъ былъ подвергаться энергичному дѣйствію CO_2 ; образовавшаяся CaCO_3 частью выщелочилась углекислою водою, частью осталась въ каолинѣ. Кроме того, вывѣтрившійся лабрадоръ былъ процентно богаче щелочами, чѣмъ первоначальный минералъ, что указываетъ на то, что данный известковый силикатъ также мало сопротивляется вывѣтриванію, какъ и щелочнымъ.

Вывѣтриваніе авгитовъ, гиперстена и роговой обманки въ общемъ сходно. Авгитъ представляетъ минералъ богатый CaO , MgO и FeO , но бѣдный щело-

чами. Выше было замѣчено, что вывѣтриваніе минераловъ, содержащихъ закись желѣза, состоитъ существенно въ образованіи окиси желѣза, а поэтому въ вывѣтривающемся авгитѣ часто замѣчается выдѣленіе $Fe_2(НО)_6$. По мѣрѣ образованія послѣдней, разложеніе авгитовъ ускоряется подѣ дѣйствіемъ углекислой воды. Такъ составъ авгита до и послѣ вывѣтриванія былъ:

Авгитъ.	До вывѣтр.	Послѣ вывѣтр.
SiO_2	47,37	58,08%
Al_2O_3	5,52	0,17
Fe_2O_3	3,87	—
CaO	19,10	11,21
MgO	15,86	22,88
FeO	7,89	5,30
MnO	0,10	0,65
H_2O	0,14	3,11

Слѣдовательно при вывѣтриваніи разлагается известковый силикатъ, образуется $CaCO_3$, причемъ удаляется и SiO_2 , вмѣстѣ съ тѣмъ продуктъ вывѣтриванія становится процентно богаче MgO , изъ чего слѣдуетъ, что абсолютное содержаніе магнѣзии должно уменьшаться, вмѣстѣ съ этимъ надо признать, что при разложеніи авгита на него дѣйствуетъ вода, содержащая въ растворѣ магнѣзію. Часть известки замѣщается магнѣзіею, $CaCO_3$ выщелачивается, а магнѣзійный силикатъ остается не растворимымъ, отчего вывѣтривающіеся продуктъ обогащается магнѣзіею. Углекислая вода, дѣйствуя энергично на разложеніе известкового силиката, труднѣе разлагаетъ магнѣзійный, а это и вліяетъ на обогащеніе авгита магнѣзіею послѣ вывѣтриванія.

Эти отношенія объясняютъ, почему въ природѣ часто попадаются простой магнѣзійный силикатъ и, напротивъ, рѣдко известковый: образованіе послѣднѣго можетъ произойти при дѣйствіи CO_2 въ особыхъ условіяхъ, при выщелачиваніи изъ породъ обѣихъ силикатовъ и отложенія известкового силиката, въ видѣ, наприм., воластонита. Гораздо чаще будетъ отлагаться $CaCO_3$ въ большихъ массахъ, $MgCO_3$ въ относительно меньшихъ, а чаще въ видѣ магнѣзійнаго силиката. Относительно вывѣтриванія авгитовъ надо еще замѣтить, что при этомъ происходитъ присоединеніе воды, а закись желѣза окисляется или въ Fe_2O_3 и остается въ минералѣ, или разлагается съ образованіемъ $FeCO_3$, которое выщелачивается углекислою водою изъ первоначальнаго минерала.

Изъ роговыхъ обманокъ вывѣтриваются легче тѣ, которыя содержатъ CaO и FeO ; продукты вывѣтриванія получаютъ различные, послѣднимъ будетъ смѣсь глины съ магнѣзійнымъ силикатомъ, болѣе или менѣе богатая желѣзомъ и известью, смотря по тому окисляется ли FeO въ $Fe_2(НО)_6$, или вмѣстѣ съ известью выщелачивается углекислою водою въ видѣ $CaCO_3$ и $FeCO_3$.

Процессы выветривания слюды вообще мало известны. Несомненно только то, что этот родъ минераловъ разлагается очень трудно и медленно, сравнительно съ другими силикатами. Труднѣ всего выветривается калиевая слюда и тѣмъ хуже, чѣмъ менѣе въ ней содержится примѣсей натрія и калия. Быстрѣ выветривается магнезiальная слюда главнымъ образомъ потому, что въ ней находится FeO. Конечными продуктами выветривания будутъ: слюдяной песокъ и желѣзистая глина, состоящая изъ окиси желѣза, силикатовъ глинозема и магнезии.

Галькъ, хлоритъ и серпентинъ также трудно поддаются разложению углекислою водою, — это зависитъ отъ преобладанія въ нихъ магнезiальнаго силиката. Гранатъ, подобно другимъ основнымъ силикатамъ, выветривается сравнительно быстрѣ, такъ какъ содержитъ значительное количество CaO, FeO и MnO и легко подвергается дѣйствию углекислой воды. Оливинъ, несмотря на то, что онъ содержитъ много кремниевой магнезии, выветривается легко, благодаря присутствію закиси желѣза.

Изъ другихъ важнѣйшихъ составныхъ частей горныхъ породъ кварцъ вовсе не подвергается химическимъ дѣтелямъ выветриванія, онъ лишь механически измельчается и образуетъ различныхъ сортовъ песокъ (крупный, средний и мелкій, а также песчаную илль).

Но выветриваніе различныхъ силикатовъ не ограничивается только образованіемъ такихъ продуктовъ, какъ каолинъ, кремнеземъ, кремниевыя щелочи, углекислыя соли и другія соединения, происходящія подъ влияніемъ CO₂, H₂O, O и прочихъ дѣтелей. Оно продолжается далѣе и состоитъ въ томъ, что образовавшіеся конечные продукты дѣствуютъ между собою, а также на не измѣнившуюся еще породу, при чемъ возникаютъ различныя реакціи соединенія и взаимнаго обмена, результатомъ которыхъ являются очень важныя соединения, въ томъ числѣ цеолиты. Такъ, отъ взаимодѣйствія кремниевыхъ щелочей съ кремниевымъ глиноземомъ образуются двойные водныя силикаты или щелочные цеолиты состава: Si₃O₁₀K₂Al₂.2H₂O.

Но при выветриваніи могутъ образоваться не только щелочные, но и известковые цеолиты: если разложению подвергается, наприм., известковый полевой шпатъ, то кремниевый глиноземъ, соединяясь съ кремнивою известью, можетъ дать цеолитъ такого состава: Si₃O₁₀CaAl₂.2H₂O. Кроме того отъ взаимодѣйствія различныхъ другихъ соединений возможно ждать образованія и болѣе сложныхъ водныхъ силикатовъ.

Изъ разсмотрѣнія процессовъ выветриванія различныхъ минераловъ можно предвидѣть, въ чемъ должно состоять *разложеніе горныхъ породъ*. Въ частности же измѣненіе кристаллическихъ и пластическихъ породъ будетъ обуславливаться ихъ составомъ и строеніемъ. Породы, составленныя изъ легко разрушающихся минераловъ, распадаются прямо въ щебень (дресву) подъ влияніемъ воды, проникающей внутрь породы. Это распаденіе на болѣе или менѣе мелкіе куски совершается скоро: такъ въ гранитъ, богатомъ

олитоклазомъ, превращене въ щебень, содержащій много вывѣтрившагося полевого шпата, совершается легко, при чемъ слюда и въ особенности кварцъ остаются почти неизмѣнными. Нѣкоторые слѣдствія при вывѣтриванн также распадаются въ щебень, именно тѣ, которые содержатъ, рядомъ съ ортоклазомъ, много богатой FeO роговой обманки, быстрое разложение послѣдней содѣйствуетъ скорому распаденно породы на совершенно вывѣтрившися и почти совсѣмъ не вывѣтрившися обломки. Въ слоистыхъ породахъ образованне обломковъ сильно зависитъ отъ строения и при извѣстномъ положенн породы отдѣленне слоевъ ея, наприм. подѣ дѣйствемъ температуръ и воды, можетъ происходить очень скоро. Вообще у всѣхъ тѣхъ породъ масса которыхъ болѣе или мене одинакова, вывѣтриванне происходитъ скоро, или у тѣхъ, которые по своей структурѣ и спайности образуютъ поры, трещины и слои, вывѣтриванне происходитъ равномерно съ поверхности внутрь. Если порода покрылась уже слоемъ продуктовъ вывѣтриванн, то разрушенне ея ускоряется.

Вывѣтриванне простыхъ породъ существенно зависитъ отъ химическаго состава вещества породы, или содержащихся въ ней примѣсей и образованн дѣятельныхъ продуктовъ разложения. Изслѣдованн Э. Вольфа надъ доломитовыми слоями раковистаго известняка въ Вюртембергѣ ясно указываютъ на значенне состава простыхъ породъ для ихъ разрушенн. Онъ анализировалъ три лежащихъ другъ надъ другомъ слоевъ, изъ которыхъ первый представлялъ тонко измельченную породу, второй слой состоялъ изъ рыхлой, но еще связной, въ изломѣ землистой, массы, наконецъ самый верхннй слой, лежащн на первыхъ двухъ, состоялъ изъ плодородной земли, которая однако имѣла маленькн рыхлыя частицы породы. Изъ анализовъ видно, что во время вывѣтриванн CaCO_3 должна была въ замѣтномъ количествѣ исчезать изъ породы, напротивъ MgCO_3 въ первый перюдъ разложения убывала въ меньшемъ количествѣ. Это явленне объясняется отношеннми доломитовъ къ кислотамъ, изъ которыхъ явствуетъ, что эти породы, при обработкѣ искусною кислотой отдають преимущественно известъ. Виннофъ также нашелъ, что при обработкѣ известняковъ, содержащихъ магнезну, углекислою водою выщелачивается почти только CaCO_3 . Во второй перюдъ вывѣтриванн, слѣдовательно при образованн третьяго слоя (верхняго) изъ второго, карбонаты стоятъ другъ къ другу въ такомъ же почти отношенн, въ какомъ они находятся въ нормальномъ доломитѣ. При дальнѣйшемъ разложении породы продукты вывѣтриванн очевидно должны обогащаться глинистыми и песчаннстыми частицами, содержание же кали увеличивается, равно какъ и фосфорной кислоты.

Вывѣтриванне известняковъ происходитъ еще скорѣе, чѣмъ доломитовъ, такъ какъ содержащаяся въ нихъ CaCO_3 выщелачивается углекислою водою, вследствие чего порода распадается. Такому же выщелачиванно будутъ подвергаться и другня породы, наприм. мергели или рухляки, богатые CaCO_3 ,

такимъ же путемъ будутъ выветриваться фосфориты, состоящие изъ песку, связаннаго $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, послѣдняя растворяется въ углекислой водѣ, отчего образуется песокъ и растворимая фосфорная кислота въ видѣ известковой соли.

Выветриваніе сланцеватыхъ простыхъ породъ, наприм. тальковаго, хлоритоваго, авгитоваго сланцовъ, будетъ зависетьъ отъ разлагаемости существенныхъ минераловъ, входящихъ въ ихъ составъ (авгита, талька, хлорита и т. н.), но несомѣнно, что на степень выветриванія всѣхъ подобныхъ породъ будетъ сильно вліять ихъ сланцеватая структура, которая облегчаетъ проникновеніе дѣятелей выветриванія внутрь породы и распадене послѣдней на болѣе или менѣе тонокія пластинки, которыя, раздробляясь далѣе, будутъ скорѣе подвергаться дѣйствію углекислой воды, нежели въ массѣ породы.

Измѣненія, которымъ подвергаются сложныя кристаллическія породы, въ общемъ находятся въ зависимости отъ выветриванія составляющихъ ихъ минераловъ. Такъ, въ гранитѣ прежде всего выветривается полевой шпатъ (олигоклазъ, а затѣмъ ортоклазъ), продукты котораго, кремнеземъ и каолинъ, частью уносятся водою, частью остаются на мѣстѣ, между тѣмъ какъ слюда еще сохраняетъ свои нормальныя свойства. Кварцъ представляется совершенно неизмѣнившимся, или подвергается лишь механическому измельченію, но небольшая часть его, подъ дѣйствіемъ углекислыхъ щелочей, можетъ переходить въ растворъ. Въ природѣ часто попадается гранитъ (наприм. раппа-киви), въ которомъ находится каолинъ и мало измѣнившіяся зерна кварца и листочки слюды, между ними замѣчаются также и не выветрившіяся зерна полевого шпата (ортоклаза). Общій ходъ выветриванія гранита, по изслѣдованіямъ Фукса, состоитъ въ томъ, что при разложеніи гранита часть основаній удаляется, причемъ происходитъ относительное обогащеніе выветривающагося гранита SiO_2 , известъ превращается въ CaCO_3 и выщелачивается, калий соединяется съ CO_2 и дѣйствуетъ на другія основанія. Содержаніе натрія въ продуктѣ выветриванія повышается, что быть можетъ зависитъ отъ образованія NaCl , который разлагаетъ, какъ извѣстно, кремнекислый калий, причемъ образуется KCl и кремнекислый натрій, остающійся въ продуктахъ выветриванія. Изъ другихъ сложныхъ породъ хорошо изучены процессы выветриванія базальта. По изслѣдованіямъ Пегельса, разрушеніе этой породы, вслѣдствіе содержанія въ ней разнообразныхъ примѣсей и закиси желѣза, происходитъ весьма сильно: такъ, наприм., при изслѣдованіи базальта изъ Саксонскаго Эрцгебирге въ разныхъ стадіяхъ выветриванія оказалось, что верхніе слои породы болышею частью сильно разложились отъ дѣйствія углекислой воды, просачивавшейся въ базальтъ, закись желѣза, превращаясь въ окись, содѣйствовала разрушенію массы, щелочи и щелочныя земли мало-помалу выщелачивались, вмѣстѣ съ частью кремнезема, но при этомъ происходило образованіе воднаго кремнекислаго глинозема, на что указываетъ обо-

гащение глинистой массы, происходящей изъ базальта, кремнеземомъ, глиноземомъ и водою. Изъ составныхъ частей базальта прежде всего вывѣтривается авгитъ, вслѣдствіе чего поверхность породы становится бурой; при смываніи этой бурой массы авгитъ разлагается далѣе, остающіеся лабрадоръ вывѣтривается медленно и придаетъ породѣ сѣрый цвѣтъ, свойственный поверхности базальта, находящагося въ періодѣ разложенія.

Порфиры вывѣтриваются сравнительно легко, благодаря содержанію полевого шпата, такъ что въ концѣ концовъ получается каолинъ съ заключенными въ немъ зернами кварца.

Трахитъ, содержащій санидинъ и другіе щелочные полевые шпаты, вывѣтривается хорошо, особенно благодаря своей пористости. Сіэнитъ вывѣтривается вообще достаточно, но роговая обманка не выольѣ, вслѣдствіе чего продукты вывѣтриванія сіэнита состоятъ изъ зеленой глинистой массы. Діоритъ вывѣтривается трудно, такъ какъ содержащееся въ немъ олигоклазъ и лабрадоръ измѣняются медленно, нежели полевой шпатъ сіэнита. Долеритъ рѣдко образуетъ почву, но присутствіе въ немъ углекислыхъ солей (наприм. CaCO_3 , FeCO_3) указываетъ на его легкую разрушаемость подѣ дѣйствіемъ углекислой воды. Вывѣтриваніе мелафира совершается легко, благодаря его разнообразному составу и особенностямъ въ строеніи.

Разрушеніе гнейса происходитъ аналогично граниту, но если онъ содержитъ больше слюды, чѣмъ полевого шпата, то вывѣтривается мало, но за то легко распадается въ мелкіи щебень подѣ влияніемъ воды, которая, при замерзаніи внутри породы, способствуетъ раскалыванію гнейса, благодаря его слоистому сложенію.

Вывѣтриваніе осадочныхъ или цементированныхъ обломочныхъ породъ происходитъ вообще легче, чѣмъ кристаллическихъ, но здѣсь полнота и скорость вывѣтриванія зависятъ какъ отъ свойствъ основного вещества, такъ и отъ цемента породы. Такъ песчаники, состоящіе изъ кварцевыхъ зеренъ, соединенныхъ между собою глинистымъ, кремнистымъ или известковымъ цементомъ, разрушаются легко при вывѣтриваніи одного только цемента; именно если онъ состоитъ изъ извести, то при дѣйствіи углекислой воды она легко выщелачивается изъ песчаника, отчего послѣдній рассыпается. Но если цементъ будетъ глинистый, то разрушеніе его происходитъ не такъ скоро. Очевидно, что песчаники вообще будутъ давать не плодородную почву, но чѣмъ больше въ немъ остается цемента, особенно глинистаго, чѣмъ больше въ немъ второстепенныхъ составныхъ частей, тѣмъ выше должно быть качество образуемой изъ песчаника почвы. Э. Вольфъ извѣдовалъ куски песчаника, составляющаго материнскую породу, далѣе подпочву лежавшую на ней и самый верхній слой или почву. Составъ всѣхъ этихъ слоевъ не обнаружилъ рѣзкаго различія: порода и продукты ея вывѣтриванія содержали, наприм., почти одинаковыя количества кали, причемъ въ послѣднихъ его находилось больше въ растворимомъ видѣ, нежели въ породѣ; содержаніе

фосфорной кислоты въ почвѣ и подпочвѣ также было несколько больше, чѣмъ въ подстилавшемъ ихъ песчаникѣ. И все-таки образовавшаяся изъ послѣдняго почва хотя и обладала удовлетворительными физическими свойствами, но была относительно бѣдна питательными для растений веществами.

Вывѣтриваніе глинистыхъ породъ, наприм. глинистаго сланца, происходитъ трудно, такъ какъ эти породы существенно состоятъ изъ индифферентнаго кремнекислаго глинозема, который не способенъ вывѣтриваться подъ влияшемъ химическихъ дѣятелей. Но если глинистыя породы болѣе или менѣе богаты силикатами, то онѣ могутъ разрушаться. Непосредственно же глинистыя породы подвергаются сильному механическому радробленію, которое объясняется ихъ слоистымъ строеніемъ, а потому дѣйствіе воды, мороза и т. п. происходитъ легко и порода распадается на мелкіе обломки.

Кромѣ физическихъ и химическихъ дѣятелей, вывѣтриваніе горныхъ породъ въ значительной степени зависитъ отъ растений, которыя и механически и химически содѣйствуютъ разрушенію породъ и превращенію ихъ въ почву.

Дѣйствіе растительности можетъ быть прямое и косвенное: прямое вліяніе растения производятъ во время ихъ развитія на горныхъ породахъ, косвенное же состоитъ въ томъ, что отмирающія части растений, подвергаясь гниенію, образуютъ различныя вещества, которыя химически содѣйствуютъ разложенію горныхъ породъ. На совершенно голыхъ скалахъ очень часто поселяются лишайники (особенно такъ-называемые шишучіе лишай, Graphis, Oregographis и др.); дѣйствіемъ кислыхъ соковъ, въ нихъ содержащихся, они мало-помалу разъѣдаютъ самыя твердыя каменныя поверхности, на которыхъ, вслѣдствіе этого, образуется тонкій землистый слой, состоящій изъ остатковъ лишайниковъ въ смѣси съ веществомъ породы. На такомъ слое могутъ затѣмъ укорениться другія споровыя растения, наприм. мхи, папоротники, а за ними сѣмянныя, наприм. злаки и разныя другія травы. Землистый слой смывается съ теченіемъ времени въ трещины и разѣлины горной породы, куда могутъ проникать корни даже деревянистыхъ растений. Корни растений могутъ, распространяясь внутри породы, производить физическое и химическое дѣйствіе на ея частицы. Физическое дѣйствіе корней заключается въ томъ, что по мѣрѣ развитія толщина корней все увеличивается, а вмѣстѣ съ этимъ возрастаетъ то давленіе, которое корни оказываютъ на частицы породы, вслѣдствіе чего послѣдняя все болѣе разрыхляется и наконецъ распадается на куски. Что касается химическаго дѣйствія корней, то оно существенно состоитъ въ разъѣданіи или раствореніи вещества породы, что доказано многочисленными опытами. Добени культивировать растения въ грубо измельченныхъ кускахъ разныхъ породъ, смѣшанныхъ съ чистымъ кварцевымъ пескомъ; при этомъ оказалось, что выросшія растения содержали больше золы, чѣмъ ея было во взятыхъ для опыта сѣменахъ. Дитрихъ произвелъ подобныя же опыты съ цѣлью опредѣлить, ка-

кое количество минеральных веществ тѣ или другія растения могутъ переводить въ растворъ изъ различныхъ горныхъ породъ. Оказалось, что растворилось:

	Изъ плотнаго песчаника.	Изъ базальта.
3 люпиновыми растениями	0,608	0,719 грам.
3 гороховыми "	0,481	0,713 "
20 шпиргелями "	0,268	0,365 "
10 гречихами "	0,232	0,327 "
4 виками "	0,721	0,251 "
8 пшеницами "	0,487	0,196 "
8 ржаными "	0,011	0,132 "

Эти изслѣдованія, впрочемъ, не вполне убѣдительны, такъ какъ вода, употребившаяся для поливки растений, могла растворять минеральныя вещества песчаника и базальта, а корни растений принимали ихъ уже въ видѣ питательнаго раствора. Другія изслѣдованія показали болѣе опредѣленно, что корни растений способны раздѣлать горныя породы. Въ этомъ отношеніи весьма поучительны опыты Сакса. Онъ бралъ хорошо отполированныя пластинки мрамора, доломита, магнезита, остеолита и гипса, помещалъ ихъ на дно цвѣточныхъ горшковъ, которые наполнились до верху пескомъ и въ нихъ были посажены сѣмена *Phaseolus multiflorus*, *Zea mays*, *Cucurbita pepo* и *Trifolium pratense*. Когда растения достаточно развились, они были осторожно вынуты изъ горшковъ вмѣстѣ съ каменными пластинками, которыя были тщательно очищены. Оказалось, что корни растений проникли черезъ песокъ до поверхности пластинокъ и такъ плотно къ нимъ приставали, что на пластинкахъ остались бороздки, ясно обрисовывающія мельчайшія развѣтвленія корней. Это объясняется тѣмъ, что корни имѣютъ кислую реакцію, благодаря которой минеральное вещество породы растворяется и въ такомъ видѣ переходитъ въ корни. Кроме того, мельчайшіе корешки постоянно отмираютъ, замѣняясь новыми, пронесходящими при такомъ разложеніи корней вещества, наприм. CO_2 и др., также дѣйствуютъ на породу. Вообще при гниеніи отмирающихъ растительныхъ остатковъ пронесходитъ много различныхъ соединеній, которыя разлагаютъ минеральное вещество породы еще болѣе.

Не только высшіе растительные организмы оказываютъ разлагающее дѣйствіе на горныя породы, но и микроскопическіе представители растительнаго царства играютъ въ этомъ, повидимому, немаловажную роль. Именно, повѣншія изслѣдованія А. Мюнца *) показали, что въ вывѣтриваніи горныхъ породъ и образованіи почвы принимаютъ участіе нѣкоторые *микроорганизмы*. Въ своихъ изысканіяхъ о распространеніи организмовъ, образующихъ азотную кислоту, Мюнцъ констатировалъ присутствіе ихъ на скалахъ, главнымъ образомъ такихъ, въ которыхъ процессы вывѣтриванія породы болѣе или

*) Comptes rendus. T. CX. 1890. № 26, p. 1370.

296256

менше подвинулся. Отсюда онъ заключаетъ, что постепенное распаденіе этихъ породъ если не исключительно, то въ значительной степени обусловливается дѣятельностью этихъ ничтожныхъ живыхъ существъ. Проникая въ мельчайшія поры, они отчасти выдѣляютъ своего секрета, отчасти чисто механическимъ путемъ вызываютъ то же дѣйствіе, какое свойственно корневымъ волоскамъ высшихъ растений, поселяющихся на голыхъ скалахъ. Каковы столь распространенные лишайники. Естественно, что на обнаженныхъ каменныхъ породахъ могутъ развиваться только такіе организмы, которые могутъ прямо получать углеродъ и азотъ изъ атмосферы; къ этому способны, оказывается, и найденные Мюнцемъ микроорганизмы, получающіе необходимый азотъ и углекислоту изъ находящихся въ воздухѣ паровъ углекислаго аммиака и спирта. Если изслѣдовать вывѣтрившуюся массу породы, то можно найти, что она равномерно выполнена органическимъ веществомъ, которое бразовалось упомянутыми микроорганизмами. Поэтому, по мѣрѣ распаденія горныхъ породъ, появляется гумусъ, который дѣйствуетъ съ своей стороны на вывѣтриваніе. Изслѣдованія надъ микроорганизмами показали, что ниже 0° они не жизнедѣятельны, а потому влияние ихъ на горныя породы ограничивается только теплымъ временемъ года, зимою же жизненные функции этихъ организмовъ приостанавливаются, но они не отмираютъ, такъ какъ были найдены въ жизнеспособномъ состояніи во льду первобытныхъ глетчеровъ. Дѣятельность микроорганизмовъ не ограничивается только высокими горными скалами, но простирается и на болѣе низменныя мѣста, гдѣ горныя породы покрыты уже растительнымъ слоемъ и, слѣдовательно, не только массивныя породы, но и обломки ихъ большей или меньшей величины постепенно разрушаются микроорганизмами и распадаются на мельчайшія частицы. У такъ-называемыхъ глинныхъ породъ разрушеніе это происходитъ не только съ поверхности, но микроорганизмы проникаютъ чрезъ мельчайшія поры глубоко во внутрь породы и содѣйствуютъ ея распаденію. Рѣзкимъ примѣромъ въ этомъ отношеніи служитъ Фаульгорнъ въ Бернскомъ Оберландѣ, который, по наблюденіямъ Мюнца, весь разрушенъ микроорганизмами.

Наконецъ *участіе животныхъ* въ образованіи почвы немаловажно. Ч. Дарвинъ установилъ фактъ, что столь распространенныя на землѣ дождевыя черви (*Lumbricus terrestris*) обнаруживаютъ въ этомъ отношеніи замѣчательную дѣятельность. Они пробуравливаютъ землю своими безчисленными вертикальными ходами на подобіе тонкихъ трубочекъ, въ которыя легко можетъ проникать вода. Черви потребляютъ органическіе остатки, которые, преимущественно ночью, отлагаются отчасти переваренными, отчасти цѣлыми въ отверстіяхъ ходовъ. Особенное значеніе имѣетъ то обстоятельство, что дождевыя черви проглатываютъ относительно значительныя количества земли, которая, пройдя чрезъ ихъ пищеварительный каналъ, снова выходитъ вонъ, причемъ частицы ея раздробляются и измѣняются. Ходы дождевыхъ червей простираются на значительную глубину, вслѣдствіе дѣятельности этихъ животныхъ усиливается влияние воды и воздуха

на глубокие слои почвы, а кроме того почвенный материал поднимается из этих слоев на поверхность и здесь подвергается действию атмосферы. Дарвинъ придасть этой дѣятельности червей большое значеніе. Онъ вычислилъ, что на одномъ гектарѣ живетъ до 64.000 дождевыхъ червей, и опредѣляетъ, что посредствомъ ихъ дѣятельности верхній рыхлый слой почвы въ 10 лѣтъ возвышается на 25—38 миллиметровъ. Онъ наблюдалъ также опусканіе камней въ почву и приводитъ это явленіе въ связь съ дѣятельностью дождевыхъ червей и вызываемымъ ими разрыхленіемъ почвы. Другія животныя, обитающія въ землѣ, также способствуютъ ея вѣтритванію, причемъ они ее разрыхляютъ и своими ходами и норами открываютъ въ нее доступъ воздуха и влаги, наконецъ оставляютъ экскременты и продукты разложенія своихъ организмовъ, которые усиливаютъ дальнѣйшее вѣтритваніе.

Все вышеуказанное дѣятельности вѣтритванія, дѣйствуя на горныя породы, приводятъ ихъ въ мелкораздробленное состояніе, при чемъ большая или меньшая часть такихъ обломковъ разлагается далѣе на простыя химическія соединенія. Поэтому результатомъ вѣтритванія всегда бываетъ песокъ, глина, углекислыя, сернокислыя, кремниекислыя и другія соли разныхъ основаній (CaO , MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Mn_2O_3 и пр.), которыя входили въ составъ горныхъ породъ. Такимъ образомъ гипсъ, углекислая известь, водная окись желѣза, каолинъ, наконецъ свободная кремневая кислота и цеолиты являются конечными продуктами измѣненія горныхъ породъ подъ влияніемъ вѣтритванія. Но это вѣтритваніе съ образованіемъ конечныхъ продуктовъ и превращеніе ихъ въ почву совершается вообще очень медленно. *Скорость вѣтритванія* существенно зависитъ отъ свойствъ данной породы, т.-е. отъ ея строенія и состава образующихъ ее минераловъ. Вообще осадочныя обломочныя породы разрушаются скорѣе, нежели кристаллическія массивныя породы. Одни минералы скорѣе разлагаются на химическія соединенія, другіе медленнѣе, третьи вовсе не вѣтритваются. Строеніе самой породы также влияетъ на скорость вѣтритванія, именно крупнозернистыя вѣтритваются скорѣе, нежели мелкозернистыя, плотныя породы вѣтритваются медленнѣе рыхлыхъ, наприм. граниты, порфиры, мелафиры, базальты и т. п. разрушаются медленнѣе, чѣмъ песчаники, конгломераты, туфы и даже сланцы. Но скорость вѣтритванія всѣхъ этихъ породъ, особенно же сложныхъ и сланцеватыхъ, находится въ зависимости отъ ихъ естественнаго положенія, такъ, наприм. если слонстая порода располагается наклонно или вертикально, то она легче разрушается, нежели при горизонтальномъ положеніи, потому что въ первомъ случаѣ подъ дѣйствіемъ мороза, воды и т. п. она легче раскалывается по слоямъ, при второмъ же положеніи разрушеніе идетъ очень трудно и долго. Наконецъ скорость вѣтритванія горныхъ породъ зависитъ вообще отъ климатическихъ условій, степени тепла и влаги, переходовъ отъ высокой къ низкой температурѣ и т. д., поэтому наибольшему разру-

шению горных породы подвергаются въ холодныхъ и влажныхъ мѣстностяхъ сѣвернаго полушарія, нежели въ сухихъ и жаркихъ странахъ тропиковъ. Нѣкоторое понятие о продолжительности времени необходимаго для вывѣтриванія даютъ слѣдующія изслѣдованія Пфаффа. Онъ бралъ пластинки сѣнита и юрскаго известняка, взвѣшивалъ ихъ и оставлялъ вывѣтриваться въ теченіи двухъ лѣтъ. Хотя послѣ этого времени пластинки мало потеряли въ вѣсѣ и въ полировку, но Пфаффъ вычислилъ время позное для того, чтобы изъ этихъ породъ образовался слой въ метръ толщиною; именно для юрскаго известняка необходимо 72.800 лѣтъ, а для сѣнита даже 731.400 лѣтъ. Эти числа указываютъ на чрезвычайную медленность вывѣтриванія, но нельзя упускать изъ виду, что въ естественныхъ условіяхъ атмосферные дѣтели, проникая въ трещины и капиллярныя промежутки горныхъ породъ, гораздо скорѣе способствуютъ ихъ разрушенію, чѣмъ на поверхности полированныхъ кусочковъ.

Продукты вывѣтриванія различныхъ породъ, смотря по мѣстоположенію послѣднихъ, или остаются на мѣстѣ своего образованія, или подвергаются перемѣщенію въ другія мѣста, болѣе или менѣе отдаленныя отъ первоначальной (материнской) породы. Главнѣйшимъ дѣтелемъ размѣщенія вывѣтрившихся частей породы является вода, которая растворяетъ и взмучиваетъ различныя вещества и при своемъ движеніи, въ видѣ горныхъ потоковъ, ручьевъ, рѣкъ и т. н., смываетъ и уноситъ не только мелкія, но даже очень крупныя частицы породъ. Эти частицы затѣмъ осаждаются изъ воды въ низкихъ мѣстахъ, въ видѣ скопленій ила, песку и т. н., а при продолжительномъ размываніи и перемѣщеніи продуктовъ вывѣтриванія въ низменныхъ мѣстахъ можетъ образоваться съ теченіемъ времени толстый и обширный слой такихъ наносныхъ отложеній. Подобное же дѣйствіе производятъ ледники высокихъ горъ, при своемъ сползаніи и обвалахъ въ долины, причѣмъ часто вмѣстѣ съ этимъ происходитъ механическое разрушеніе, попадающихъ на пути движенія льда, горныхъ породъ, обломки которыхъ въ видѣ щебня, гальки и т. н. скопляются въ низменностяхъ. Такое же дѣйствіе, наблюдаемое въ настоящее время, происходило еще въ большихъ размѣрахъ въ отдаленныя времена, когда большая часть земной поверхности была покрыта моремъ; при отступленіи послѣдняго и при движеніи сѣверныхъ льдовъ разрушеніе горныхъ породъ и переносъ продуктовъ вывѣтриванія совершался тогда несомнѣнно сильнѣе, чѣмъ теперь. Вѣтеръ также принимаетъ участіе въ перенесеніи этихъ продуктовъ, такъ какъ онъ легко захватываетъ мелкія иловатыя частицы, а иногда и болѣе крупныя, и передвигаетъ ихъ въ другія мѣста (см. ниже).

Въ зависимости отъ того, остаются ли продукты вывѣтриванія на материнской породѣ или съ нея смываются и уносятся, можно отличать двѣ категоріи почвъ: первичныя или коренныя и вторичныя или наносныя, которыя различаются другъ отъ друга не только отношеніемъ къ подстилающей ихъ породѣ, но также по свойствамъ и составу. *Первичныя почвы* содер-

жать преимущественно скелетъ, т.-е. крупныя (хрищеватыя и песчаныя) частицы, неправильной, угловатой формы, съ рѣзкими физическими свойствами и мало подготовленными въ химическомъ отношеши, т.-е. содержать мало конечныхъ продуктовъ вывѣтриванія. Этотъ родъ почвъ менѣе распространенъ, чѣмъ наносныя почвы, которыя встрѣчаются на земной поверхности гораздо чаще. Онѣ отличаются преобладаніемъ мелкозема, богаче иломъ, частицы ихъ болѣе правильной, округлой формы, состоятъ изъ веществъ болѣе или менѣе вывѣтрившихся, или въ состояши удобномъ для дальнѣйшаго разложения, а потому въ химическомъ отношеши болѣе подготовлены для растений, чѣмъ коренныя почвы. Въ отношеши мощности наносныя почвы часто образуютъ рядъ слоевъ въ нѣсколько аршинъ толщиною, тогда какъ первичныя почвы, образуясь непосредственно изъ лежащей подъ ними материнской породы, въ своемъ напластованіи существенно зависятъ отъ разлагаемости послѣдней и вообще утолщаются медленно и мало.

Обѣ категории почвъ также различаются по времени своего происхожденія, именно коренныя почвы образовались раньше наносныхъ. Послѣднія представляютъ на земной поверхности два вида, одніе наносныя почвы древняго происхожденія, образовавшіяся въ доисторическія времена, когда большая часть материка была покрыта водою, носятъ названіе дилловія; другія новѣйшаго происхожденія, образуемая дѣятельнѣе морской воды, наприм. по берегамъ, въ устьяхъ, заливахъ, бухтахъ и т. п., называются алювіемъ. Дилловіальными образованиями собственно называются отложения, происшедшія отъ глубокаго размыванія и разрушенія породъ, наприм. въ ледниковый періодъ, или вслѣдствіе обширныхъ и внезапныхъ наводненій, алювіальные же наносы являются слѣдствіемъ болѣе поверхностнаго размыванія и перенесенія атмосферными осадками и текущими водами прежнихъ отложеній, и поэтому отличаютъ рѣчныя, морскія, озерныя алювіальныя образования. Къ кореннымъ почвамъ можно отнести хрищеватыя, каменистыя, известковыя и т. п., къ наноснымъ — песчаныя, глинистыя, суглинистыя почвы, которыя могутъ быть дилловіальными и алювіальными, смотря по ихъ образованию.

Образованіе органической части почвы. Вывѣтриваніемъ горныхъ породъ и минераловъ еще не окончивается дѣятельность силъ природы при образованіи почвы, онѣ производятъ измѣненія также въ органическихъ остаткахъ, попадающихъ въ продукты вывѣтриванія, результатомъ чего является та темная масса, называемая перегноемъ, которую мы видимъ въ почвахъ, если на нихъ произрастаютъ растенія. Лишайники, мхи и другія растенія, поселяющіяся на скалахъ, содѣйствуютъ вывѣтриванію послѣднихъ, а отмирая гниютъ подъ вліяніемъ атмосферныхъ дѣятелей, давая начало землистому слою, которымъ покрывается съ теченіемъ времени безплодная поверхность скалы. Подобному же разложенію подвергаются растительные остатки вездѣ, гдѣ они накопляются: будетъ ли это поверхность горной породы, или смѣсь продуктовъ ея вывѣтриванія, или даже готовая культурная почва, — вездѣ раститель-

ные остатки подвергаются изменениям и превращаются въ перегной, состоящій изъ различныхъ органическихъ соединений, образующихся при химическомъ превращении составныхъ частей растеній. Перегной вообще образуется отъ разложения органическихъ остатковъ подъ влияниемъ воды, кислорода, температуры, но въ этомъ принимаютъ большое участіе низшіе организмы. Процессы разложения органическихъ веществъ носятъ название гніенія, гниенія и броженія, причемъ гніеніемъ обозначаютъ разложение органическихъ веществъ при полномъ доступѣ воздуха, гниеніемъ—такое же разложение, но при ограниченномъ доступѣ кислорода воздуха или даже въ его отсутствіи; гніеніе будетъ происходить поэтому близъ поверхности земли, при меньшемъ содержаніи влаги, гниеніе же совершается дальше отъ соприкосновенія съ воздухомъ, или при избыткѣ влаги. Броженіемъ называютъ разложение органическихъ веществъ подъ влияниемъ различныхъ ферментовъ (дрожжей). По сущности всѣхъ этихъ процессовъ еще такъ мало изучена, а происходящія при этомъ вещества такъ разнообразны, что для простоты можно всѣ процессы разложения органическихъ остатковъ называть просто гниеніемъ.

Въ настоящее время мы имѣемъ достаточно основаній сдѣлать то общее заключеніе, что всѣ процессы разложения органическихъ веществъ находятся въ самой тѣсной связи съ дѣятельностью *микроорганизмовъ*, особенно въ почвѣ, которая, благодаря сочетанію многихъ условій, представляетъ очень удобную среду для развитія и размноженія низшихъ организмовъ. И дѣйствительно, микроскопическія изслѣдованія обнаружили въ верхнихъ слояхъ почвы громадныя количества микроорганизмовъ: такъ, наприм., въ одномъ граммѣ земли насчитывается нѣсколько сотъ тысячъ и даже миллионовъ однихъ бактерий, а кромѣ нихъ въ почвѣ находятся еще много высшихъ представителей класса грибовъ и водорослей. Всѣ эти организмы успѣшно развиваются благодаря содержанію въ почвѣ растительныхъ и животныхъ остатковъ, которые доставляютъ имъ питательный матеріалъ; содержаніе минеральныхъ веществъ, воды и физическія свойства почвы содѣйствуютъ также успѣшному развитію микроорганизмовъ, зародыши которыхъ (споры) попадаютъ въ почву вмѣстѣ съ воздухомъ, служащимъ для ея провѣтриванія. Ясно, что изученіе почвенныхъ организмовъ, о существованіи которыхъ прежде и не догадывались, должно представлять большой интересъ, такъ какъ съ этимъ связано разъясненіе многихъ процессовъ, совершающихся въ почвѣ и объясняющихъ значеніе различныхъ культурныхъ приемовъ, къ ней принимаемыхъ.

Изслѣдованія Пастера о влияніи жизнедѣятельности низшихъ организмовъ на ходъ процессовъ, извѣстныхъ подъ названіемъ броженія, указали на значеніе микроорганизмовъ въ почвѣ и намѣтили тотъ путь, которымъ должно идти ихъ изученіе. И дѣйствительно, изслѣдованія новѣйшаго времени показали, что большинство химическихъ процессовъ, возникающихъ въ почвѣ, находится въ самой тѣсной связи съ условіями жизни микробовъ: таково,

наприм., образование CO_2 въ почвѣ изъ органическихъ остатковъ, происхожденіе въ ней нитратовъ, разложене ихъ, способность почвы и растеній фиксировать атмосферный азотъ; наконецъ, самое образование почвы путемъ выветриванія не обходится безъ участія микроорганизмовъ. По роду дѣятельности почвенные микроорганизмы вообще можно раздѣлить на окисляющіе, восстанавливающіе и обогащающіе; къ числу первыхъ принадлежатъ тѣ формы, которыя производятъ медленное разложене органическихъ веществъ въ почвѣ на простѣйшія составныя части, таковы именно бактеріи гниенія, бактеріи нитрификаціи, сѣрные и желѣзныя бактеріи и т. п. Восстанавливающими должны считаться тѣ, которыя разлагаютъ вещества на элементарныя составныя части, наприм., переводятъ нитраты въ свободный азотъ или освобождаютъ кислородъ (пуриновые бактеріи Энгельмана). Къ числу обогащающихъ микроорганизмовъ можно причислить тѣхъ, которые живутъ на корняхъ бобовыхъ растеній, вызывая образованіе особыхъ утолщеній (клубеньковъ), и переводить свободный азотъ воздуха въ связанное состояніе, въ которомъ онъ находится въ мотыльковыхъ растеніяхъ, эти организмы способствуютъ вообще фиксированію свободного азота почвою. Пастёръ раздѣляетъ все микроорганизмы на двѣ группы *аэробіевъ*, т.-е. такихъ, жизнедѣятельность которыхъ возможна въ присутствіи воздуха, и *анаэробіевъ*, развивающихся преимущественно безъ доступа воздуха, таковыми должны быть и почвенныя бактеріи. Дѣятельность послѣднихъ будетъ находиться, слѣдовательно, въ зависимости отъ разнообразныхъ условій: состоянія влажности почвы, температуры, рыхлости, т.-е. доступа воздуха въ почву, количества органическихъ остатковъ и т. п. Избытокъ или недостатокъ влаги, усиленное или слабое проветриваніе почвы, слѣдовательно глубина слоя будутъ усиливать или ослаблять размноженіе и дѣятельность микроорганизмовъ въ почвѣ; недостатокъ тепла замедляетъ ее, максимумъ температуры для окисленія органическаго вещества находится между $50—60^{\circ}\text{C}$., для превращенія амміака въ азотную кислоту благоприятна температура 32°C . Бактеріи анаэробныя проявляютъ свою жизнедѣятельность въ отсутствіе свободного кислорода и при наличности питательныхъ веществъ: таковы, наприм., переходъ азота въ свободное состояніе; таковы такъ-называемыя желѣзныя и сѣрные бактеріи, изъ которыхъ первыя появляются постоянно на сырыхъ лугахъ, въ канавахъ и другихъ мѣстахъ, вода которыхъ содержитъ желѣзо. Образующіея охристый налетъ или иѣна при микроскопическомъ изслѣдованіи состоятъ, въ большинствѣ случаевъ, изъ разныхъ видовъ желѣзистыхъ бактерій (преимущественно *Leptothrix ochracea*), которыя способны воспринимать нѣкоторыя растворимыя въ водѣ желѣзныя соединенія, окислять ихъ и переводить въ студенистое состояніе. Этимъ дѣятвіемъ бактерій можно объяснить образованіе болотной руды, встрѣчающееся часто на кислыхъ лугахъ, въ канавахъ и пр.; образованіе такъ-называемыхъ жѣстныхъ камней (орштейновъ) должно также происходить при участіи желѣзистыхъ бактерій. Сѣрные бактеріи (наприм. *Veg-*

glauca alba) замѣчаются въ некоторыхъ почвахъ въблизи сѣрныхъ водъ, а также фабричныхъ стоковъ, попадающихъ часто и въ почву. Бактерии эти имѣютъ видъ нитеобразныхъ шелковистыхъ клѣтокъ, способныхъ поглощать сѣроводородъ и выделять изъ него сѣру, которая при известныхъ условияхъ можетъ превращаться въ сѣрную кислоту и дѣйствіемъ на известковыя соединения обуславливаетъ накопленіе въ почвѣ гниа.

Изслѣдованія почвенныхъ микроорганизмовъ, произведенныя по методамъ, даннымъ Пастеромъ, т.-е. посредствомъ извлеченія ихъ изъ почвы и искусственными культурами въ различныхъ жидкихъ и твердыхъ субстратахъ, показали, что между почвенными микробами надо вообще различать формы болѣе или менѣе постоянныя и такія, которыя появляются лишь периодически. Къ периодическимъ относятся различныя виды гифомицетовъ, именно *Serphalos rotium*, *Botrytis*, *Torula*, *Oidium*, *Mucorini*, наконецъ дрожжевая, почти почковидная клѣтка. Съ правильнымъ постоянствомъ въ почвахъ появляются опредѣленныя бактеріальныя формы, имѣющія вообще одинаковую послѣдовательность въ развитіи; сюда принадлежатъ прежде всего *Leptothrix*, изъ котораго рано или поздно развиваются бацилярныя формы, отчасти сохраняющія далѣе форму длинныхъ палочекъ, отчасти вълѣдствіе быстрого дѣленія переходящія въ третью форму бактерий, или короткихъ палочекъ, развитіе конхъ оканчивается образованіемъ споръ; ихъ можно назвать *Leptothrix terrigena*, или *Bacillus terrigenus*, или *Bacterium terrigenum*. Кроме того были найдены дрожжи *Saccharomyces*, *Micrococcus candidus*, *m. luteus*, *m. aurantiacus*, *Diplococcus luteus*, *Bacterium termo*, *Bacillus subtilis*, *b. butyricus*, *Vibrio rugosa* и нѣсколько другихъ, ближе не изученныхъ видовъ бактерий и бациллъ. Относительно распредѣленія микроорганизмовъ въ различныхъ слояхъ почвы изслѣдованія Френкеля показали, что самыя верхніе слои почвы (до глубины $\frac{1}{2}$ метра) богаты микроорганизмами всякаго рода, напротивъ глубокіе слои, включительно до водоносныхъ, бѣдны ими, или даже совершенно свободны отъ микробовъ; такое распредѣленіе объясняется тѣмъ, что почва дѣйствуетъ какъ песчаный фильтръ, который допускаетъ проникновеніе микроорганизмовъ лишь на известную глубину, а съ другой стороны на значительной глубинѣ отъ поверхности почвы господствуетъ такая температура, при которой, какъ показали опыты, многія бактерии не могутъ развиваться.

Такимъ образомъ присутствіе микроорганизмовъ въ почвѣ будетъ имѣть значительное вліяніе на разложеніе растительныхъ остатковъ, изъ которыхъ образуются органическія составныя части почвы или перегной. Для этого очевидно необходимо сочетаніе трехъ условій: влажности, температуры и воздуха. Въ сухомъ мѣстѣ, при температурѣ ниже 0°, никакого разложенія органическихъ остатковъ не можетъ быть, съ увеличеніемъ влажности, нагрѣванія и при известномъ доступѣ воздуха энергія разложенія усиливается. Лучше всего гниене происходитъ при умѣренномъ доступѣ влаги и кисло-

рода и температуры 20—50°C, такъ какъ эти условія всего болѣе благоприятствуютъ жизнедѣятельности почвенныхъ микробовъ. Поэтому въ рыхлой почвѣ гниене происходитъ успѣшнѣе, чѣмъ въ плотной и очень сырой, въ которую затрудненъ доступъ воздуха и нагреваніе. Но кромѣ того сила гниенія зависить отъ количества и состава органическихъ остатковъ; вообще можно сказать, что послѣдніе разлагаются скорѣе въ томъ случаѣ, когда они содержатъ мало минеральныхъ веществъ, а также жирныхъ смолистыхъ веществъ, затрудняющихъ разложеніе, такъ какъ вода труднѣе смачиваетъ такія вещества, а потому и разложеніе ихъ замедляется (сырыя кости, смолистыя деревья и т. п.). Сочные, богатые азотомъ и бѣдные минеральными составными частями, органическіе остатки разлагаются всего быстрѣе, но разумеется въ зависимости отъ болѣе или менѣе успѣшнаго дѣйствія на нихъ влажности, температуры и доступа воздуха. Вліяніе этихъ условій вообще имѣетъ важное значеніе для образованія продуктовъ разложенія, поэтому и замѣчается, что гниене лучше всего происходитъ въ умѣренно-влажномъ климатѣ. Сухой, жаркій климатъ замедляетъ разложеніе, въ очень сырыхъ и жаркихъ (экваторіальныхъ) странахъ разложеніе органическихъ остатковъ совершается очень быстро, при чемъ образуются главнымъ образомъ газообразныя вещества и очень мало жидкихъ и твердыхъ продуктовъ разложенія. На этомъ основаніи въ умѣренныхъ климатахъ наблюдаются почвы болѣе богатыя органическими веществами, чѣмъ въ жаркихъ и сухихъ странахъ.

Продуктами разложенія органическихъ остатковъ будутъ, во-первыхъ и главнымъ образомъ газы: CO_2 , H_2O , NH_3 , H_2S , CH_4 , N_2 и H_2 ; во-вторыхъ, различныя жидкія соединенія (наприм. жирныя кислоты, спиртъ и прочія органическія соединенія) и цѣлый рядъ твердыхъ продуктовъ въ видѣ черной болѣе или менѣе однообразной массы, носящей общее названіе перегноя, гумуса или гуминовыхъ веществъ. Кромѣ того остаются еще минеральныя вещества или зола, находившаяся въ разлагавшихся органическихъ остаткахъ. Количество всѣхъ этихъ продуктовъ существенно зависить отъ состава органическихъ остатковъ, такъ при разложеніи безъазотистыхъ веществъ образуются преимущественно CO_2 и H_2O (кромѣ гумуса), при разложеніи азотистыхъ веществъ образуются еще амміачныя и азотнокислыя соли, сѣроводородъ, а смотря по ходу разложенія, могутъ выдѣляться даже свободный азотъ, водородъ и болотный газъ.

Углекислота является всегда первымъ продуктомъ разложенія органическихъ остатковъ, такъ что по количеству выдѣлившейся CO_2 можно вообще судить о степени разложенія. Еще Соссюръ замѣтилъ, что при гниеніи влажныхъ древесныхъ опилокъ развивается CO_2 , такъ изъ 15 граммовъ опилокъ чрезъ 5 недѣль образовалось 198 грам. CO_2 . Буссенго и Леви *) опредѣляли

*) Boussingault. *Agronomie, Chimie agricole et Physiologie*. Т. II, p. 76.

количество образующейся в почве углекислоты, протягивая посредством аспиратора через воронку с сѣткой, обращенную въ землю, воздухъ и собирая углекислоту въ баритовую воду. Они нашли, что количество образующейся в почвахъ CO_2 обуславливается содержанием растительныхъ остатковъ. Такъ, наприм. на 10.000 объемовъ почвеннаго воздуха было найдено:

Въ песчаной лѣсной почвѣ	86	объем. CO_2
„ луговой почвѣ	179	„ „
„ почвѣ очень богатой органическими остатками	363	„ „
„ огородной почвѣ свѣже удобренной	974	„ „

тогда какъ въ атмосферномъ воздухѣ въ томъ же объемѣ содержится только 3 объема CO_2 . Но при такихъ определенныхъ на результатъ опыта влияют многія условія, наприм. диффузія воздуха изъ нижнихъ слоевъ почвы и изъ атмосферы, глубина слоя изъ котораго вытягивается воздухъ, физическія свойства почвы, ея строеніе, влажность и т. п.; несомнѣнно только то, что содержание CO_2 въ почвѣ всегда выше, чѣмъ въ атмосферѣ, но такъ какъ количество ея опредѣляется условіями разложенія органическихъ остатковъ, преимущественно влажностью и температурою, то необходимо ближе опредѣлить зависимость между этими условіями и образованіемъ CO_2 . Вошли, изслѣдуя этотъ вопросъ, нашелъ, что количество образующейся в почвѣ CO_2 зависитъ не только отъ содержания въ ней органическихъ остатковъ, но и отъ физическихъ свойствъ почвы, тепла, влажности, рыхлости, а также отъ сопротивленія, которое почва, сообразно своему механическому составу, представляетъ диффузіи газовъ изъ атмосферы и обратно. Количество образующейся в почвѣ CO_2 во всякомъ случаѣ служитъ мѣрникомъ интенсивности разложенія органическихъ веществъ. Зависимость образованія CO_2 отъ температуры выражается въ томъ, что съ повышеніемъ ея, отъ 10 до 50°C. количество CO_2 увеличивается, если количество влаги въ почвѣ остается постояннымъ, такъ наприм. въ 1.000 объемахъ воздуха, взятаго изъ комнатной земли, содержалось:

При 10°.	2,8	объема CO_2
„ 30°.	36,21	„ „
„ 50°.	76,32	„ „

Съ измѣненіемъ влажности точно также возрастаетъ количество CO_2 , наприм. при температурѣ 10°C въ 1.000 объемахъ почвеннаго воздуха было найдено:

При 6,75% воды въ почвѣ 2,03	объема CO_2
„ 26,79 „ „ „ „ 18,31	„ „
„ 46,79 „ „ „ „ 35,07	„ „

Если вмѣстѣ съ этимъ повышается и температура, то возрастаетъ и образованіе CO_2 и наоборотъ при пониженіи температуры и влажности понижается

и образование CO_2 . Наибольшее количество последней происходит при средних условиях, наприм. на 1.000 объемов воздуха образовалось:

При температурѣ 10° и влажности 46,75%	. . . . .	22,49	объема CO_2
” ” 30° ” 56,75%	. . . . .	83,36	” ”
” ” 50° ” 6,75%	. . . . .	10,11	” ”

Это вполне согласуется вообще съ ходомъ разложенія органическихъ остатковъ, а изслѣдованія Эберманера показали, что въ лѣсной почвѣ содержание CO_2 меньше чѣмъ въ луговой; несмотря на большее содержаніе растительныхъ остатковъ, различіе прямо обуславливается степенью нагреванія почвы въ томъ и другомъ случаѣ. Далѣе физическія свойства почвы сильно вліяютъ на количество образующейся CO_2 : такъ въ рыхлой песчаной почвѣ и въ плотной глинистой всегда будетъ происходить неодинаковое количество CO_2 , такъ какъ условія гніенія органическихъ остатковъ въ той и другой почвѣ различны. Но разложеніе послѣднихъ, обуславливаемое при наличности другихъ условій дѣйствіемъ кислорода воздуха, происходитъ сравнительно ничтожно съ тѣмъ, которое совершается подѣ вліаніемъ микроорганизмовъ. Таковыми являются именно бактерии гніенія, которыя находятся въ громадномъ количествѣ въ почвахъ: такъ, наприм., по изслѣдованіямъ Адамца, въ дистиллированной и очищенной водѣ при взбалтываніи ея съ почвою было найдено слѣдующее количество бактерий на 1 граммъ почвы:

Песчаной—на поверхности.	. . . . .	380.000	бактерій.
” на глубинѣ 20—25 сантим.	. . . . .	460.600	”
Суглинистой—на поверхности.	. . . . .	500.000	”
” на глубинѣ 20—25 сантим.	. . . . .	464.000	”

Подобныя же исчисленія были произведены въ Обсерваториіи Monsouris въ Парижѣ, гдѣ на 1 граммъ почвы найдено около 750.000 микроорганизмовъ, а въ почвѣ Gennevilliers около 870 — 900.000 бактерий. Само собою понятно, что жизнедѣятельность почвенныхъ микробовъ, при образованіи CO_2 отъ гніенія растительныхъ остатковъ, должна имѣть громадное вліяніе. Оказалось, что разложеніе органическихъ веществъ можетъ происходить безъ участія кислорода, именно оно происходитъ въ началѣ сильно въ зависимости отъ количества кислорода, а затѣмъ при увеличеніи его ослабѣваетъ, озонъ даже прямо понижаетъ интенсивность разложенія органическихъ остатковъ. Все это зависить отъ того, что микроорганизмы, участвующіе въ образованіи CO_2 , могутъ быть или аэробин, которыя поглощаютъ воздухъ и, окисляя имъ часть органическихъ веществъ, выделяютъ CO_2 , или анаэробин, которыя способны образовать CO_2 , поглощая кислородъ изъ органическихъ остатковъ. Смотря по условіямъ разложенія, въ почвѣ могутъ развиваться или тѣ или другіе микроорганизмы, вследствие чего интенсивность образованія CO_2 будетъ измѣняться. Изъ такихъ условій прежде всего имѣетъ значеніе температура: такъ быстрѣе всего процессы гніенія, зависящіе отъ бактерий, про-

неходять при температурѣ 20—50°: такъ какъ обыкновенное разложение органическихъ остатковъ, безъ участія микроорганизмовъ, требуетъ для образования одинаковаго количества CO_2 гораздо высшей температуры: такъ, наприм. крахмалъ, клетчатка и т. п. образуютъ много CO_2 и муравьиной кислоты при нагреваніи съ водою до 200°. Далѣе опыты Вольни показали, что различныя дезинфицирующія вещества значительно понижаютъ образование CO_2 , такъ какъ убиваютъ бактерии, наприм., при употребленіи хлороформа въ 100 объемахъ, пропущеннаго черезъ почву, воздуха было найдено 11 объемовъ CO_2 , а безъ хлороформа найдено 39 объемовъ; при смачиваніи почвы сулемой найдено въ 1.000 объемахъ воздуха только 1.072 объема CO_2 , а безъ употребленія сулемы 23.7 объема. Сильное повышение температуры (выше 50°С.) понижаетъ количество образующейся CO_2 ; содержание влажности точно также оказываетъ влияние на жизнедѣятельность организмовъ и пониженіе влаги въ почвѣ почти совершенно приостанавливаетъ образование CO_2 .

Разложение растительныхъ остатковъ усиливается или ослабѣваетъ при дѣйствіи кислотъ и щелочей. Вольни нашелъ, что при обработкѣ разлагающихся остатковъ соляною кислотою образуется несравненно менѣе CO_2 , чѣмъ въ томъ случаѣ, когда зольныя составныя части не выщелачиваются, при этомъ минеральныя кислоты, даже въ незначительныхъ количествахъ, замедляютъ разложение органическихъ веществъ и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ крупнѣе была кислота. Слабые растворы щелочей содѣйствуютъ разложению, напротивъ крупныя щелочныя жидкости убиваютъ микроорганизмы и образование CO_2 останавливается.

Кромѣ всего этого было найдено, что органическіе остатки разлагаются тѣмъ труднѣе, чѣмъ далѣе подвинулось ихъ разложение, т. е. перегнившія органическія вещества образуютъ уже менѣе CO_2 , чѣмъ свѣжія. Вольни нашелъ, что гниеніе вообще возрастаетъ съ увеличеніемъ содержанія азотистыхъ веществъ въ органическихъ остаткахъ, жирныя, смолистыя вещества, дубильныя кислоты задерживаютъ этотъ процессъ, обработка остатковъ азотомъ, сѣроуглеродомъ и т. п. въ такихъ случаяхъ усиливаетъ разложение. Такъ, наприм. образовалось CO_2 при гниеніи:

Костяной муки	31,769 ⁹ / ₁₀
Рыбнаго гуано	28,453 "
Голубинаго помета	26,716 "
Перуанскаго гуано	24,838 "
Свѣжаго навоза рогатаго скота	13,431 "
Навоза пролежавшаго 12 недѣль	9,721 "
" " 20 недѣль	8,218 "
Торфа изъ верхнихъ слоевъ	3,229 "
" " нижнихъ "	2,827 "

Кромѣ CO_2 при гниеніи органическихъ остатковъ образуются также и другія газообразныя вещества, являющіяся слѣдствіемъ окислительныхъ или

возстановительныхъ процессовъ, при этомъ происходящихъ. Не подлежитъ никакому сомнѣнью, что въ этихъ процессахъ также участвуютъ микроорганизмы. Количество газообразныхъ продуктовъ, выделяющихся при разложении органическихъ остатковъ, будетъ очевидно находиться въ зависимости отъ состава послѣднихъ: такъ наприм. воды выделяется болѣе всего изъ свѣжихъ остатковъ и притомъ при повышеши температуры до 65—70°, азотистыя вещества въ тѣхъ же условіяхъ выделяютъ много аммиачнаго газа. Выделение сѣроводорода будетъ зависеть отъ природы разлагающихся веществъ, безъазотистыя органическія вещества (кѣлчатка, крахмалъ, сахаръ и т. п.) не образуютъ сѣроводорода, при гниеніи же бѣлковыхъ и другихъ азотистыхъ соединений, содержащихъ въ своемъ составѣ сѣру, можетъ выделяться сѣроводородъ, но, смотря по условіямъ разложения, сѣра можетъ перейти или въ H_2S или H_2SO_4 . Именно, если совершается собственное гниеніе, т.-е. разложение при ограниченномъ доступѣ воздуха, развиваются преимущественно анаэробныя микробы, то образуются продукты возстановленія, въ томъ числѣ и H_2S ; напротивъ при тѣлнн, т.-е. при полномъ доступѣ кислорода, вся сѣра, окислившись, можетъ перейти въ H_2SO_4 , которая, связываясь основаніями, даетъ сѣрникислыя соли.

Далѣе при разложеніи можетъ выделяться CH_4 и свободный азотъ. По опытамъ Гэйона надъ условіями разложения свѣжаго конскаго навоза можно констатировать образование CH_4 ; ему даже удалось искусственными культурами выделить бактерію, способную разлагать кѣлчатку на CO_2 и CH_4 , причемъ изъ 1 кубическаго метра свѣжаго конскаго навоза при 35°C. можетъ образоваться до 100 литровъ CH_4 въ сутки. Поновъ и Гоине-Зейлеръ нашли, что изъ 25,773 грам. сухой бумаги, смѣшанной съ 700 см. воды, къ которой было прибавлено 0,7 грамма осадка изъ сточной трубы, содержащаго микроорганизмы (ферментъ), въ теченіе 15 лѣтъ образовалось 3281,133 см. углекислоты и 2570,92 см. болотнаго газа.

Здѣсь, повидимому, совершается подъ вліяніемъ микробовъ (дрожжей) процессъ броженія, при которомъ кѣлчатка (бумага) превращается сначала въ глюкозу, а послѣдняя распадается далѣе на углекислоту и болотный газъ (т.-е. $C_6H_{10}O_6 + H_2O = C_6H_{12}O_6 = 3CO_2 + 3CH_4$).

Кромѣ болотнаго газа при гниеніи азотистыхъ веществъ часто выделяется свободный азотъ. Рейзе и Реньо, изслѣдуя навозъ, нашли, что, при гниеніи его подъ водою, выделяется свободный N вмѣстѣ съ CH_4 и CO_2 , тоже замѣчается вообще при гниеніи навоза, компоста и др. органическихъ остатковъ въ кучахъ, но въ первомъ случаѣ образование свободного азота происходитъ, повидимому, въ большихъ размѣрахъ, чѣмъ обыкновенно.

Къ промежуточнымъ продуктамъ разложения растительныхъ остатковъ относится различныя твердыя и жидкія соединенія, между которыми самымъ важнымъ является *перегноя или гумусъ*. По своему составу онъ представляетъ смѣсь различныхъ тѣлъ, содержащихъ С, Н, О и N, хотя послѣдній

не составляет, повидимому, необходимаго элемента, такъ какъ можно получить перегной безъ азота изъ клѣтчатки или древесины, которая и въ природѣ служитъ главнымъ сырымъ матеріаломъ для образования перегноя. По ближайшему своему составу, перегной состоитъ изъ соединений, различающихся по химическимъ и физическимъ свойствамъ, которыя можно раздѣлить на вещества нейтральныя, т.-е. не имѣющія свойствъ, ни кислотъ, ни щелочей, и вещества, ясно обладающія всѣми свойствами кислотъ; къ нейтральнымъ относятъ ульминъ и гуминъ, къ кислотнымъ — гуминовую, апокреповую и креновую кислоты. Ульминъ и гуминъ не имѣютъ определенныхъ химическихъ свойствъ и представляютъ, повидимому, первую степень превращенія въ перегной и при известныхъ условіяхъ могутъ перейти въ кислоты. Въ водѣ нерастворимы и обладаютъ: ульминъ — бурнымъ, а гуминъ — чернымъ цвѣтомъ. Гуминовая кислота легко получается изъ почвы дѣйствіемъ щелочей и осажденіемъ полученнаго раствора кислотами, но можетъ быть получена искусственно изъ сахара, клѣтчатки и пр., безъ азота, выдѣляемая изъ почвы всегда содержитъ N (до 0,2%) и золу. Растворяется въ щелокахъ, образуя соли, въ водѣ и кислотахъ нерастворима. Избѣтъ кислую реакцію, даетъ два рода солей: простыя и двойныя, всѣ соли гуминовой кислоты, за исключеніемъ щелочныхъ, отличаются нерастворимостью въ водѣ. Въ почвѣ кромѣ гуминовыхъ солей образуются сложныя органо-минеральныя соединения, въ которыхъ заключается до 60% золы, содержащей SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , P_2O_5 , K_2O и пр.; это указываетъ на способность гуминовой кислоты разлагать минеральную часть почвы и соединяться съ различными веществами ея. Сама гуминовая кислота и ея соли, или такъ-называемыя гуматы, обладаютъ способностью разбухать въ водѣ, но при высыханіи уплотняются и сильно уменьшаются въ объемѣ; эти свойства гуматовъ имѣютъ важное значеніе для сохраненія ихъ въ почвѣ. Апокреповая кислота представляетъ продуктъ окисленія гуминовой, вещество бурога цвѣта, отличающееся растворимостью своихъ солей, за исключеніемъ желѣзныхъ, марганцовыхъ и мѣдныхъ, образуетъ двойныя соли трудно растворимыя. По составу всегда содержитъ азотъ и встрѣчается преимущественно въ верхнихъ слояхъ почвы, но въ гораздо меньшемъ количествѣ, чѣмъ гуминовая кислота и гуматы. Креновая кислота есть продуктъ возстановленія апокреповой, быстро окисляется на воздухѣ и переходитъ въ апокреповую кислоту; въ чистомъ видѣ представляетъ безцвѣтную слизь, съ ясными кислотными свойствами, образуетъ преимущественно растворимыя соли и встрѣчается только въ глубокихъ слояхъ почвы, но въ далеко меньшемъ количествѣ, чѣмъ предыдущія перегнойныя кислоты.

Присутствіе перегноя въ почвѣ оказываетъ громадное вліяніе на ея физическія и химическія свойства. Содержащее его въ почвахъ вообще не велико; при 5—6% почву называютъ богатою перегноемъ. Такъ какъ перегнойныя кислоты образуютъ различныя соли и сложныя органо-минеральныя соединения, то вслѣдствіе этого въ почвѣ легко происходитъ раствореніе

различныхъ минеральныхъ веществъ и переходъ ихъ въ удобную для питания растений форму. Следовательно перегной способствуетъ выветриванию, такъ какъ онъ измѣняетъ безводные силикаты, нерастворимыя фосфорнокислыя соединения, желѣзныя соли и т. п. Но это дѣйствіе перегной, какъ возбуждателя процессовъ разложенія въ почву, зависитъ какъ отъ количества его, такъ и отъ природы тѣхъ соединений, которыя онъ образуетъ. Такъ щелочныя соли гуминовой кислоты растворяютъ минеральныя составныя части почвы или разлагаютъ ихъ, отнимая различныя основанія, наприм. известь, магнезію и др.: такъ разлагаются почвенныя силикаты, но гуматы извести, глинозема, желѣза и т. п., будучи сами по себѣ нерастворимы, труднѣе вступаютъ въ подобныя реакціи; соединения апокремной и кремновой кислоты могутъ дѣйствовать разлагающимъ образомъ на горныя породы и вообще на нерастворимыя вещества, но въ меньшемъ размѣрѣ, по причинѣ малаго распространенія въ почвахъ. Разлагающее дѣйствіе гуминовой кислоты значительно усиливается въ присутствіи минеральныхъ солей, наприм. хлористыхъ, сернокислыхъ щелочей и т. п. Наконецъ къ важнымъ особенностямъ перегной относится способность его поглощать амміакъ, который входитъ въ химическое соединеніе съ перегноемъ, следовательно почва обогащается связаннымъ азотомъ; этимъ объясняется присутствіе въ перегной азота, несмотря на то, что онъ пронесодитъ главнымъ образомъ изъ безъазотистыхъ веществъ. Физическія свойства почвы существенно зависятъ отъ количества содержащагося въ нихъ перегной, потому что самъ по себѣ онъ обладаетъ характерными физическими свойствами, которыя и сообщаетъ почвѣ: такъ перегной влияетъ на цвѣтъ, связность почвы, отношеніе ея къ водѣ, газамъ и теплу.

III. Составныя части почвы.

Выветриваніе горныхъ породъ и разложеніе органическихъ остатковъ ведетъ къ образованію различныхъ минеральныхъ и органическихъ веществъ, которыя въ почвѣ являются или въ твердомъ видѣ, или въ растворимомъ, или наконецъ въ газообразномъ. Поэтому во всякой почвѣ надо различать: твердую часть въ видѣ частицъ различной величины, формы и состава, растворенныя въ водѣ соединенія или почвенную жидкость, а газообразныя вещества образуютъ почвенный воздухъ. Присутствіе всѣхъ этихъ веществъ имѣетъ важное значеніе въ томъ отношеніи, что одни изъ нихъ опредѣляютъ прямо запасъ необходимыхъ питательныхъ веществъ для растений, другія дѣйствуютъ косвенно, вызывая различныя реакціи, при которыхъ совершается превращеніе и распределеніе различныхъ составныхъ частей почвы.

Твердая часть почвы состоитъ изъ болѣе или менѣе тѣсной смѣси минеральныхъ веществъ съ перегноемъ. Изъ предыдущаго видно, какія минераль-

ныя вещества должны находиться въ почвѣ, образуящиеся отъ вывѣтриванія различныхъ горныхъ породъ. Главнѣйшими изъ нихъ будутъ: *песокъ*, который состоитъ изъ неразлагаемаго кварца, или изъ зеренъ разнообразныхъ силикатовъ, которые могутъ измѣняться въ будущемъ, а потому значеніе той составной части почвы, которая называется пескомъ, вообще не одинаковое. Песокъ различается, по величинѣ частицъ, на крупный, средний и мелкій; крупные обломки горныхъ породъ, угловатой и округленной формы, носятъ названіе хрища и гравія. Большая или меньшая примѣсь песку влияетъ на физическія свойства почвы, вызываетъ образование въ ней промежутковъ различной величины, а это обуславливаетъ способность почвы пропускать воздухъ, поглощать и распределять воду, испарять ее и нагреваться солнцемъ. Химическія свойства песку зависятъ отъ его состава, по количеству составныхъ частей первое мѣсто въ пескѣ занимаетъ кварцъ, или нерастворимая безводная SiO_2 , смѣшанная болышею частью съ окислами желѣза и цр., отчего цвѣтъ песку измѣняется, начиная отъ бѣлаго до желтаго и бурога, кварцъ не имѣетъ никакого значенія въ питаніи растений. Далѣе въ пескѣ могутъ находиться болѣе или менѣе измельченныя зерна полевыхъ шпатовъ, слюды, роговой обманки, известняковъ, почему отличаютъ слюдяной, известковый песокъ; смотря по роду минеральныхъ зеренъ, песокъ можетъ подъ влияніемъ вывѣтриванія измѣняться и давать питательныя вещества для растений.

Другую составную часть является *глина*, которая образуется главнымъ образомъ отъ вывѣтриванія полевошпатовыхъ породъ и состоитъ существенно изъ воднаго кремнекислаго глинозема (каолина), къ которому обыкновенно примѣшаны остатки не измѣнившейся породы, окислы желѣза, отчего глина бываетъ желтаго, краснаго цвѣта и т. п., наконецъ песокъ, известь и даже органическія вещества. Глина отличается очень тонкими частицами, долго не осѣдающими въ водѣ, а потому этимъ именемъ вообще обозначается смѣсь различныхъ иловатыхъ продуктовъ, изъ которыхъ одни совершенно нерастворимы въ водѣ и не могутъ измѣняться въ почвѣ, другіе болѣе или менѣе растворяются, или могутъ подвергаться дальнѣйшему вывѣтриванію. Къ первымъ нерастворимымъ и постояннымъ частямъ глины относятся каолинъ и кремневая кислота, которая входитъ въ ее составъ не въ видѣ песку только, но въ видѣ аморфнаго, иловатаго продукта, равномерно распределеннаго между частицами каолина и весьма похожаго на него по физическимъ свойствамъ. Ко вторымъ, измѣняемымъ, составнымъ частямъ глины принадлежатъ зерна полевошпатовыхъ породъ, известь и другія вещества, которые подъ дѣйствіемъ углекислой воды могутъ вывѣтриваться или выщелачиваться, отчего глина дѣлается болѣе чистою и приближается по своимъ свойствамъ къ каолину. Физическія свойства глины очень характерны, именно она обладаетъ вязкостью или пластичностью во влажномъ состояніи, принимаетъ въ себя много воды, отчего разбухаетъ, при высыханіи сильно уменьшается въ объ-

емъ, даже трескается, частицы ея образуютъ очень узкіе, капиллярныя промежутки, въгдствие чего вода хорошо поглощается и распределяется въ массѣ глины, но трудно изъ нея удаляется. Химическія свойства глины существенно зависятъ отъ ея примѣсей; самъ каолинъ не служитъ питательнымъ веществомъ для растений, но имѣетъ косвенное значеніе въ почвѣ, участвуя въ различныхъ реакціяхъ, наприм. въ образованіи цеолитовъ; другія вещества имѣютъ различное значеніе, смотря по ихъ составу. Въ зависимости отъ количества составныхъ частей, находящихся въ глинѣ, различаютъ: жирную и тощую глину, суглинки; при увеличеніи содержанія извести получается мергель, при большомъ содержаніи окисловъ желѣза образуется желѣзистая глина и т. п.

Известь встрѣчается въ почвѣ болышею частью въ формѣ углекислой, рѣже въ видѣ сѣрнокислой извести или гипса, а также въ видѣ кремнекислой извести въ безводныхъ силикатахъ. Углекислая известь образуетъ или крупныя зерна, известковый песокъ, или очень мелкія, порошковатыя частицы, взмучивающіяся въ водѣ на подобіе глины, въ такомъ видѣ известь способна принимать въ себя до 85% воды, но быстро ее испаряетъ и пропускаетъ. Примѣшиваясь къ почвѣ, известь дѣлаетъ ее рыхлою и сухою, но благодаря своимъ химическимъ свойствамъ и растворимости въ углекислой водѣ известь можетъ содѣйствовать вывѣтриванію минеральныхъ обломковъ, а также разложенію органическихъ остатковъ. Содержаніе углекислой извести въ почвахъ вообще велико, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ преобладающее; такія известковыя почвы, происшедшія отъ вывѣтриванія известняковъ, отличаются плохими свойствами, но бывають тѣмъ лучше, чѣмъ болыше въ нихъ встрѣчается примѣсей. Кромѣ углекислой извести въ почвѣ можетъ находиться фосфорнокислая, которая происходитъ при вывѣтриваніи фосфоритовъ, апатитовъ и др. породъ и минераловъ, а также образуется въ почвѣ при реакціяхъ между углекислою известью и растворимыми фосфорнокислыми солями. При вывѣтриваніи доломитовъ углекислая известь находится въ почвѣ вмѣстѣ съ углекислою магнезійю, образуя или песокъ или иловатыя продукты. *Магнезія* также появляется въ почвѣ при вывѣтриваніи роговыхъ обманковъ, пироксеновыхъ породъ, хлорита, талька и серпентина, но въ гораздо меньшемъ количествѣ, чѣмъ известь.

Изъ другихъ составныхъ частей почвы очень распространены *соединенія желѣза*, въ видѣ окиси и закиси; это понятно уже изъ того, что почти всѣ горныя породы содержатъ желѣзо въ видѣ безводной и водной окиси желѣза, магнитнаго желѣзняка, сѣрнаго колчедана, углекислой закиси желѣза и т. п.; желѣзныя руды также могутъ попадать въ почву, — словомъ, соединенія желѣза во всякой почвѣ должны находиться въ большемъ или меньшемъ количествѣ. Окись желѣза представляетъ обыкновенную составную часть рыхлыхъ, пронизаемыхъ и сухихъ почвъ, тогда какъ закись желѣза попадаетъ преимущественно въ сырыхъ почвахъ, въ которыхъ доступъ

воздуха крайне затрудненъ, но въ почвахъ, содержащихъ много органическихъ остатковъ, можетъ также происходить образование закиси желѣза, такъ какъ органическія вещества могутъ возстановлять окисъ желѣза. Соединенія окиси желѣза мало или совсѣмъ нерастворимы; соединения закиси желѣза растворяются въ водѣ, а потому могутъ дѣйствовать на растенія и притомъ вредно, особенно сѣрнокислая закись желѣза, которая поглощаетъ кислородъ и особенно амміакъ, но вредное дѣйствіе такихъ соединений желѣза заvientъ отъ содержания извести въ почвѣ, которая дѣйствуетъ на сѣрнокислую закись желѣза, превращая ее въ углекислую, а послѣдняя, растворяясь въ углекислой водѣ, можетъ выщелачиваться или, окислившись, переходить въ гидратъ окиси желѣза. Соединенія окиси желѣза обладаютъ свойствомъ взмучиваться и висѣть въ водѣ, причемъ, осаждаясь въ промежуткахъ между частицами почвы, могутъ дѣлать ее непроницаемою для воды и связною.

Щелочи содержатся въ почвѣ главнымъ образомъ въ видѣ силикатовъ, рѣже въ видѣ растворимыхъ соединений, наприм. гуминовокислыхъ солей, сѣрнокислаго калия, которыя образуются наприм. при вывѣтриваніи глинистаго сланца, или образуются при дѣйствіи гипса на водные силикаты; хлористый натрій встрѣчается почти въ каждой почвѣ; въ нѣкоторыхъ почвахъ содержится много поваренной соли, сѣрнокислаго натрія и т. п.; вообще растворимыя соединенія натрія болѣе распространены въ почвахъ, нежели соединенія калия, несмотря на большее значеніе послѣднихъ для питанія растеній.

Фосфорная кислота встрѣчается въ большинствѣ почвъ въ очень незначительномъ количествѣ, преимущественно въ видѣ нерастворимаго фосфорнокислаго желѣза, фосфорнокислой извести или въ видѣ фосфорнокислой амміакъ-магнезій, которая передъ принятіемъ корнями растеній превращается въ фосфорнокислыя щелочи.

Наконецъ, *сѣрная кислота и хлоръ* содержатся въ почвѣ въ видѣ различныхъ солей, наприм. гипса, хлористаго натрія и хлористаго аммонія; сѣрнокислыя соли часто образуются въ почвѣ при окисленіи сѣрнистыхъ соединений, наприм. сѣрнаго колчедана или другихъ сѣрнистыхъ основаній, происходящихъ при гниеніи органическихъ остатковъ.

Угольная и азотная кислота образуются въ почвѣ при разложеніи органическихъ остатковъ, причемъ возникаютъ особыя процессы, ведущіе къ накопленію въ почвѣ азотнокислыхъ и амміачныхъ соединений; угольная кислота, кромѣ того, образуется при вывѣтриваніи горныхъ породъ въ видѣ различныхъ углекислыхъ солей, а также попадаетъ изъ воздуха и воды.

Органическая часть почвы, кромѣ перегноя или гумуса, состоитъ изъ многихъ веществъ, которыя или являются конечными продуктами разложенія органическихъ остатковъ, или представляются еще не измѣнившимися. Такъ въ почвахъ открываются въ небольшихъ количествахъ такія соедине-

ния, какъ жирныя кислоты, спиртъ, амидныя соединенія и т. п., а также не разложившіеся еще растительные остатки. Последніе имѣютъ немаловажное значеніе, такъ какъ, подвергаясь дальнѣйшему разложенію, способствуютъ образованію не только гумуса, но различныхъ азотистыхъ соединеній, изъ которыхъ происходятъ амміачныя и азотнокислыя соли, служащія непосредственно для питанія растений. Образованіе такихъ солей въ почвѣ происходитъ при особыхъ условіяхъ, изученіе которыхъ представляетъ громадный теоретическій и практическій интересъ, а потому мы рассмотримъ ближе процессы происхожденія связаннаго азота въ почвѣ.

Азотистыя вещества почвы. Въ каждой почвѣ долженъ содержаться азотъ уже потому, что растительные и животныя остатки при своемъ разложеніи выделяютъ азотистыя соединенія. Количество азота находящагося въ разныхъ почвахъ бываетъ весьма различно. Такъ, наприм., по анализамъ Фодора, въ одномъ килограммѣ почвъ Ненга (Венгрія) было найдено азота въ видѣ разныхъ соединеній:

Азота органическихъ остатковъ	отъ 191 до 1178 миллиграммовъ
Амміака	„ 4,7 — 39,3 „
Азотистой кислоты	„ 0,31 — 0,83 „
Азотной кислоты	„ 172 — 262 „

Опыты показали, что при гниеніи органическихъ веществъ въ присутствіи влажности, температуры и доступа воздуха образуются азотнокислыя соли и амміакъ, но послѣдній, съ теченіемъ времени, постепенно превращается въ азотную кислоту, такъ что самымъ послѣднимъ продуктомъ гниенія азотистыхъ органическихъ веществъ будетъ азотная кислота. Процессъ образованія азотнокислыхъ солей называется *нитрификаціею*. Опыты Буссенго давно доказали, что нитрификація зависитъ отъ тѣхъ же условій, какъ и образованіе углекислоты, именно съ увеличеніемъ доступа воздуха усиливается образованіе азотной кислоты; почва насыщенная влагой образуетъ почти вдвое болѣе азотной кислоты, чѣмъ въ средневлажномъ состояніи, щелочныя вещества усиливаютъ образованіе и пр. Вместе съ тѣмъ Буссенго нашелъ, что почва оказываетъ на ходъ нитрификаціи очень сильное дѣйствіе. Именно вещества богатая азотомъ, наприм. кровь, мясо, обрѣзки кожи, жмыхи и т. п. въ нескѣ совершенно не измѣнялись, въ извести очень мало, а въ почвѣ разложеніе происходило очень энергично. Отсюда слѣдуетъ, что почва сама по себѣ имѣетъ важное значеніе при нитрификаціи, но влажность ея, рыхлость и другія свойства дѣйствуютъ различно: такъ въ сухой почвѣ нитрификація идетъ слабо, равно какъ въ илотнои, въ рыхлой же почвѣ особенно съ мелкими частицами образованіе азотной кислоты происходитъ всего лучше.

Исслѣдованія Варрингтона показали далѣе, что нитрификація существенно зависитъ отъ свѣта, который вообще ее задерживаетъ: такъ наприм. въ темнотѣ образовалось 360 миллиграмм. азотной кислоты, а при доступѣ свѣ-

та только 100 миллиграмм. Исследования Пастера, а главным образом Шлезинга и Мюнца — показали, что в почве содержится особый ферментъ, именно микроорганизмы, отъ жизнедѣятельности которыхъ зависитъ нитрификація; они назвали даже найденный организмъ *Bacillus nitrificans*. Свои исследования Шлезингъ и Мюнцъ *) производили надъ клоачными водами, изыскивая удобные способы ихъ очищенія, съ каковою цѣлью длинная трубка наполнялась кварцевымъ пескомъ съ небольшимъ количествомъ извести и чрезъ нее медленно профикивалась клоачная жидкость, содержание амміака въ которой было опредѣлено. Чрезъ 20 дней было замѣчено образование азотной кислоты, которое пошло затѣмъ такъ быстро, что черезъ нѣкоторое время исчезли всякіе слѣды амміака. Здѣсь очевидно образование нитратовъ не зависѣло отъ прямого окисленія, которое могло бы начаться тотчасъ, а между тѣмъ только на 20 день появилась азотная кислота. Употребляя для опытовъ хлороформъ, Шлезингъ и Мюнцъ нашли, что уже на 10-й день изъ жидкости исчезла азотная кислота и затѣмъ въ течение 4 недѣль не образовалось ея вновь. Внося въ трубку съ пескомъ немного садовой земли, они замѣтили, что нитрификація продолжалась правильно. Шлезингъ и Мюнцъ позже различными способами модифицировали свои опыты. Такъ они изучали дѣйствіе хлороформа на различныя почвы, которыя были известны своею громадною нитрифицирующею способностью, образование азотной кислоты въ хлороформированной почвѣ прекращалось, тогда какъ безъ хлороформа совершалось успешно. Далѣе они нагревали различныя почвы въ прокаленныхъ металлическихъ трубкахъ при 100° С. и пропускали горячій водяной паръ и воздухъ; при этомъ замѣтили, что во всѣхъ нагрѣтыхъ трубкахъ нитрификація прекращалась, а въ другихъ нѣтъ. Чтобы наконецъ убѣдиться въ томъ, что въ нагрѣтой до 100° почвѣ можно опять вызвать нитрификацію, въ два сосуда помещалась смѣсь перегнойа, кварцеваго песку и извести и ее долго нагревали до 100°. Затѣмъ въ одинъ сосудъ съ нѣсколькими см. воды была внесена плодородная почва (1 граммъ), другой же сосудъ остался въ прежнемъ видѣ и чрезъ оба сосуда пропускался прокаленный воздухъ. При этомъ оказалось, что въ сосудѣ съ почвою чрезъ нѣкоторое время образовалось много азотной кислоты, въ другомъ же ея не было.

Опыты Шлезинга и Мюнца были повторены Варрингтономъ, который подтвердилъ прекращеніе нитрификаціи отъ дѣйствія антисептическихъ средствъ (хлороформа, сѣрнистаго углерода, карболовой кислоты), онъ же замѣтилъ, что свѣтъ ослабляетъ нитрификацію. Производя исследования надъ выдѣленіемъ микроорганизмовъ изъ почвы, по методу Пастера, Шлезингу и Мюнцу, удалось найти подходящую среду, въ которой нитрифицирующій ферментъ могъ всего лучше развиваться. Но хотя и былъ констатированъ такой ферментъ, однако онъ повидимому не представлялъ какого-либо одного опредѣ-

*) Comptes rendus. T. 84, 85, 86, 89, 95.

ленного вида, а подъ этимъ названіемъ обозначалась смѣсь нѣсколькихъ организмовъ, весьма близкихъ по своимъ свойствамъ. Такъ или иначе изученіе свойствъ нитрифицирующаго фермента показало, что при температурахъ даже ниже 100° онъ погибаетъ, высушиваніе весьма для него вредно, холодъ повидимому не прекращаетъ его жизнеспособности, такъ какъ Мюнцъ находилъ азотныя ферменты даже подо льдомъ глетчеровъ на Монбланѣ. Наибольшую жизнедѣятельность ферментъ проявляетъ при 35—37° С. и вообще дѣятельность его бываетъ замѣтно между 3° и 50°. Кислые и щелочные растворы его убиваютъ, свѣтъ повидимому задерживаетъ развитіе, хотя вліяніе это еще окончательно не доказано. Ферментъ находится главнымъ образомъ въ верхнихъ слояхъ почвы. Мюнцъ находилъ его также въ различныхъ горныхъ породахъ (гнейсъ, гранитъ, известнякахъ и пр.) и на глубинѣ до 6 футовъ въ почвѣ, а также въ kloачныхъ водахъ, въ рѣкахъ, ручьяхъ, въ воздухѣ, — словомъ, нитрифицирующіе организмы пользуются въ природѣ значительнымъ распространеніемъ. Вліяніе влажности на дѣятельность азотнаго фермента весьма существенно и усиливается съ ея содержаниемъ: такъ, наприм., въ 1 кило одной и той же почвы съ разнымъ содержаниемъ влаги было найдено:

при 9,3% влажности	157	миллигр. HNO_3
” 16 ” ”	397	” ”
” 20 ” ”	478	” ”

Нитрификация совершается гдѣ угодно, чѣмъ болѣе связывается образующаяся HNO_3 , по избытокъ щелочи вредитъ жизнедѣятельности микробовъ. Такъ Варрингтонъ употреблялъ мочу, разбавляя 4 сс. ея водою до 1000 сс., а также другой растворъ, состоящій изъ 80 миллиграмм. нанытыря, 80 миллиграмм. сегнетовой соли, 40 миллиграмм. фосфорнок. калия и 20 миллиграмм. сѣрнокислой магнезии на литръ воды. Изъ той и другой жидкости было взято по 100 сс. и розлиты въ широкогорлыя стеклянки такъ, чтобы жидкости образовали слой въ 1—5 сантиметровъ для облегченія доступа воздуха. Слегка закрытыя ватой, стеклянки нагревались до кипѣнія въ теченіе 5—6 часовъ, для того чтобы убиты въ нихъ всякіе зародки организмовъ. Затѣмъ въ сосудъ съ мочею прибавлялось 0,1 грам. почвы; при этомъ хотя появлялась азотная кислота, но нитрификация совершалась очень медленно, вследствие содержанія въ мочеѣ углекислаго амміака, и только половина азота превратилась въ азотную кислоту, а другая часть пошла на связываніе послѣдней; при увеличеніи концентрации мочи нитрификация совсѣмъ прекращалась отъ избытка углекислаго амміака. Прибавляя къ растворамъ мочи гипса, Варрингтонъ нашелъ, что образованіе азотной кислоты шло обычнымъ путемъ, потому что гипсъ, реагируя съ углекислымъ амміакомъ, образовалъ сѣрнокислый амміакъ и углекислую известь, которая и связывала образующуюся азотную кислоту. Пиннаръ полагаетъ, что прибавленіе гипса къ удобрениямъ, вносимымъ въ почву, наприм.

къ навозу, усиливаетъ нитрификацію, а безъ этого, уже при содержаніи 0.003 части углекислаго амміака, образование азотной кислоты останавливается. Тѣкая известь также дѣйствуетъ вредно на ферментъ, который вообще не развивается въ щелочныхъ растворахъ, поэтому въ почвѣ нитрификація будетъ проходить только при слабой концентрации щелочного раствора и въ присутствіи лишь углекислой извести.

Для успѣшнаго дѣйствія нитрифицирующаго фермента имѣть даже весьма важное значеніе количество кислорода, при увеличеніи котораго увеличивается и содержаніе нитратовъ въ почвѣ, при отсутствіи же кислорода нитрификація останавливается. Это подтверждается слѣдующими опытами Шлезинга. Онъ пропускалъ смѣсь кислорода и азота черезъ почву, содержащую 15.9% воды и 106 миллиграмм. азотной кислоты, и опредѣлялъ прибыль послѣдней отъ нитрификаціи въ теченіе времени отъ 5 ноября до 7 ноября, причемъ оказалось, что въ присутствіи:

кислорода	1.5 ⁰ / ₀	6 ⁰ / ₀	11 ⁰ / ₀	16 ⁰ / ₀	21 ⁰ / ₀
азота	98.3 ⁰ / ₀	94 ⁰ / ₀	89 ⁰ / ₀	84 ⁰ / ₀	79 ⁰ / ₀

образовалось

азотной кислоты . 45.7	95.7	131.7	162.6	246.6	миллиграмм.
------------------------	------	-------	-------	-------	-------------

При пропускании же чрезъ почву чистаго азота азотная кислота исчезаетъ, что, по изслѣдованіямъ Шлезинга, зависитъ отъ разложенія нитратовъ въ отсутствіе кислорода, и происходитъ *денитрификація*. Дегеренъ, Дюпети и Гэйонъ, изслѣдуя это явленіе нашли, что въ отсутствіе свободнаго кислорода развиваются микроорганизмы, которые дышатъ на счетъ связаннаго кислорода органическихъ веществъ (анаэробн), выдѣляя азотъ, поэтому въ почвѣ, гдѣ содержатся тѣ и другіе микроорганизмы (аэробн и анаэробн), смотря по доступу кислорода, и происходитъ или окисленіе (нитрификація), или возстановленіе нитратовъ (денитрификація).

Наконецъ, интенсивность нитрификаціи обуславливается количествомъ находящихся въ почвѣ органическихъ остатковъ, смотря, впрочемъ, по скорости ихъ разложенія: такъ, по опытамъ, быстрее всего нитрифицируются амміачныя соли, медленнѣе всего гумусъ. Наприм. Туксенъ нашелъ, что въ теченіе 3 мѣсяцевъ образовалось азотной кислоты:

изъ костяной муки	60 ⁰ / ₀	всего азота
„ рыбаго гуано	39 ⁰ / ₀	„ „
„ навоза	51 ⁰ / ₀	„ „
„ гумуса	0.25 ⁰ / ₀	„ „

Поэтому въ почвѣ, смотря по качеству находящихся тамъ веществъ, образование нитратовъ при прочихъ равныхъ условіяхъ будетъ неодинаковое. По изслѣдованіямъ Лооза, Гильберта, и Варрингтона въ почвѣ, даже не удобренной, происходитъ усиленная нитрификація на счетъ органическихъ остатковъ. Сѣрниокислый амміакъ, внесенный въ видѣ удобрения, а также растворимыя части навоза быстро нитрифицируются. При этомъ потери нитратовъ

съ дренажными водами будетъ зависѣть отъ количества атмосферныхъ осадковъ и состоянiя почвы: такъ всего менѣе теряется нитратовъ въ томъ случаѣ, если почва занята какою-либо культурою, такъ какъ корни растений будутъ принимать нитраты; но мѣрѣ ихъ образованiя, потеря увеличивается особенно подъ чернымъ паромъ, удобреннымъ азотистыми веществами.

Все вышесказанное приводитъ къ заключенiю, что нитрификацiя въ почвѣ есть результатъ жизнедѣтельности особыхъ организмовъ, а потому естественно необходимо ближе ознакомиться съ индивидуальными особенностями этихъ организмовъ, такъ какъ это дастъ точку опоры при изученiи условiй ихъ развитiя, на основанiи чего можно получить цѣнныя практическiя указанiя о накопленiи, распредѣленiи и потребленiи нитратовъ въ почвѣ. Шлезингъ и Мюнхъ, а также и другiе изслѣдователи, выдѣлили изъ почвы нѣкоторые организмы, но тѣ методы, которыми производилось изолированiе и воспитанiе микроорганизмовъ, не привели собственно къ опредѣленiю того именно организма, который долженъ быть признакъ нитрифицирующаго фермента, и оставалось неизвѣстнымъ: участвуетъ ли въ этомъ только опредѣленный видъ, или можетъ-быть нитрификацiя обуславливается совокупною дѣятельностью нѣсколькихъ микроорганизмовъ. Въ недавнее время русскiй ученый Виноградскiй подвергъ тщательной разработкѣ вопросъ о нитрификацiи и нашелъ, что всѣ изслѣдованiя относительно азотнаго фермента, основанныя на способахъ желатиновой культуры, мало пригодны для изолированiя и изученiя индивидуальности микроорганизмовъ, производящихъ нитрификацiю въ почвѣ *). Въ своихъ опытахъ онъ стремился прежде всего найти такiя условiя въ жидкихъ субстратахъ, которые были бы благоприятны для явленiй нитрификацiи, но не благоприятствовали бы процессамъ возстановленiя. Длиннымъ рядомъ опытовъ ему удалось найти подходящую среду для культуры фермента, изолировать его и изучить индивидуальныя особенности, оказавшiяся весьма замѣчательными въ физиологическомъ отношенiи. Такая жидкая среда состояла изъ 1 грамма сѣрно-кислаго аммонiя, 1 грамма фосфорнокислаго калия, растворенныхъ въ 1000 гр. воды (изъ Цюрихскаго озера), къ которой было прибавлено немного (0, — 1 гр. на 100 сс.) основной углекислой магнезии. Этотъ питательный растворъ былъ тщательно стерилизованъ, т.-е. освобожденъ отъ всякихъ зародышей микроорганизмовъ. Послѣ прибавленiя къ такому раствору одной капли жидкости, недавно нитрифицированной, уже на четвертый день была констатирована прекрасная реакцiя съ дефиниль-аминомъ (реактивъ на азотную кислоту); въ концѣ еще двухъ дней интенсивность реакцiи была такая, что капля жидкости въ нѣсколькихъ кубическихъ сантиметрахъ дефи-

*) Recherches sur les organismes de la nitrification. Par M. S. Winogradsky. Annales de l'Institut Pasteur 1890, № 4, 5, 12, и 1891, № 2.

нитъ-аминна образовала синечерныя чернила, а въ концѣ 15 дней изъ питательнаго раствора исчезли все слѣды амміака. Затѣмъ были изучены организмы, которые существовали въ этихъ жидкостяхъ; именно постѣвъ на желатинныхъ пластинкахъ показали, что ихъ было нѣсколько видовъ, необходимо было разъединить и изучить свойства каждаго вида въ отдѣльности. При культурахъ на желатинѣ было найдено пять различныхъ микроорганизмовъ, но ни одинъ изъ нихъ не обладаетъ почти никакою нитрофицирующею способностью. Разсматривая внимательно нитрифицируемую жидкость въ сосудѣ, можно было замѣтить на поверхности ея пленку изъ углекислой магнезій, подъ которою жидкость была прозрачною и только отъ времени до времени (на 6—7 дней), когда нитрификация шла очень дѣятельно, появлялась слабая муть, обыкновенно скоро исчезающая. При изслѣдованіи этой муты подъ микроскопомъ было обнаружено, что она состояла изъ овальныхъ, слегка закрученныхъ гѣлецъ, очень оживленно двигающихся въ жидкости. Эта равномерность между появленіемъ подвижныхъ гѣлецъ и интенсивностью нитрификации наблюдалась неоднократно. Въ пленкѣ, появившейся на поверхности жидкости, не было открыто нитрифицирующаго фермента, но, изслѣдуя осадокъ, образовавшійся изъ муты на днѣ сосуда, можно было замѣтить, что углекислая магнезія, изъ которой онъ состоялъ, была покрыта какъ бы желатинозною оболочкой, распадавшеюся на хлопья. Подъ микроскопомъ эти хлопья оказались состоящими изъ прозрачныхъ стуетковъ, буквально покрытыхъ толстыми группами красной овальной бактеріи, весьма сходной по формѣ и величинѣ съ тѣми подвижными гѣльцами, которые были открыты въ мутѣ. Культивируя эти организмы въ растворѣ амміачной соли, совершенно не содержащей никакихъ слѣдовъ органическаго вещества, Виноградекш нашелъ, что нитрификация происходила съ тою же интенсивностью, какъ и прежде, — подъ микроскопомъ были открыты тотъ же овальный микробъ. Рядомъ послѣдовательныхъ опытовъ, въ соответственныхъ жидкостяхъ, онъ убѣдился въ нитрифицирующей способности этого организма. Такимъ образомъ былъ найденъ нитрифицирующій ферментъ. Онъ представляетъ болышею частью эллипсоидальныя кѣтки, которыя у молодыхъ индивидуумовъ приближаются къ шарообразнымъ; кѣтки очень малы (меньшій діаметръ не превосходитъ 0,9—1,0 микрометра, длина 1,1—1,8 микромм.); иногда между овальными кѣтками находится другія, въ формѣ веретена съ тупыми концами; они обладаютъ периодическимъ движеніемъ, въ жидкости соединяются въ болѣе или менѣе густыя кучки (зооглеи). Виноградекш называетъ этотъ организмъ родовымъ именемъ *nitromonas*. Нитромонада фиксируется въ культурахъ на днѣ сосуда, на осадкахъ углекислыхъ солей и пропитываетъ ихъ своею студенистою массою. Такое непосредственное соприкосновение кѣтокъ съ нерастворимыми углекислыми основаниями, очевидно, необходимо для вегетации нитромонады, — вѣроятно, углекислыя соли разлагаются при этомъ и есть основаніе пола-

гать, что нитромонада и подобные ей микроорганизмы поддерживают и регулируют циркуляцию углерода в природе, препятствуя углекислотой действовать на углекислые соли. Количество азотной кислоты, образуемое нитромонадами, очень значительно: так в одной культуре Виноградкии нашель по истечении 18 недель 982,3 миллиграмм. HNO_3 , в другой чрезъ неопределенное время было найдено 603,7 миллиграмм. Изъ опытовъ вообще найдено, что интенсивность нитрификации съ нитромонадою въ чистыхъ культурахъ такъ же велика, какъ по опытамъ Шлезинга въ почвѣ. Именно Шлезингъ нашель, что въ наиболѣе дѣятельный периодъ явлюня въ почвѣ нитрифицировалось 3, 4, 9,6 и 4,1 миллиграмм. азота ежедневно, а по изслѣдованіямъ Виноградскаго въ среднемъ 6,7—7,7 миллиграмм. въ день. Существеннымъ условіемъ для дѣятельности нитромонады служить то, чтобы въ жидкости никогда не было избытка амміака.

Открытая Виноградскимъ нитромонада обладаетъ замѣчательнымъ физиологическимъ свойствомъ, о которомъ нельзя не упомянуть, тѣмъ болѣе, что оно находится въ связи съ нитрификаціей, обуславливаемою жизнедѣятельностью этого микроорганизма. Именно, она можетъ обильно развиваться въ жидкостяхъ, лишенныхъ органическихъ веществъ. Уже раньше Герееусъ и Гюне замѣтили, что азотный ферментъ развивается хорошо въ растворѣ минеральныхъ солей безъ органическаго вещества. Принимъ предосторожности относительно чистоты сосудовъ, воды, реагентовъ, свѣта и т. п., Виноградскій нашель, что открытая имъ нитромонада, безцвѣтный организмъ, не содержащій хлорофилла, можетъ развиваться совершенно нормально и проявлять свое дѣйствіе въ средѣ лишенной послѣднихъ слѣдовъ органическаго вещества.

На основаніи данныхъ своихъ опытовъ Виноградскій заключаетъ, что нитромонада обладаетъ способностью ассимилировать углеродъ изъ CO_2 безъ участія хлорофилла и независимо отъ солнечнаго свѣта. Такой фактъ, являющіеся исключительнымъ въ физиологическомъ отношеніи, Виноградскій считаетъ не единственнымъ и полагаетъ, что тѣми же свойствами обладаютъ изученныя имъ бактеріи, окисляющія сѣру и соли желѣза.

Изслѣдованіями Шлезинга и Мюнца, Вэррингтона и Франкландовъ было уже раньше замѣчено, что во время нитрификации подъ вліяніемъ микробовъ образуются часто нитриты, т. е. соли азотистой кислоты, которыя затѣмъ окисленіемъ переводятся въ нитраты. Франкланды даже нашли, что единственнымъ продуктомъ нитрификации въ ихъ опытахъ была именно азотистая кислота. Между тѣмъ Мюнцъ, на основаніи своихъ опытовъ, пришелъ къ выводу, что въ почвѣ образуется только азотная кислота, потому что образовавшіеся изъ амміака нитриты быстрымъ окисленіемъ превращаются въ нитраты. Виноградскій также произвелъ рядъ опытовъ *) относительно

*) Comptes rendus 1891. T. CXIII, № 2, p. 89 - 92.

образования и окисления нитритовъ во время нитрификации съ различными почвами изъ Европы (4 образца), Африки (5) Азии (2), Ю. Америки (2) и Австралии (1) и пришелъ къ заключенію, что окисление нитритовъ въ нитраты зависитъ также отъ дѣйствія микроорганизма, сходнаго съ нитромонодою, который способенъ непосредственно окислять аммиакъ, тогда какъ нитромонода можетъ дѣйствовать на нитриты, переводя ихъ въ азотную кислоту. Отъ выдѣлить изъ одной почвенной пробы (Квито), культурово въ студенистомъ гидратѣ кремнезема, два микроорганизма и одинъ изъ нихъ обладаетъ способностью образовывать нитраты изъ нитритовъ: подобные же организмы были имъ найдены въ почвахъ Явы и Цюриха. Въ недавно опубликованныхъ изслѣдованіяхъ *) Виноградскии предлагаетъ называть нитробактерии, производящія нитриты, *nitrosomonas* (по крайней мѣрѣ два вида *N. europae*, *N. javanensis* и можетъ быть другіе).

Изъ вышеприведенныхъ изслѣдованій относительно дѣятельности азотнаго фермента можно видѣть, что нитрификация въ почвѣ будетъ находиться въ зависимости отъ различныхъ условій, поэтому, наприм. лѣтомъ, въ верхнихъ слояхъ почвы, по причинѣ высокой температуры и сильнаго высушанія, образование нитратовъ должно замедляться, зимою, вследствие замерзанія, дѣятельность фермента останавливается, въ почвѣ влажной она будетъ совершаться лучше, въ удобренной интенсивнѣе, чѣмъ въ неудобренной и т. п. Варрингтонъ нашелъ, что при естественныхъ условіяхъ нитрификация происходитъ преимущественно въ почвѣ, въ которой для этого существуютъ болѣе благоприятныя условія, чѣмъ въ подпочвѣ. Такъ въ глинистой почвѣ азотный ферментъ былъ найденъ не глубже 9 дюймовъ отъ поверхности, а въ болѣе легкой почвѣ до 18 дюймовъ, а на глубинѣ отъ 2 до 8 футовъ уже нельзя было обнаружить его присутствія, хотя на глубинѣ 5—6 футовъ нитрифицирующія бактерии еще могутъ обнаруживать очень слабое дѣйствіе, но количество ихъ вообще уменьшается съ глубиною. Если же въ дренажныхъ водахъ, или на большой глубинѣ отъ поверхности въ почвѣ содержится болѣе или менѣе замѣтныхъ количества азотной кислоты, то это происходитъ отъ выщелачиванія ея водою изъ верхнихъ слоевъ.

Значеніе азотнаго фермента въ образованіи нитратовъ въ почвѣ такъ велико, что безъ большаго преувеличенія можно считать количество ихъ, происходящее отъ жизнедѣятельности микроорганизмовъ, по крайней мѣрѣ въ сто разъ больше того, какое образуется отъ прямого окисленія органическихъ остатковъ.

Почвенная жидкость. Кромѣ веществъ, находящихся въ твердомъ состояніи, въ каждой почвѣ содержатся также различныя соли, растворяющіяся въ чистой или углекислой водѣ и поступающія или изъ верхнихъ слоевъ отъ выщелачиванія, или же образующіяся въ почвѣ при различныхъ реакціяхъ. Всѣ такія растворимыя соединенія образуютъ почвенную жидкость

*) *Annales de l'Institut Pasteur*. 1892, p. 459—462 (Recherches et analyses).

Въ этой жидкости должны содержаться прежде всего такія соли, которыя образуются въ почвѣ, но ея не поглощаются, слѣдовательно переходятъ въ растворъ: таковы хлористыя, азотнокислыя и сѣрнокислыя соли. Далѣе въ атмосферныхъ осадкахъ почва получаетъ некоторое количество, наприм. азотную, азотистую кислоту, амміакъ, хлористыя натрія и хлористыя магнии, заносимые испареніями изъ морской воды, наконецъ въ почвенной жидкости могутъ находиться и другія вещества, выщелачивающіяся при извѣстныхъ условіяхъ изъ почвы, это именно такія, которыя хотя и могутъ быть поглощаемы почвою, т. е. переведены въ нерастворимое состояніе, но при избыткѣ такихъ веществъ часть ихъ можетъ переходить въ почвенную жидкость. Обнаружить это явленіе можно промываніемъ почвы водою, такъ наприм. Грувентъ обрабатывалъ три различныхъ почвы: тонкую песчаную и двѣ садовыхъ тропнымъ количествомъ воды по вѣсу почвы, при этомъ въ 100 граммахъ водной вытяжки было найдено:

	Песчаная почва	Садовая почва	Тоже.
SiO ₂	0,1992	0,284	0,133 грам.
P ₂ O ₃	Слѣды	0,014	0,053 "
MgO	0,068	0,016	0,030 "
K ₂ O	0,030	0,069	0,059 "

Подобнымъ же образомъ были изслѣдованы почвенныя жидкости Энгхорномъ, Вундеромъ, Шузахеромъ, Шульце, Косою и другими, причѣмъ наприм. Вундеръ нашелъ въ 10000 частяхъ жидкости лишь слѣды фосфорной кислоты, 0,75 части кали и 8,36 части извести. Для представленія о водныхъ растворахъ, циркулирующихъ въ почвахъ, Фраасъ устроилъ лизиметры, или приборы для собиранія образующихся подъ влияніемъ атмосферныхъ осадковъ почвенныхъ растворовъ. Подобныя лизиметрическія изслѣдованія показали, что въ 1 миллионѣ метровъ прошедшей чрезъ почву воды содержалось:

	I	II	III	IV	V почвы.
Твердаго остатка . . .	472,32	254,61	292,61	305,20	291,5 грам.

Вольфъ находилъ въ литрѣ дренажной воды, на глубинѣ $\frac{1}{4}$ футовъ, въ Меккериѣ около Лейпцига, отъ 0,2473 до 0,3600 грам. минеральныхъ веществъ. Но изслѣдованія лизиметрическихъ и дренажныхъ водъ все-таки не даютъ прямого представленія о почвенной жидкости. Слѣдовало бы опредѣлять тѣ растворы, которые находятся въ почвѣ въ ея естественномъ состояніи. Составъ почвенной жидкости подверженъ постоянному измѣненію въслѣдствіе различныхъ химическихъ процессовъ, происходящихъ въ почвѣ, при которыхъ вещества находящіяся въ растворѣ, дѣйствуютъ разлагающимъ образомъ на твердыя частицы почвы, въслѣдствіе чего получаютъ соединенія, переходящія въ почвенную жидкость. Напр., если Na₂ PO₄ при-

ходить въ сопряженіи съ $\text{Fe}_2(\text{PO})_6$, то кромѣ фосфорнокислой окиси желѣза, образующеяся при этомъ въ осадкѣ, всегда останется часть Na_2PO_4 , которая и попадетъ въ почвенную жидкость. При разнообразіи состава находящихся въ почвѣ соединений возможно ожидать различныхъ реакцій и различныхъ соединений, поступающихъ въ почвенную жидкость.

Кромѣ минеральныхъ солей, въ почвенной жидкости находится въ растворенномъ состояніи различныя газы, количество которыхъ будетъ измѣняться сообразно ихъ растворимости: такъ наприм. воздухъ, растворяясь въ водѣ, состоитъ изъ 34% кислорода и 66% азота, въ почвенной же жидкости кислорода находится меньше, потому что онъ потребляется при процессахъ окисления. Далѣе находится угольная кислота, которая хорошо растворяется въ водѣ, но содержится въ почвенной жидкости въ маломъ количествѣ, несмотря на ея постоянное образование въ почвѣ, потому что она поглощается находящимися въ почвенной жидкости солями, вследствие этого обыкновенное содержаніе угольной кислоты въ почвенной жидкости бываетъ не болѣе 30—35% и измѣняется въ зависимости отъ различныхъ условій, между прочимъ отъ температуры.

Концентрація почвенной жидкости вообще очень слаба. Изъ анализовъ видно, что наибольшая концентрація почвенныхъ растворовъ не превышаетъ 646 грам. на метръ, а обыкновенно она значительно меньше и при среднихъ условіяхъ она доходитъ даже до 0,1% и измѣняется въ зависимости съ содержаніемъ воды въ почвѣ; такая концентрація вообще недостаточна для удовлетворенія потребностей растений въ питательныхъ веществахъ, притомъ въ почвенной жидкости часто содержатся вещества вредныя для растений. Въ виду этого почвенная жидкость для питанія растений имѣетъ второстепенное значеніе и они должны извлекать необходимыя питательныя вещества изъ почвы дѣятельностью своихъ корней. Равнымъ образомъ нельзя судить о плодородіи почвы на основаніи анализовъ почвенной жидкости.

Почвенный воздухъ. Въ почвѣ находятся также различныя газы, составляющіе почвенный воздухъ. Последний долженъ состоять прежде всего изъ атмосферныхъ газовъ, затѣмъ изъ тѣхъ, которые образуются въ почвѣ и переходятъ въ атмосферу. Знаніе состава почвеннаго воздуха чрезвычайно важно, во-первыхъ, потому, что даетъ возможность судить о степени окислительныхъ процессовъ въ почвѣ, а во-вторыхъ, многіе газы изъ почвы переходятъ въ атмосферу, слѣдовательно составъ почвеннаго воздуха имѣетъ гигиеническое значеніе. Буссенго изслѣдовалъ составъ воздуха въ различныхъ почвахъ посредствомъ воронки, затянутой металлическою сѣткою и погруженной въ почву, воздухъ которой протягивался черезъ воронку посредствомъ аспиратора, а собираемые газы анализировались. При этомъ было найдено, на глубинѣ 12—16 дюймовъ, въ 100 объемахъ почвеннаго воздуха:

	Углекислоты.	Кислорода	Азота.
Въ легкой песчаной не давно удобренной почвѣ послѣ дождя	9,71	10,33	79,91.
Въ той же почвѣ, но давно удобренной	0,93	19,3	79,37.
Въ очень песчаной почвѣ	1,06	19,72	79,22.
Въ мергельной почвѣ, давно удобренной	0,87	19,71	79,42.
Въ тяжелой глинистой почвѣ	0,66	19,99	79,35.
Въ горничной землѣ	0,97	19,66	79,37.

Подобныя изслѣдованія вообще показали, что составъ почвеннаго воздуха сильно измѣняется въ зависимости отъ физическаго состоянiя почвы, влажности, температуры, химическихъ процессовъ и глубины слоя.

Изъ составныхъ частей почвеннаго воздуха кислорода содержится на различной глубинѣ отъ 17 до 7, % т.-е., меньше, чѣмъ въ атмосферѣ, такъ какъ въ почвѣ кислородъ расходуется при процессахъ окисленiя. Изъ опытовъ Шлезинга видно, что минимумъ содержанiя въ почвѣ кислорода превышаетъ даже то, которое нужно для энергичнаго окисленiя органическихъ веществъ въ почвѣ; это объясняется тѣмъ, что почва задерживаетъ кислородъ внутри комочковъ, такъ что онъ трудно диффундируетъ наружу.

Количество углекислоты въ почвенномъ воздухѣ всегда больше, чѣмъ въ атмосферномъ, потому что при гниенiи выделяется углекислота, которая по своему удѣльному вѣсу вообще трудно диффундируетъ наружу. Но содержанiе ея измѣняется влѣдствiе различныхъ причинъ.

По опытамъ Буссенго и Леви, оно зависитъ отъ количества органическихъ веществъ, температуры, скважности почвы, ея глубины и пр.

Влiяние органическихъ веществъ понятно изъ того, что при ихъ разложенiи образуется главнымъ образомъ углекислота, дажѣ въ рыхлой почвѣ содержанiе углекислоты увеличивается съ глубиною, т.-е. чѣмъ глубже отъ поверхности, тѣмъ болѣе содержится углекислоты; такъ наприм. Петтенкоферъ нашелъ въ почвенномъ воздухѣ:

	На глубинѣ 1,3 метра, на 4 метра.
Въ январѣ	3,861 5,319 сс. CO ₂ .
„ июль	14,547 26,110 „

Температура не имѣетъ большого влiянiя на содержанiе CO₂, но однако при повышенiи температуры почвы CO₂ должна легче изъ нея диффундировать въ атмосферу, при низкой температурѣ ея образуется меньше, но зато болѣе удерживается въ почвѣ.

Затѣмъ замѣчено, что содержанiе углекислоты зависитъ отъ покрововъ почвы.

По изслѣдованiямъ Вольби найдено: въ почвѣ луга, т.-е. покрытой растенiями и въ чернолѣмъ пару, покрытомъ навозомъ или соломою:

	луговой.	покрытой соломою.	черный паръ.
содерж. CO ₂	1,903	6,780	8,936 сс.

въ среднемъ изъ опытовъ, произведенныхъ въ ноябрѣ, мартѣ и апрѣлѣ, найдено CO_2 :

въ луговой почвѣ 1,161 се.
 „ оставленной въ пару . 0,562 „

Содержаніе CO_2 далѣе обуславливается густотою стоящаго растенія: такъ найдено CO_2 въ почвенномъ воздухѣ при числѣ растеній на одинъ квадратный метръ:

	при 3	6	12	24 растенійхъ.
Содержалось:				
углекислоты	2,56%	1,12%	1,20%	1%

Слѣдовательно, чѣмъ больше растеній находится на данной площади, тѣмъ меньше содержаніе углекислоты въ почвенномъ воздухѣ. Далѣе количество влаги оказываетъ влияние на содержаніе углекислоты въ почвенномъ воздухѣ, такъ наприм. Вольни смѣшивать торфъ съ пескомъ и поддерживать эту смѣсь въ различномъ состояніи влажности: содержаніе CO_2 было:

	при 3%	6%	9% воды
	2,1	3,1	3,9 CO_2

Изъ этого видно, что влияние содержанія перегнойа на количество углекислоты, несмотря на повышение влажности, весьма значительно. Буссеню замѣтить, что послѣ дождей содержаніе углекислоты въ почвенномъ воздухѣ увеличивается, такъ какъ промежутки между частицами заволаживаются, образуется кора, которая препятствуетъ диффузии углекислоты въ атмосферу, но въ почвѣ разрыхленной, по другимъ изслѣдованіямъ, послѣ дождя содержаніе углекислоты уменьшается, потому что вода, быстро проходя въ глубину, можетъ вытѣснить углекислоту въ атмосферу. Наконецъ количество углекислоты въ почвенномъ воздухѣ зависитъ отъ хода процессовъ гніенія вообще.

Далѣе въ составъ почвеннаго воздуха долженъ входить углекислый амміакъ, который приносится атмосферными осадками, а также образуется въ почвѣ при гніеніи. Однако количество въ его почвенномъ воздухѣ весьма ничтожно, отъ 0,000001 до 0,000012 части. Это объясняется тѣмъ, что углекислый амміакъ въ почвѣ связывается перегноемъ и водными кремнекислыми соединениями. Затѣмъ въ почвенномъ воздухѣ всегда находятся водяные пары, содержаніе коихъ измѣняется въ зависимости отъ влажности атмосфернаго воздуха, вообще же оно значительно и увеличивается съ температурою и содержаніемъ капельно-жидкой воды въ почвѣ. Количество водяныхъ паровъ зависитъ отъ влажности того слоя почвы, въ которомъ циркулируетъ почвенный воздухъ.

Наконецъ, въ составъ почвеннаго воздуха входятъ часто и другіе газы какъ наприм. сѣроводородъ, азотъ и пр., которые выдѣляются при процессахъ разложенія органическихъ веществъ въ почвѣ.

IV. Механическій составъ почвы.

Минеральныя вещества почвы, смѣшиваясь съ перегноемъ, образуютъ частицы или комки различной величины, формы и состава. Количественное отношеніе крупныхъ частицъ къ мелкимъ опредѣляетъ извѣстное строеніе почвы, или ея механическій составъ. Изученіе этого состава чрезвычайно важно, такъ какъ даетъ возможность опредѣлить происхожденіе почвы, степень ея вѣтрительности и способности къ дальнѣйшему вѣтритванію; съ другой стороны, величина и форма частицъ въ значительной степени обуславливаютъ многія физическія свойства почвы, наприм. ея рыхлость, способность пропускать и задерживать воду, газы и т. д. Наконецъ величина и однородность почвенныхъ частицъ характерна для отдѣльныхъ почвъ, такъ наприм. суглинистыя почвы составлены изъ частицъ разной величины, тогда какъ иловатая имѣютъ частицы мелкія и болѣе однородныя и т. п.

Раздѣленіе почвенныхъ частицъ по величинѣ называется *механическимъ анализомъ*. Посредствомъ такого анализа все почвенныя частицы можно раздѣлить на слѣдующія группы:

отъ 10	до 5	мм. въ діам.	хрящъ и гравій крупный	} песчанистыя частицы или остовъ (скелеть) почвы.
"	5	— 3	" " " " хрящъ и гравій мелкій	
"	3	— 1	" " " " " " песокъ крупный	
"	1	— 0,5	" " " " " " " " средний	
"	0,5	— 0,25	" " " " " " " " мелкій	
"	0,25	— 0,075	" " " " " " " " песчаная пыль	} землистыя частицы или мекоземъ.
"	0,075	— 0,025	" " " " " " " " или грубый	
"	0,025	— 0,0075	" " " " " " " " " " средний	
"	0,0075	— 0,0025	" " " " " " " " " " тонкій	
"	0,0025	— 0,001	" " " " " " " " " " тонкій	

Все частицы величиною болѣе 10 мм. въ діаметрѣ не входятъ въ изслѣдованіе и носятъ названіе камешковъ или камней, если они минеральнаго происхожденія, но могутъ быть здѣсь и кусочки корней, корневищъ и другіе растительные остатки.

Согласно изслѣдованіямъ Гумфри Деви, Шюблера, Шульце, Кюпа и другихъ, раздѣленіе почвенныхъ частицъ на означенные продукты можетъ быть произведено посредствомъ *ситъ* съ различнымъ діаметромъ ячеекъ. Сита Кюпа имѣютъ 5 номеровъ и на нихъ можно раздѣлять почвенныя частицы до 0,25 мм. въ діаметрѣ; хотя и существуютъ сита съ діаметромъ до 0,07 мм. (шелковыя), но они не употребляются при анализѣ потому, что такія сита трудно приготовить съ однородными ячейками. Сита должны имѣть круглыя, пробурываемыя въ латуни ячейки, или (болѣе мелкія) латуниной проволоки, но послѣднія имѣютъ квадратныя ячейки, предстал-

ция то неудобство, что размеры таких ячеек не одинаковы по всем направлениям (диагональ квадрата в 1,4 раза больше стороны), а поэтому через квадратные отверстия будут проходить частицы различной величины; кроме того они скользят по гладкой поверхности; в этом отношении вообще неудобны металлические сита. Так или иначе, по посредству сит можно разделить только песчаные частицы или осевы почвы, частицы меньше $0,05$ мм., следовательно песчаную пыль и пловатые продукты разделяются посредством *отмучивания*. Для этого пользуются неодинаковою скоростью падения частиц почвы в водѣ или в каком-либо другой жидкости (наприм. в спиртѣ). Однако и при этом нельзя достигнуть полного раздѣленія частиц почвы, такъ какъ скорость падения твердаго тѣла в жидкости находится в зависимости отъ весьма различныхъ условий, изъ которыхъ многія дѣйствуютъ при отмучиваніи отрицательно, понижая точность анализа. Для разъясненія этихъ условий надо обратить вниманіе на то, что каждая частица почвы, суспендированная в водѣ, находится подъ вліяніемъ двухъ силъ: силы тяжести и сопротивленія, оказываемаго водою ей паденію. Если частица находится в покое, то обѣ силы взаимно уравновѣшиваются и, следовательно, равны между собою. при паденіи же частицъ будутъ дѣйствовать: ихъ вѣсъ, форма, давленіе жидкости, ея плотность и т. п. Именно частицы почвы никогда не имѣютъ правильной формы, а она весьма разнообразно измѣняется. Далѣе, плотность жидкости можетъ быть весьма различна, наприм. спиртѣ, дистиллированная вода, обыкновенная вода и т. п.; кроме того, при отмучиваніи нѣкоторые вещества почвы могутъ растворяться в водѣ, предварительная же обработка почвы для удаленія такихъ веществъ измѣняетъ ея механическій составъ; наконецъ форма сосуда и высота, съ которой частицы падаютъ в водѣ, также вліяетъ на отмучиваніе. Лучшее всего производить отмучиваніе в плоскихъ, широкихъ и низкихъ сосудахъ, устраняя по возможности дѣйствіе температуры и свѣта, такъ какъ мелкія частицы подъ вліяніемъ свѣта и тепла сбиваются в хлопья, которые долго не могутъ оставаться во взмученномъ состояніи, падаютъ на дно сосуда и примѣшиваются къ крупнымъ частицамъ, отчего отдѣленіе продуктовъ будетъ неправильнымъ. Такимъ образомъ результаты отмучиванія всегда будутъ болѣе или менѣе приблизительны.

Отмучиваніе производится в различныхъ *приборахъ*, которые можно раздѣлить на двѣ категоріи: 1) осадочные, в которыхъ вода находится в покое, а частицы осаждаются на дно в зависимости отъ ихъ величины, формы и вѣса съ различною скоростью; 2) отмывные, в которыхъ частицы раздѣляются посредствомъ движущейся воды.

Простейшимъ осадочнымъ приборомъ служитъ сосудъ Кюна, состоящій изъ стекляннаго цилиндра высотой 28, діаметромъ $8,5$ сантиметровъ и на разстояніи 5 сантиметровъ отъ дна имѣетъ тубулусъ для сливанія жидкости, взмученной в цилиндрѣ.

Приборъ Шульце представляетъ коническiй бокаль, въ которомъ взмученныя частицы постепенно осѣдаютъ на дно въ нѣсколько слоевъ. Приборъ Беннигсена состоитъ изъ стекляннаго цилиндра съ 4 отверстiями, расположенными на разстоянii 4 сантиметровъ другъ отъ друга: въ каждое изъ отверстiй попеременно вставляется трубка, загнутая внизъ. Вода поступаетъ въ цилиндръ изъ резервуара, черезъ край, посредствомъ воронки, доходящей до дна прибора. Во все время отмучиванiя вода должна стоять на одномъ уровнѣ. Почва, насыпанная на дно прибора (2—5 грам.), взмучивается въ водѣ, чрезъ нѣкоторое время мутную жидкость сливаютъ чрезъ первое отверстiе, затѣмъ послѣдовательно чрезъ все остальные, получится 4 продукта и остатокъ въ приборѣ.

Приборъ Киона имѣетъ подобное же устройство, но въ каждомъ отверстiи имѣются трубки съ кранами, чрезъ которыя сливаются мутныя жидкости. Для быстраго отмучиванiя можно пользоваться градуированными цилиндриками съ шариками на концахъ (Беннигсена), въ длинной трубкѣ такихъ приборовъ взмученныя частицы почвы будутъ осаждаться въ нѣсколько слоевъ, толщину которыхъ можно видѣть по дѣлениямъ, нанесеннымъ на трубкѣ. Такие цилиндры даютъ возможность быстро, но грубо приблизительно судить о механическомъ составѣ почвы.

Осадочные приборы имѣютъ много недостатковъ, изъ которыхъ существенный зависить отъ формы сосуда, влѣдствiе которой осажденiе частицъ не можетъ происходить правильно, такъ какъ въ цилиндрическомъ сосудѣ возникаютъ токи жидкости, которые нарушаютъ свободное паденiе частицъ на дно.

Отмывные приборы состоятъ существенно въ томъ, что почва отмывается при движенii воды, проходящей чрезъ одинъ или нѣсколько сосудовъ въ извѣстное время, при чемъ почвенныя частицы увлекаются водою и движутся въ зависимости отъ ихъ величины и всея съ различною скоростью. Примеромъ отмывныхъ приборовъ служитъ отмучивающiй аппаратъ Небеля. Онъ состоитъ изъ четырехъ расположенныхъ рядомъ, грушевидныхъ сосудовъ, объемы которыхъ относятся между собою, какъ $1^3 : 2^3 : 3^3 : 4^3 = 1 : 8 : 27 : 64$; во всехъ сосудахъ должно помѣщаться 4 литра воды. Первый, самый большой сосудъ имѣетъ трубку загнутую внизъ, конецъ которой вытянуть такъ, чтобы, при наполненii всего аппарата водою, могло пройти чрезъ трубку 9 литровъ воды въ продолженiе 40 минутъ. Чтобы достигнуть этого, все 4 сосуда соединяются между собою и съ резервуаромъ, содержащимъ 10 литровъ воды, уровень которой регулируется краномъ по дѣлениямъ, нанесеннымъ внутри резервуара, или на прикрѣпленной къ нему сообщающейся стеклянной трубкѣ. Приготовленная для анализа почва помѣщается въ заднiй, самый маленькiй сосудъ, имѣющiй болѣе толстыя стѣнки для того, чтобы онъ могъ выдерживать давленiе воды, поступающей въ него непосредственно изъ резервуара. Все воронковидные сосуды соединяются каучуко-

выми трубками и приборъ наполняется водою, токъ которой регулируется указаннымъ путемъ. По окончаніи этого въ каждой воронкѣ останется частица, увлеченная водою, следовательно 4 продукта, при чемъ три будутъ находиться во 2-й, 3-й и 4-й воронкѣ, а послѣдній выйдетъ чрезъ оттянутый конецъ трубки въ поставленный стаканъ. Полученные продукты собираются въ чашки, высунываются и взвѣшиваются. Приборъ Шебеля имѣетъ много недостатковъ: такъ, почвы съ большимъ содержаніемъ тонкаго ила очень часто не отмываются въ воронкахъ въ теченіе 40 минутъ. Кроме того, воронки имѣютъ очень острый уголъ, вследствие чего происходятъ вторичные токи, которые вызываютъ неравномерное гидравлическое давленіе въ сосудахъ, а поэтому и скорость движенія почвенныхъ частицъ должна измѣняться, вследствие чего въ различныхъ сосудахъ будутъ смѣшиваться частицы разной величины.

Въ отмывномъ приборѣ Шёне *) въ значительной степени устранены эти недостатки. Аппаратъ этотъ состоитъ изъ цилиндро-конической воронки, верхняя часть которой, длиною по крайней мѣрѣ 10 сантиметровъ, имѣетъ совершенно цилиндрическую форму. Для того чтобы въ верхней части прибора проходило равномерное движеніе воды при отмываніи, діаметръ этой части долженъ быть по крайней мѣрѣ 5 сантиметровъ и во всякомъ случаѣ не менѣе 4,3 сантим. для того, чтобы было возможно получить незначительное ускореніе. Продолженіемъ цилиндрической части служитъ узкая коническая часть 50 сантиметровъ длиною, которая внизу переходитъ въ длинную загнутую, параллельно воронкѣ, вверхъ трубку, діаметръ которой ни въ какомъ случаѣ не долженъ быть болѣе 5 миллиметровъ, но и не менѣе 4 миллім. Отверстіе (шейка) сосуда, въ 2 сантим. высотой и 1,5—2,5 сантим. діаметромъ, закрывается просверленной каучуковою пробкой, въ которую вставляется манометръ, служащій показателемъ скорости теченія воды. Трубка манометра, діаметромъ 3 миллиметра, въ нижней своей части, длиною 8 сантиметровъ, кольчатого-изогнута подъ угломъ въ 45° назадъ и вверхъ подъ тѣмъ же угломъ; въ послѣднемъ сгибѣ ея находится круглое отверстіе, около 1,3 миллиметра въ просвѣтѣ, края котораго должны быть возможно гладко оплавлены. Манометръ раздѣленъ отъ 1 до 10 сантим. на миллиметры, отъ 10 до 50 сантиметровъ на 1/2 сантиметра, а затѣмъ на дѣльные сантиметры. Для того, чтобы токъ воды, регулируемый краномъ, оставался по возможности постояннымъ, необходимо пользоваться резервуаромъ въ видѣ цинковаго ящика, вмѣщающаго 50 литровъ воды и помѣщеннаго наверху; уровень воды во время отмыванія долженъ лишь мало измѣняться. Весь приборъ укрѣпляется на штативѣ и столѣ, причемъ отмывная воронка ставится въ прорѣзѣ стола и соединяется съ трубкою (съ краномъ), идущею изъ резервуара. Манометръ закрѣпляется зажимомъ вверху

*) E. Schöne. „Über Schlammanalyse und einen neuen Schlammapparat. Berlin“, 1867.

итатива. Скорость движения воды въ цилиндрической части прибора зависитъ, при данномъ давлении, отъ поперечнаго сѣченія цилиндра и величины выходнаго отверстия въ нѣзометръ. Обѣ послѣднія величины можно опредѣлить опытомъ, или вычисленемъ, на основаніи законовъ гидростатики. Скорость же истечения можно найти на основаніи дѣленія нѣзометра.

Такъ или иначе, сущность дѣла состоитъ въ томъ, что опредѣленнымъ скоростямъ отмучиванія будутъ соответствовать частицы опредѣленной величины при условіи, что онѣ обладаютъ приблизительно одинаковымъ удѣльнымъ вѣсомъ и имѣютъ шарообразную форму. Шене нашелъ экспериментальнымъ путемъ, что при скорости отмучиванія отъ 0,4—12 миллим. въ секунду, для кварцеваго песку, круглой формы, существуетъ слѣдующее отношеніе между диаметромъ зеренъ и скоростью отмучиванія $v : d = 0,0311 \sqrt{\frac{7}{11}}$ миллиметра. Изъ его микроскопическихъ измѣреній и повѣрочныхъ вычисленій обнаружилось, что если взять кварць круглой формы, то ближайшимъ скоростямъ отмучиванія будутъ соответствовать слѣдующія величины зеренъ (миллиметр.):

при 0,2 мм. скорости отмучиваются частицы ниже	. . 0,101
„ 2,0 „ „ „ „ „	отъ 0,102—0,01
„ 7,0 „ „ „ „ „	„ 0,1—0,05.

При диаметрѣ цилиндрической части сосуда равномъ $\frac{4}{3}$ сантиметра можно найти по высотѣ воды въ нѣзометрѣ соответственные диаметры отмучиваемыхъ частицъ, представленныхъ въ слѣдующей таблицѣ:

Высота воды въ нѣзометрѣ въ сантиметрахъ.	Соответствующій диаметръ отмучиваемыхъ частицъ.
1,4	0,01 миллиметра.
2,8	0,02 „
7	0,04 „
15	0,07 „
29	0,08 „
53	0,06 „
83	0,07 „

Самое отмучиваніе въ приборѣ Шене производится слѣдующимъ образомъ. Для этого извлекаемую почву предварительно готовятъ для анализа. Берутъ 50 или 100 грам. мелкозема и кипятятъ его съ водою, смотря по плотности, $\frac{1}{2}$ —2 часа, при постоянномъ помѣшиваніи, для того чтобы лучше разъединить глинистыя частицы. Затѣмъ оставляютъ на нѣкоторое время въ покоѣ и отстоявшуюся мутную жидкость сливаютъ въ чашку, въ которой затѣмъ тонкія частицы оседаютъ черезъ нѣсколько часовъ. Остатокъ почвы разбалтываютъ въ небольшомъ количествѣ воды и смываютъ въ аппаратъ, открываютъ кранъ настолько, чтобы изъ резервуара поступило сначала немного воды, такъ какъ въ противномъ случаѣ легко можетъ

засориться узкая часть воронки иловатыми частицами еще лучше для вымывания почвы въ аппаратъ употребляютъ воронку съ длинною трубкою, чрезъ которую понемногу и переливаютъ взмученную почву, стараюсь избѣгнуть проникновенія въ приборъ пузырьковъ воздуха. Затѣмъ весь приборъ наполняется водою и производятъ отмучиваніе, регулируя притокъ воды такъ, чтобъ она стояла въ пнезомерѣ на известной высотѣ, причемъ сначала она должна соответствовать скорости $0,2$ мм. въ секунду, а затѣмъ постепенно ее увеличиваютъ. Отмучиваніе для каждой скорости теченія воды продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока не будетъ вытекать изъ пнезометрическаго отверстия свѣтлая жидкость, которую собираютъ и выпариваютъ въ чашкѣ, остатокъ же взвѣшивается; такъ поступаютъ со всеми жидкостями, которыя вытекаютъ при измѣненіи высоты воды въ пнезомерѣ. Но при этомъ иногда не получается совершенно свѣтлыхъ жидкостей, даже при продолжительномъ отмучиваніи, потому что въ данной почвѣ могутъ быть частицы, скорость паденія которыхъ такъ же велика, какъ и скорость теченія воды, такія частицы очевидно будутъ долго висѣть въ жидкости и дѣлать ее мутною.

Остатокъ, получающійся въ приборѣ послѣ отмучиванія, состоитъ изъ болѣе крупныхъ частицъ, его смываютъ въ чашку, выпариваютъ и взвѣшиваютъ. Такимъ образомъ можно отдѣлать слѣдующіе продукты отмучиванія: при первоначальной скорости отъ $0,2$ мм. въ секунду отмываются частицы до $0,01$ мм. въ діаметрѣ, при скорости $0,5$ мм. въ секунду отмываются пылеватые частицы отъ $0,01$ до $0,02$ мм. величиною, при 2 мм. скорости $0,02—0,03$ мм. и т. д.; остатокъ въ приборѣ можетъ состоять изъ частицъ $0,1—0,2$ мм. въ діаметрѣ. Для отмучиванія очень тонкихъ частицъ полезно употребить дистиллированную воду, для болѣе крупныхъ можно довольствоваться обыкновенною водою.

А. Майеръ *) сдѣлалъ нѣкоторое видоизмѣненіе въ приборѣ Шене, именно онъ раздѣлилъ отводную трубку (отверстіе) и пнезомеръ, которые въ приборѣ Шене состоятъ изъ одного цѣлага, на двѣ части. Именно въ пробку, закрывающую отверстие воронки, вставляется длинная градуированная, какъ у Шене, трубка діаметромъ $3—4$ мм., а въ другое отверстие, сдѣланное въ пробкѣ, помѣщается изогнутая внизъ короткая трубка любого діаметра; выпянутая на концѣ въ тонкій носикъ, она должна быть на одномъ уровнѣ съ нулевымъ дѣленіемъ пнезометра; въ узкой части воронки сдѣлать край, котораго нѣтъ въ приборѣ Шене.

При отмучиваніи въ подобныхъ приборахъ однако почти всегда тонкія частицы почвы сбиваются въ комки или образуютъ хлопья, а все это затрудняетъ ихъ раздѣленіе, поэтому Гильгардъ устроилъ приборъ, въ которомъ посредствомъ движенія частицъ въ водѣ должно быть устранено образова-

*) Wollny, Forschungen, B. V. S. 228. Eine Modification des Schone'schen Schlammapparats.

не комковъ и хлопьевъ. Аппаратъ Гильгарда *) состоитъ изъ цилиндрической трубки, длиною 290 мм. и 34,8 мм. въ діаметрѣ, къ нижнему концу которой прирабляется фарфоровая крышка съ 3 отверстиями, изъ которыхъ одно соединяется посредствомъ короткой трубки съ резервуаромъ для воды, а чрезъ два боковыхъ проходитъ горизонтальная ось, несущая двѣ крестообразно-изогнутыя металлическія пластинки. Между дномъ цилиндрической трубки и фарфоровою крышкой помещается металлическое сито съ отверстиями 0,8 м.м. конецъ оси соединить съ часовымъ механизмомъ, посредствомъ котораго металлическія пластинки, находящіяся внутри фарфоровой крышки, приводятъ взмученную почву въ быстро вращательное движеніе, со скоростью 500—600 оборотовъ въ минуту. Вода, нужная для отмучиванія, поступаетъ изъ высокопоставленной Мариоттовой стеклянки чрезъ трубку въ нижнюю часть прибора; токъ ея регулируется особымъ указателемъ на шкалѣ; въ верхней части цилиндра вставленъ нѣзومترъ. По изслѣдованіямъ Гильгарда, для достиженія правильныхъ результатовъ необходимо, чтобы трубка имѣла правильную цилиндрическую форму и стояла прямо, такъ какъ въ противномъ случаѣ образуются восходящіе токи воды; далѣе, слѣдуетъ устранить влияние свѣта и нагрѣванія, вода для отмучиванія должна быть по возможности чистая, вытекающая жидкость должна быть слегка мутною иначе получаютъ смѣшанныя частицы. Для отмучиванія Гильгардъ беретъ 15—20 грам. мелкозема, предварительно прокипяченнаго въ теченіе 24—30 часовъ съ водою; продолжительность кипяченія имѣетъ очень важное значеніе для результатовъ анализа. Такъ наприм. Гильгардъ нашелъ при изслѣдованіи одной мѣловой подпочвы:

Соотв. скорости въ секунду.	Величина частицъ. мм.	Продолжительность кипяченія.	
		6 часовъ	30 часовъ
болѣе 64		2,10	2,07
отъ 8—64	"	0,62	0,53
8	"	0,20	0,21
4	"	1,26	1,21
2	"	5,18	2,22
1	"	6,30	7,36
0,3	"	13,19	8,81
0,23	"	27,43	7,83
менѣе 0,23	"	27,63	35,22
пыль		14,82	33,16
		98,42	99,36

Такимъ образомъ при долгомъ кипяченіи получается гораздо больше тонкихъ плавящихъ продуктовъ, чѣмъ при менѣе продолжительномъ, что, по мнѣнію Гильгарда, зависитъ отъ того, что частицы, особенно известковые и глинистыя, склеиваются съ другими и разъединить это склеивеніе можно лишь при продолжительномъ кипяченіи съ водою.

*) Wollny. Forschungen. В. II, S. 57—59.

Оборнъ, подвергнувъ тщательному изслѣдованію все выше указанныя способы механическаго анализа почвъ, нашелъ, что для отмучиванія лучше всего брать изъ взятой пробы почвы, высушенной на воздухѣ и просѣянной чрезъ сито въ 3 мм., не болѣе 30 граммовъ. Почва затѣмъ промывается на ситахъ съ крупными отверстіями водою (300—400 см.), сита слѣдуютъ употреблять въ 1.03 и 0.25 мм., прошедшія черезъ последнее сито частицы подвергаются отмучиванію, причемъ достаточно раздѣлить ихъ на три группы, именно: 0.25—0.05; 0.5—0.1 и 0.1—0.0 миллиметровъ: первая Оборнъ называетъ просто пескомъ, вторая —плотъ,—а третья —шлюью (или пыль и глина). Взмученныя въ водѣ частицы оставляютъ стоять до осветленія жидкости, а если въ ней образуется осадокъ, то его еще разъ промываютъ водою. Этотъ осадокъ обозначаютъ вообще плотъ или шлюью безъ песку, остатокъ подвергается отмучиванію въ теченіе 24 часовъ. Оборнъ изслѣдовалъ также вліяніе кипяченія почвы предъ отмучиваніемъ и нашелъ, что вѣдствіе кипяченія раздѣленіе мелкихъ частицъ увеличивается.

Сравненіе различныхъ способовъ отмучиванія показало, что способъ Гильгарда даетъ не всегда достаточныя результаты, именно при отмучиваніи крупнозернистыхъ и иловатыхъ почвъ, а въ особенности такихъ, которыя содержатъ много тонкихъ чешуйчатыхъ частицъ, получаютъ въ приборѣ Гильгарда для крупныхъ частицъ низкіе, а для мелкихъ высокіе результаты.

Способъ Шёне даетъ достаточно удовлетворительныя результаты съ песчаными почвами, мало содержащими глины или вообще частицъ ниже 0.01 мм., но для мелкозернистыхъ почвъ, каковы наприм. перегнойныя и глинистыя, результаты получаются приблизительныя, причемъ ошибка для отдѣльныхъ продуктовъ отмучиванія можетъ простираться до 8—11%. Оборнъ считаетъ, что этотъ методъ не имѣетъ преимуществъ предъ другими въ отношеніи скорости, продолжительности и удобства. Изслѣдованія надъ отмучиваніемъ въ аппаратѣ Шёне, произведенныя Феска, Лауферомъ и др., однако показали, что возможныя ошибки въ этомъ методѣ уменьшаются въ томъ случаѣ, если процессъ отмучиванія производится возможно непрерывно и равномерно, результаты получаются для практическихъ цѣлей вполне достаточныя.

Такъ или иначе получаемыя посредствомъ механическаго анализа частицы различной величины имѣютъ не одинаковое значеніе какъ для самой почвы, такъ и для растений, потому что величиною и формою частицъ опредѣляется вліяніе не только механическое, но въ большинствѣ случаевъ этимъ можно руководствоваться для сужденія о химическомъ значеніи почвенныхъ частицъ,

Продукты анализа, представляющія хрянецъ и гравій и различные сорта песку (крупный, средній и мелкій) состоятъ преимущественно изъ такихъ веществъ, которыя подверглись только механическому вывѣтриванію, именно

здесь находится или кварцъ и безводные силикаты, или обломки и зерна другихъ минераловъ и горныхъ породъ. Кремнеземъ не имѣетъ въ видѣ кварца никакого химическаго значенія въ почвѣ, безводные силикаты и другіе минералы могутъ участвовать въ питаніи растений только при дальнѣйшемъ ихъ вывѣтриваніи, а потому все означенные продукты могутъ имѣть лишь косвенное значеніе въ почвѣ.—они могутъ вліять на физическія свойства: такъ почвы хрящеватыя, песчаныя и т. п., въ которыхъ преобладаютъ частицы величиною отъ 10 до 0,5 миллиметра, отличаются особыми свойствами по отношенію къ водѣ, газамъ, теплу и пр.

Частицы отъ 0,25 до 0,05 мм. состоятъ преимущественно изъ мелко раздробленныхъ безводныхъ силикатовъ, а также кварца и другихъ обломковъ горныхъ породъ, превратившихся въ пылеватое состояніе, въ которомъ они съ теченіемъ времени могутъ подвергнуться легче, чѣмъ песокъ, химическому измѣненію. Смотри по ихъ составу, въ случаѣ преобладанія здесь кварца или вообще кремнезема, значеніе такихъ частицъ и въ будущемъ для почвы во всякомъ случаѣ ничтожное.

Пылеватые продукты, т.-е. менше 0,05 мм., представляютъ уже вещества претерпѣвшія въ большей или меньшей степени химическое измѣненіе. Здесь находятся фосфаты, карбонаты, водныя кремнекислыя соединенія, окись желѣза, каолинъ, гумусъ и т. п. Но, кромѣ такихъ веществъ, въ тонкомъ илѣ будутъ содержаться также мельчайшія частицы не вывѣтрившихся минераловъ, наприм. кварца, слюды, полевыхъ шпатовъ, роговой обманки и т. п. Въ состояніи такого мелкаго раздробленія все эти минеральныя частицы способны измѣняться химически, что легко доказать опытомъ: такъ наприм. каолиновая слюда очень трудно вывѣтривается и растворяется въ кислотахъ, даже при кипяченіи съ сѣрною кислотою, но если ее растереть въ тонкій порошокъ, то она растворяется; точно такъ же наприм. полевые шпаты при сильномъ измелеченіи могутъ даже гидратизироваться, т.-е. присоединять воду и переходить въ водныя силикаты. Очевидно, что все подобныя минералы, находясь въ видѣ такого ила, могутъ переходить въ другія измѣненныя вещества.

Такимъ образомъ только въ мелкоземѣ, вѣрнѣе въ тонкомъ илѣ, должны заключаться болѣе доступныя растениямъ питательныя вещества. Но для того, чтобы растения могли удовлетворить свою потребность въ этихъ веществахъ, необходимо таковыхъ сравнительно много, въ тонкомъ же находится не болѣе четверти того количества, которое необходимо для растений, остальные же эти послѣдніе могутъ получить только благодаря дѣятельности своихъ корней. Для того же, чтобы корни могли успѣшно производить такое дѣйствіе, т.-е. растворять вещества тонкаго ила, нужно, чтобы они возможно тѣснѣе соприкасались съ частицами почвы, въ которыхъ находятся питательныя вещества въ мелкораздробленномъ состояніи, т.-е. въ видѣ тонкихъ пылеватыхъ продуктовъ. Однако одного присутствія тонкаго ила

еще не достаточно для правильного питания растений, — необходимо, чтобы частицы его постоянно измѣнялись и переходили въ удобоусвояемое состояніе, а для этого почва должна обладать извѣстными физическими свойствами, какъ-то: проницаемостью для воздуха, достаточною влажностью и температурою и т. п., такъ какъ лишь при такихъ условіяхъ въ ней могутъ совершаться химическія реакціи, а слѣдовательно образоваться растворимыя соединенія. Если почва не обладаетъ благоприятными физическими свойствами, то сколько бы тонкаго ила она ни содержала, все-таки она будетъ мало пригодной для растений. На этомъ основаніи различаютъ почвы богатые и плодородныя, разумѣя подъ *богатствомъ почвы* запасъ веществъ, содержащихся главнымъ образомъ въ тонкомъ илѣ, но болѣею частью не растворимыхъ и въ данное время мало доступныхъ корнямъ растений. *Плодородіе* же почвы выражается не только въ достаточномъ количествѣ тонкаго ила, но и благоприятныхъ физическихъ свойствахъ, при которыхъ вещества, находящіяся въ почвѣ, непрерывно измѣняются, становятся растворимыми и доступными корнямъ растений. Одна и та же почва можетъ быть богата и плодородна, но бываютъ почвы богатые, но мало плодородныя, такъ наприм. черноземъ можно считать и богатою и плодородною почвою, глинистая, пловатая почвы могутъ быть богатыми, но мало плодородными.

V. Физическія свойства почвы.

Почва, подобно всякому естественному тѣлу, обладаетъ извѣстными физическими свойствами. Различаютъ внутренія и внѣшнія физическія свойства почвы. Внутреннія принадлежатъ ей, какъ всякому физическому тѣлу, таковы: вѣсъ, форма частицъ, скважность или пористость, связность или сцепленіе частицъ. Внѣшнія физическія свойства суть тѣ, которые обнаруживаются у почвы при соприкосновеніи ея съ другими тѣлами, наприм. съ водою, газами, тепломъ, растениями и т. п. и зависятъ отъ внутреннихъ физическихъ свойствъ.

Изслѣдованіе физическихъ свойствъ можетъ быть произведено при различномъ состояніи почвы, которое можетъ быть искусственнымъ, если изслѣдуется отдѣльный образецъ почвы, и естественнымъ, если почва изслѣдуется при ея природномъ положеніи, но и въ послѣднемъ случаѣ почва можетъ принимать различное состояніе: такъ наприм. луговая почва имѣетъ другое состояніе, чѣмъ полевая, такъ какъ первая не подвергается обработкѣ орудіями, вторая же часто разрыхляется, слѣдовательно находится въ ненормальномъ видѣ, а потому очевидно физическія свойства почвы въ томъ и другомъ случаѣ будутъ различны. Само собою понятно, что для изслѣдованія физическихъ свойствъ лучше оперировать съ почвою въ естественномъ состояніи, наприм. на лугу, въ залежи и т. п., но такое изслѣдованіе

въ большинствѣ случаевъ сопряжено съ большими неудобствами, а часто и совершенно невозможно, а потому физическія свойства почвы изучаются при искусственномъ состояніи, но въ такомъ случаѣ важно измѣнять его различнымъ образомъ, чтобы приблизиться къ тому состоянію, какое имѣеть не тронутая культурными пріемами почва. Какъ было уже замѣчено, физическія свойства почвы обуславливаются величиною частицъ, т.-е. механическимъ составомъ, а потому почву прежде всего надо подготовить къ изслѣдованію. Для этого взятыя образчики почвы прежде всего просѣиваются черезъ сито съ ячеями въ 1 мм., для того чтобы отдѣлить крупныя хрицеватая зерна, которыя не имѣютъ существеннаго вліянія на физическія свойства почвы. Далѣе, такъ какъ вода очень сильно измѣняетъ физическія свойства, то почву необходимо просушить. Просушивание можно произвести при обыкновенной температурѣ (15—17°), но почва, высушенная на воздухѣ при этой температурѣ, способна поглощать влагу, а потому просушивание почвы должно быть произведено такимъ образомъ, чтобы она сдѣлалась болѣе постоянной въ своей гигроскопичности. Это достигается высушиваніемъ при 50° С. въ продолженіе 4—5 часовъ.

Внутреннія физическія свойства.

Къ внутреннимъ физическимъ свойствамъ относятся: цвѣтъ, форма частицъ, удѣльный и объемный вѣсъ, естественность и связность почвы.

Цвѣтъ почвы измѣняется, начиная отъ бѣлаго до краснобураго и чернаго (вороньяго пера—присущи чернозему), съ различными отбѣнками. Онъ зависитъ отъ составныхъ частей почвы, въ особенности отъ не вывѣтрившихся еще кусочковъ горныхъ породъ, соединеній желѣза и перегноя. Бѣлый и вообще свѣтлый цвѣтъ почвы обуславливается кварцевымъ пескомъ и известью, желтый, бурый и красный цвѣта зависятъ отъ большого или меньшаго содержанія окиси желѣза, голубовато-зеленый отбѣнокъ, свойственный иногда подпочвеннымъ слоямъ, зависитъ отъ соединеній закиси желѣза, большое содержаніе перегноя дѣлаетъ почву скрою и черною. Цвѣтъ чернозема (черный съ синеватымъ отливомъ) зависитъ отъ присутствія въ немъ гуматовъ и прежде этимъ цвѣтомъ старались объяснить плодородіе такой почвы; но, съ одной стороны, содержаніе гумуса въ черноземѣ не особенно значительно, такъ наприм. Германъ нашелъ въ русскомъ черноземѣ 8—10,4%, Ильенковъ 2,3—10,2% гумуса, въ Балатскомъ черноземѣ найдено 4,33—9,33% (Гауэръ) и 6,41% (Вильгельмъ) перегноя, а съ другой стороны мы теперь знаемъ, что значительное плодородіе такихъ почвъ обуславливается не темною окраской, а многими другими признаками, и во всякомъ случаѣ цвѣтъ нельзя считать существеннымъ признакомъ для отличія разныхъ видовъ почвъ.

Цвѣтъ одной и той же почвы можетъ измѣняться въ зависимости отъ величины ея частицъ и влажности. Именно, при мелкихъ частицахъ цвѣтъ

болѣе темень (матовый), при крупныхъ — свѣтлѣе (блестящѣ), но органическія вещества въ крупныхъ комкахъ придають почвѣ болѣе темную окраску, а въ мелкихъ болѣе свѣтлую. Въ сыромъ состояніи всякая почва бываетъ темнѣе, чѣмъ въ сухомъ. Наконецъ цвѣтъ верхняго слоя или почвы болѣею частью всегда темнѣе, чѣмъ подпочвы.

Цвѣтъ почвы оказываетъ существенное влияние на отношеніе ея къ теплотѣ: подъ влияніемъ того или другаго цвѣта почва будетъ сильнѣе или слабѣе нагреваться или охлаждаться. Такъ какъ всѣ темноокрашенныя тѣла нагреваются солнцемъ больше, чѣмъ свѣтлоокрашенныя, то поэтому въ почвѣ темнаго цвѣта, а следовательно теплою, будутъ скорѣе разлагаться органическіе остатки, скорѣе проростаютъ сѣмена и лучше развиваются растенія. На этомъ основаніи при изслѣдованіи отношенія почвы къ теплотѣ нельзя пренебрегать даже отбѣнками цвѣтовъ.

Форма частицъ почвы стѣваетъ различна, и въ этомъ отношеніи надо различать объемную и поверхностную форму частицъ. Объемная форма можетъ быть круглая, кубическая, многогранная и чешуичатая; та или другая форма частицъ, когда онѣ происходятъ отъ механическаго измельченія, зависитъ отъ способности минераловъ раскалываться по опредѣленному направленію (спайность минераловъ): у слюды, наприм.; спайность параллельная, отчего ея частицы являются въ чешуичатой (листоватой) формѣ, такую же форму принимаетъ талькъ, хлоритъ и пр., кварцъ и полевои шпаты раскалываются подъ угломъ, а потому зерна ихъ принимаютъ неправильную, многогранную форму. Округлая форма зависитъ отъ даннаго измельченія зеренъ, вслѣдствіе перетиранія ихъ между собою, особенно подъ влияніемъ воды. Поэтому въ почвахъ наносныхъ (пловатыхъ) частицы часто имѣютъ округлую, бисеквитообразную, чечевиичную и другія формы, у коренныхъ почвъ замѣчается напротивъ угловатая, неправильная форма частицъ. Поверхность частицъ можетъ быть или гладкая, или шероховатая, зазубренная, ребра или грани также бываютъ гладкія или неправильно угловатая, зазубренные, разбитыя и т. п., — все это зависитъ отъ условій образованія почвы, именно въ первичныхъ почвахъ преобладаютъ шероховатая поверхности, въ наносныхъ преимущественно гладкія. Изслѣдованіе формы частицъ производится подъ микроскопомъ, но при этомъ необходимо предварительно смыть находящіяся на частицахъ примѣси, наприм. водной окиси желѣза, глины, перегноя и т. п., которыя часто образуютъ поверхностную корку; это достигается кипяченіемъ почвы въ кислотахъ. Объемная и поверхностная форма частицъ имѣетъ важное значеніе при изслѣдованіи другихъ физическихъ свойствъ почвы, такъ скважность, связность, отношеніе почвы къ водѣ, теплу и пр. существенно обуславливаются не только величиною, но и формою частицъ, а потому изслѣдованіе объемной и поверхностной формы частицъ имѣетъ влияние на точное представленіе этихъ отношеній.

Вѣсъ почвы. Почва, какъ и всякое тѣло, имѣетъ вѣсъ. Различаютъ удѣль-

ныи и объемный (абсолютный) вѣсъ. Подъ удѣльнымъ вѣсомъ разумѣется отношеніе известнаго вѣса почвы къ вѣсу равнаго объема воды. Этотъ удѣльный вѣсъ можетъ быть истиннымъ и кажущимся. Истинный удѣльный вѣсъ представляетъ отношеніе только твердой части почвы къ вѣсу равнаго объема воды, а кажущимся удѣльный вѣсъ выражаетъ то же отношеніе почвы, взятой вмѣстѣ съ промежутками или скважинами, наполненными водою или воздухомъ. Истинный удѣльный вѣсъ воды можно опредѣлить обыкновеннымъ способомъ посредствомъ флакона или пикнометра. Берутъ стклянку (колбочку) опредѣленнаго вѣса, наполняютъ ее до опредѣленной черты водою и взвѣшиваютъ. Если вѣсъ колбочки — а, вѣсъ воды — b, то вѣсъ флакона съ водою будетъ a + b. Затѣмъ воду выливаютъ и насыщаютъ почву, предварительно высушенную и взвѣшенную; пусть вѣсъ почвы; будетъ c. Наливаютъ въ колбочку столько воды, чтобъ она слегка покрыла почву, и кипятятъ некоторое время, для того чтобъ удалить весь воздухъ, находящійся въ скважинахъ почвы и заполнить ихъ водою. Затѣмъ охлаждаютъ, доливаютъ водою до черты и снова взвѣшиваютъ; пусть найденный вѣсъ будетъ d. Вычитая d изъ (a + b + c), получимъ разность m, которая выразитъ вѣсъ вытѣсненной почвою воды. Отношеніе вѣса почвы (c) къ объему вытѣсненной воды (m) дастъ истинный удѣльный вѣсъ $\frac{c}{m} = D$. Удѣльный вѣсъ всякой почвы сла-

гается изъ удѣльныхъ вѣсовъ веществъ, входящихъ въ ее составъ. Эти же вещества имѣютъ самый разнообразный удѣльный вѣсъ, въ общемъ онъ колеблется между 2,2 и 3,5, именно:

каолинъ	2,2	доломитъ	2,8—3,0
гипсъ	2,9—2,1	калевая слюда	2,8—3,1
ортоклазъ	2,5—2,6	магн. слюда	2,8—3,2
серпентинъ	2,5—2,7	роговая обманка	2,9—3,1
талкъ	2,6—2,7	авгитъ	3,0—3,3

Соединенія желѣза имѣютъ наибольшій удѣльный вѣсъ, наприм.:

магнетитъ	4,9—5,2	гематитъ	4,9—5,3
лимонитъ	3,3—4,0	пиритъ	4,9—5,2

Наименьшимъ удѣльнымъ вѣсомъ обладаетъ перегной 1,293—1,370, смотря по степени его разложенія. Вообще по механическому составу можно положить, что, песчаный частицы (остовъ почвы) имѣютъ удѣльный вѣсъ 2,5—2,7, мелкоземъ 2,4—2,3, такимъ образомъ истинный удѣльный вѣсъ почвы будетъ зависѣть отъ содержанія въ ней песку, глины и перегноя и колеблется отъ 2,2 до 2,7, такъ наприм.

Перегнойная садовая земля	2,392	(Шюблеръ).
Гранитная почва	3,359	(Фаллу).
Сланцеватая „	2,400	(id).
Глинисто-сланцеватая почва	2,433	(„).
Гнейсовая почва	2,300	(„).
Черкоземъ Баната	2,101	(Вильгельмъ).

Черноземъ Россіи	2,512 (Шльенковъ).
Мергель	2,323
Пахатная почва	2,379—2,444
Карцевый песокъ	2,723 (Шюблеръ).

Объемный или абсолютный вѣсъ почвы представляетъ вѣсъ известнаго объема, наприм. литра, четверика и т. п. въ естественномъ состоянн почвы и измѣняется въ зависимости отъ величины ея частицъ, рыхлости и влажности. Такъ, наприм. былъ найденъ вѣсъ литра песчаной почвы (при удѣльномъ вѣсѣ 2,69) 1536.5 граммовъ, а для чернозема (удѣльный вѣсъ 2,512) 1060 грам.: эти числа соответствуютъ 57,12% и 49,13% истиннаго удѣльнаго вѣса. Обыкновенно объемный вѣсъ выражаютъ въ видѣ отношенія известнаго объема почвы къ вѣсу равнаго ему объема воды и получаютъ кажущіеся удѣльный вѣсъ (D₁). Онъ будетъ всегда меньше истиннаго удѣльнаго вѣса (D) и измѣняется отъ тѣхъ же причинъ, какъ и объемный вѣсъ. Вышеиіи кажущіеся удѣльный вѣсъ получается въ томъ случаѣ, когда почва состоитъ изъ крупныхъ частицъ и содержитъ столько мелкихъ, что онѣ выполняютъ промежутки между первыми.

Для опредѣленія кажущагося удѣльнаго вѣса употребляются цилиндрическіе сосуды опредѣленнаго объема съ заостренными краями, которые вдавливаются въ почву и получаютъ образчикъ равный объему сосуда. Взвѣсивъ его въ воздушно-сухомъ состоянн, получаютъ объемный вѣсъ, а раздѣливъ величину послѣдняго на вѣсъ такого же объема воды, найдемъ кажущіеся удѣльный вѣсъ. Онъ будетъ измѣняться въ зависимости отъ плотности наполненія сосуда, отъ величины частицъ и отъ состоянн влажности почвы. Такъ наприм. была взята сильно высушенная на воздухъ суглинистая почва удѣльнаго вѣса 2,792 и раздѣлена на четыре группы частицъ разной величины, которыя помѣщались въ цилиндрическіе сосуды емкости 125 кубич. сантим.: рыхло и плотно. При этомъ для рыхло наполненной почвы были найдены слѣдующіе вѣса:

Величина частицъ.	Объемный вѣсъ 125 с. с. почвы.	Кажущіеся удѣльн. вѣсъ.	% удѣльнаго вѣса.
ниже 1 мм.	107,192 грам.	0,460	33,2% ₀
отъ 1 до 2 мм.	115,016 "	0,920	35,9 "
" 2—2,6 "	119,667 "	0,937	36,0 "
" 2,6—5,12 "	117,933 "	0,931	36,8 "
для почвы слегка уплотненной (встряханіемъ):			
" "	138,390 грам.	1,107	42,7% ₀
" "	133,033 "	1,009	42,2 "
" "	130,480 "	1,43	40,2 "
" "	130,664 "	1,015	40,3 "

Отсюда можно заключить, что общая сумма промежутковъ, при рыхломъ наполненн почвы и при наименьшей величинѣ частицъ была 66,8%₀, при уплотненномъ 57,3%₀. Вообще кажущіеся удѣльный вѣсъ для разныхъ почвъ

въ сухомъ состоянн колеблется въ среднемъ отъ 1 до 2, а объемъ скважинъ составляетъ отъ 40 до 58 %.

Кромѣ того на величину объемнаго вѣса влияетъ содержаніе влаги въ почвѣ. Такъ Шюблеръ опредѣляетъ вѣсъ 1000 с. с. глины, истинный удѣльный вѣсъ которой былъ $2_{,358}$, и нашель въ сухомъ состоянн $1_{,621}$ килограмм. ($61_{,4}$ %), а во влажномъ $2_{,360}$ килограмм. (90°_0).

Объемный вѣсъ имѣетъ важное практическое значеніе, потому что отъ его величины между прочимъ зависитъ то усиліе, которое приходится преодолевать движущуюся часть орудій (наприм. отвалу плуга) при обработкѣ почвы. Это усиліе обозначаютъ названіемъ тяжести почвы, оно не зависитъ отъ истиннаго удѣльнаго вѣса, потому что почвы удѣльно легкія, наприм. глинистыя, труднѣе обрабатывать, чѣмъ удѣльно тяжелыя, наприм. песчаныя.

Опредѣленіе истиннаго и кажущагося удѣльнаго вѣса имѣетъ значеніе для скважности почвы, а также для изслѣдованія многихъ физическихъ свойствъ.

Скважность или пористость почвы представляетъ отношеніе общаго ея объема къ объему промежутковъ, находящихся между ея частицами и наполненныхъ водою или воздухомъ. Это свойство происходитъ вѣдствие различной величины и неправильной формы частицъ почвы. Еслибы частицы были одинаковы по величинѣ и имѣли правильную форму, то и промежутки между ними были бы одинаковы и легко вычислить ихъ сумму или скважность почвы; такъ наприм. если частицы почвы представляютъ шарообразную форму, то, если онѣ располагаются другъ надъ другомъ, скважность составляетъ $47_{,61}$ % общаго объема, если же такія шарообразныя частицы располагаются такъ, что одна находится надъ двумя другими, то скважность будетъ равна $25_{,93}$ %. Но въ дѣйствительности частицы почвы никогда не бываютъ однородными, а потому и скважность почвъ бываетъ весьма различна и ее надо опредѣлять для каждой данной почвы.

Способовъ опредѣленія скважности почвъ предложено много, но не всѣ они отличаются надлежащею точностью. Такъ скважность почвы опредѣляютъ посредствомъ наполненія промежутковъ водою, но такой способъ не можетъ дать даже и приблизительныхъ результатовъ, ибо вода не проникаетъ въ очень тонкія скважины, вѣдствие значительнаго сопротивленія со стороны находящагося тамъ воздуха, а въ почвахъ глинистыхъ и перегноныхъ частицы въ сухомъ состоянн поглощаютъ много воды (разбухаютъ). Далѣе скважность почвы опредѣляютъ по количеству содержащагося въ ней воздуха, вытѣненія послѣдній какимъ-либо газомъ. Для этого употребляютъ углекислоту, которую пропускаютъ черезъ почву, выходящій при этомъ воздухъ очищаютъ щелочью и собираютъ въ эвдиометръ. Флюгге, производившій такіе именно опыты, нашель, что этотъ способъ весьма удобенъ для опредѣленія скважности. Но надо замѣтить, что во всякихъ почвахъ, а у пылеватыхъ въ особенности, нельзя вполне вытѣснить весь содержащійся въ

ныхъ воздухъ, такъ какъ онъ удерживается частицами, а потому такое опредѣленіе дастъ лишь приблизительную величину скважности. Затѣмъ опредѣляютъ объемъ промежутковъ посредствомъ волюменометра, но и здѣсь нельзя получить для почвы точныхъ данныхъ 1).

Гораздо ближе къ действительности можно опредѣлить скважность косвеннымъ путемъ посредствомъ вычисленія. Для этого узнаютъ сначала истинный и кажущійся удѣльный вѣсъ почвы, отношеніе второго къ первому $\frac{D_1}{D}$ = С покажетъ объемъ твердой части почвы. Если общій объемъ почвы въ абсолютно сухомъ состояніи принять за единицу, то скважность ея выразится: $G = 1 - C$ или $G = 1 - \frac{D_1}{D}$ = скважности, величину которой можно выразить въ процентахъ. Посредствомъ такихъ вычисленій найдено, что объемъ промежутковъ составляетъ въ среднемъ 50% общаго объема почвы. Такъ наприм. Э. Вольфъ нашелъ для шести абсолютно сухихъ почвъ:

	Объемъ твердой части.	Объемъ промежутковъ.
I почва	43,2%	56,8%
II "	44,7 "	55,3 "
III "	51,7 "	48,3 "
IV "	48,9 "	51,1 "
V "	53,4 "	46,6 "
VI "	48,3 "	51,7 "

Объемныя отношенія однако измѣняются въ зависимости отъ влажности почвы. Вольфъ опредѣляетъ эти отношенія для тѣхъ же шести почвъ, взятыхъ въ воздушносухомъ и влажномъ состояніи; для этого 40—50 грам. мелкозема помещались въ градуированный цилиндръ и взвѣшивались съ водою, къ которой было прибавлено немного пшатыря, затѣмъ сосудъ былъ оставленъ въ покой, послѣ чего были отсчитаны объемъ влажной почвы. Если объемы сухихъ почвъ принять за единицу, то измѣненія объемовъ влажныхъ почвъ будутъ слѣдующія:

	Объемъ сухой почвы.	Объемъ влажной почвы.
I почва	1	1,433
II "	1	0,982
III "	1	1,218
IV "	1	1,144
V "	1	2,139
VI "	1	1,260

1) Для той же цѣли Бурмачевскій предложилъ приборъ, посредствомъ котораго вышутая почва изслѣдуется въ волюменометрѣ Реньо. См. „Матеріалы по изученію русскихъ почвъ“. 1888 г., вып. IV, стр. 94.

Такимъ образомъ при увлажненіи почвъ, объемы ихъ увеличиваются, а при высыхании уменьшаются.

Вообще измѣненія въ объемѣ почвъ колеблются отъ 0 до 30% сравнительно съ объемомъ сырой и плотной ихъ массы; въ почвахъ съ крупными частицами, рыхлыхъ, измѣненія объема не велики. Изъ веществъ, составляющихъ почву, наибольшее влияние на измѣненіе объема имѣетъ перегной и вообще вещества, способныя набухать.

Подъ влияніемъ уменьшенія объема почва способна осѣдаться, отчего она уплотняется (сжимается), иначе говоря скважность ея понижается. Измѣненіе скважности зависитъ также отъ формы и величины частицъ, именно, чѣмъ онѣ мельче, тѣмъ больше измѣняется скважность. Опыты показываютъ, что съ увеличеніемъ діаметра частицъ увеличивается кажущаяся удѣльная вѣсъ, но уменьшается скважность, такъ частицы

менше 0,005 mm.	имѣютъ каж. удѣл. вѣсъ	1,10	скважность	60
отъ 0,0015 — 0,05 mm.	" " "	"	"	50
песчаная пыль	" " "	"	"	45
мелкій песокъ	" " "	"	"	40
крупный песокъ	" " "	"	"	38
болѣе крупный	" " "	"	"	37.

Но это уменьшеніе скважности происходитъ только въ томъ случаѣ, если частицы имѣютъ округлую форму; если же онѣ плоски, чешуйчатой форма, то скважность уменьшается съ пониженіемъ діаметра частицъ, такъ наприм. при чешуйчатой формѣ частицъ діаметромъ

до 0,003 mm.	кажущ. уд. вѣсъ	1,12	скважность	60
" 0,03 "	" " "	"	"	63
менше 0,0015 "	" " "	"	"	16.

Отсюда слѣдуетъ, что на величину скважности имѣетъ влияние прежде всего форма частицъ, величина же ихъ имѣетъ подчиненное значеніе.

Если частицы имѣютъ плоскую форму, то онѣ плотно прилегаютъ другъ къ другу и скважность уменьшается; чѣмъ неправильнѣе, угловатѣе частицы, тѣмъ больше скважность почвы. Если представить себѣ, что всѣ частицы почвы имѣютъ правильную форму, наприм. кубическую, призматическую, пирамидальную, то скважности не существовало бы, такъ какъ такія частицы могутъ плотно прилегать другъ другу безъ промежутковъ. Далѣе, скважность почвы измѣняется въ зависимости отъ ея состоянія, именно въ рыхлой почвѣ промежутковъ между частицами больше, но мѣръ же уплотненія почвы частицы сблизаются между собою и скважность уменьшается.

Связность почвы выражается въ сцепленіи частицъ между собою, т. е. въ сопротивленіи силамъ, стремящимся разъединить ея частицы, а потому въ зависимости отъ большей или меньшей связности находится, между прочимъ, большее или меньшее усиліе, которое необходимо для обработки почвы разными орудіями.

Почвы съ небольшою связностью легче обрабатываются плугомъ и по-тому называются легкими, наприм, песчанья почвы, чѣмъ почвы съ большымъ сцепленемъ частицъ, называемыя тяжелыми, наприм, глинистыя.

Определение связности почвы можетъ быть произведено въ естественномъ и искусственномъ ея состояннн. Въ естественныхъ условннхъ связность опредѣляютъ посредствомъ такъ называемаго динамометрическаго лома, т. е. желѣзной палки съ заостреннымъ концомъ, или вилкообразно расширеннымъ (для каменистыхъ почвъ), на которомъ нанесены дѣления. Ломъ подвѣшивается на тонкомъ шнуркѣ къ витативу, на одной и той же высотѣ, при послѣдующихъ опредѣленнхъ, шнурокъ пережигается и ломъ свободно падаетъ въ землю; по глубинѣ, на которую воизтаетъ ломъ, и судятъ о связности почвы, для чего надо сдѣлать по крайней мѣрѣ 49—50 опредѣленнн, изъ которыхъ выводится среднее. Но такой способъ не даетъ вѣрныхъ результатовъ, такъ какъ свободное погруженне лома въ почву часто затрудняется формою частицъ, состояннемъ почвы и т. п., наприм, ломъ при паденнн можетъ удариться о плоскнн камешекъ, или о растительныя остатки и т. п., влѣдетне чего его свободное паденне подл влияннемъ вѣса, а слѣдовательно глубнна проникновеннн въ почву—будутъ значительно ослаблены.

О связности почвы судятъ также на основаннн показаннн динамометра, прикрѣпленнаго къ плугу, т. е. опредѣляютъ величину силы, потребной для движеннн оруднн въ почвѣ, или для преодоленнн всѣхъ тѣхъ сопротивленнн, которыя обнаруживаются при обработкѣ. Однако надо замѣтить, что величина условнн, показываемая динамометромъ, не можетъ выражать ни въ какой почвѣ только одну связность, такъ какъ на величину силы, потребной для обработки почвы, влнютъ: вѣсъ оруднн, его устройство, глубнна обработки, объемннй вѣсъ почвы, приращенне и пр.

Въ искусственномъ состояннн опредѣляютъ связность различными способами. По способу Шюблера изъ почвы, смѣшанной съ водою, готовятъ кирпичннн или призмы длиною 45 мм., шнрною 13,2 мм. и высотой 13,5 мм., высушиваютъ ихъ и кладутъ концами на подпорки, а въ серединѣ кирпичннка подвѣшиваютъ столько груза, сколько нужно для того, чтобы кирпичнкъ разломился. По величинѣ груза судятъ объ относительной крѣпости или связности почвы, изъ которой сдѣланъ кирпичнкъ. Шюблеръ устроилъ для этой цѣли приборъ въ формѣ неравноплечаго рычага на подставкѣ, на рычагѣ передвнгается грузъ, по дѣлешямъ рычага можно судить о величинѣ необходимаго для раздавлнваннн кирпичннка уселнн. Изъ такихъ опредѣленнн были найдены слѣдующнн величины:

	Грузъ въ килограмм.	Связность.
Кварцевый песокъ	0,00	0
Известковый „	0,00	0
Порошокъ известнн	0,42	5,0
Гипсъ	0,81	7,3

Грузы въ килограм. Связность.

Садовая земля (состоящая изъ 52,1 ⁰ / ₀ глины, 36,5 ⁰ / ₀ кварц. песку, 1,2 ⁰ / ₀ известк. песку, 20 ⁰ / ₀ извести и 7,3 ⁰ / ₀ перегноя)	0,31	7,6
Гумусъ	0,27	8,7
Тонкая глина (съ 40 ⁰ / ₀ песку)	6,136	57,3
Жирная глина (съ 24 ⁰ / ₀ песку)	7,61	68,9
Глинистая почва (съ 10,7 ⁰ / ₀ песку)	9,25	83,3
Чистый каолинъ	11,10	100

По способу Ф. Габерландта, для той же цѣли готовятъ изъ почвы цилиндрики, въ 10 сантим. длиною и 1 сантим. диаметромъ, въ стеклянныхъ трубкахъ, затѣмъ выдавливаютъ земляной цилиндръ на стеклянную пластинку и послѣ его просыханія раздавливаютъ посредствомъ груза, привѣшеннаго къ срединѣ такого столбика. — послѣдний вѣсъ, который выдерживаетъ столбикъ, не ломаясь, выражаетъ его относительную связность, а грузъ, потребный для раздавливанія столбика, укажетъ на абсолютную крѣпость земляного цилиндра.

На связность почвы влияют наиболѣе существенно величина и форма частицъ, что явствуетъ изъ слѣдующихъ опытовъ:

Форма частицъ.	Диаметръ частицъ.	Связность.
Округлая.	менѣе 0,0015 мм.	1,1 килогр.
	отъ 0,0015—0,25 мм.	0 "
	песчаная пыль	0 "
	мелкій песокъ	0 "
	крупный "	0 "
	гравій и хрящъ	0 "
Частицы плоской формы.	до 0,003 мм.	0,9 "
	до 0,05	0,1 "
	менѣе 0,0015	35 "

Такимъ образомъ тонкш или имѣтъ наибольшую связность при плоской или чешучатой формѣ частицъ. При одной и той же величинѣ почвенныхъ частицъ связность зависитъ отъ ихъ формы, такъ частицы до 0,05 мм. при округлой формѣ не обладаютъ связностью, при плоской же формѣ обладаютъ. Вообще можно принять, что скелетъ почвы имѣтъ меньшую, а мелкоземъ большую связность, и это зависитъ не только отъ различія въ величинѣ и формѣ частицъ, но также отъ состава тѣхъ веществъ, которыми находится въ мелкоземѣ. Именно значительная связность тонкаго пла обуславливается примѣсью различныхъ веществъ, изъ которыхъ одни повышаютъ, а другы понижаютъ связность. Такъ содержаще перегноя увеличиваетъ связность почвы, но, смотря по степени его разложенья, именно разложившійся перегной повышаетъ связность, а въ неразложившемся состоянш понижаетъ. Отсюда надо заключить, что перегной, примѣшанный къ песчанымъ почвамъ, увеличиваетъ ихъ связность только тогда,

когда они вносятся въ разложившемся состоянн. глинистыя же почвы могутъ быть разрыхляемы при внесении въ нихъ не разложившагося перегноя (наприм. солоmistаго навоза, растительныхъ остатковъ и пр.).

Далѣе содержаніе въ тонкомъ илѣ водной окиси желѣза можетъ измѣнять связность почвы, смотря по количеству и содержанию влаги. Присутствіе кремнезема, особенно въ сухомъ состоянн, понижаетъ связность тонкаго ила, равно какъ и содержаніе извести, напротивъ большее количество частицъ чешуйчатой формы, наприм, слюды, можетъ значительно увеличивать связность почвы.

Влажность и уплотненіе почвы также измѣняютъ ея связность: такъ Габерландтъ нашелъ, что при различномъ содержанн воды связность для частицъ разной крупности была:

частицы крупныя,		средня,		тонкія.			
при рыхломъ состоянн.				рыхло		уплотн.	
воды.	связн.	воды.	связн.	воды.	связн.	воды.	связн.
32,6 ^{0/0}	0,12 кило	25,9 ^{0/0}	0,20—0,25	23,4 ^{0/0}	0,15	20,0 ^{0/0}	12
19,8 "	0,22 "	19,2 "	0,25—0,28	23,8 "	1,15	1,9 "	44
13,1 "	0,24—0,25 "	16,8 "	0,18—0,21	7,0 "	1,4	0,8 "	22,12
7,7 "	0,21 "	3,1 "	1,10—1,13	4,2 "	2,4—2,16	—	—
2,2 "	0,17 "	1,2 "	1,04—	1,9 "	3,9—4,10	—	—

Изъ этихъ данныхъ слѣдуетъ, что, во-первыхъ, связность почвы увеличивается съ повышеніемъ влаги, но до извѣстнаго предѣла; во-вторыхъ, при повышенн влажности у крупныхъ частицъ связность уменьшается, равно какъ и при высыханн, у частицъ же пловатыхъ увеличеніе влажности понижаетъ связность, а уменьшеніе значительно увеличиваетъ. Иначе говоря, почвы песчаныя обладаютъ наибольшею связностью при большомъ содержанн воды (но не до насыщенн), почвы же глинистыя получаютъ большую связность при меньшемъ содержанн влаги. Но при этомъ имѣетъ значеніе уплотненіе почвы, именно при одинаковомъ содержанн влаги связность почвы увеличивается съ уплотненіемъ и уменьшается при разрыхленн, различіе это особенно замѣтно у мелкихъ частицъ (тонкаго ила), крупныя частицы выражаютъ это отношеніе не такъ рѣзко.

Наконецъ связность почвы вообще измѣняется, смотря по тому, покрыта ли она растеніями и какими, или не покрыта, такъ наприм.

связность почвы находившейся въ пару была	6,000 килогр.
" " луговой	" 19,750 "

Съ другой стороны, извѣстно, что почва подъ одними растеніями менѣе уплотняется, чѣмъ подъ другими: такъ бобовыя растенія болѣе способствуютъ рыхлости почвы, чѣмъ наприм. многолѣтніе злаки,—но влияніе это зависитъ и отъ самой почвы. Далѣе связность почвы при замерзанн сильно возрастаетъ и повидному болѣе у почвъ перегноинныхъ и глинистыхъ, нежели у песча-

ныхъ и известковыхъ, но при этомъ имѣеть значеніе и степень пониженія температуры, а также содержаніе влаги въ замерзшей почвѣ.

Твердость почвы. Способность почвы противостоять силамъ стремящимся раздавить (измельчить) ея частицы называется твердостью или прочностью и отличается отъ связности тѣмъ, что прочность представляетъ сопротивленіе давленію или сжатію, а связность—разрыву, растяженію и другимъ подобнымъ силамъ. Прочность почвы зависитъ прежде всего отъ механическаго состава, далѣе отъ влажности и химическихъ составныхъ частей. Изъ механическихъ продуктовъ наибольшую твердостью обладаютъ частицы выше $0_{.25}$ мм. въ диаметрѣ, наименьшею—остатокъ почвы, однако это зависитъ отъ влажности, такъ при средне-влажномъ состояніи (40—50% воды) частицы отъ $0_{.25}$ до $0_{.01}$ мм. имѣють наибольшую прочность, но она уменьшается съ пониженіемъ содержанія воды, прочность же частицъ выше $0_{.25}$ мм. въ сухомъ состояніи равна нулю и незначительно повышается съ увеличеніемъ влажности. Существенное влияние на прочность оказываетъ химическій составъ почвы, такъ песокъ (кварцъ) совершенно не обладаетъ прочностью, углекислая известь имѣеть большую прочность, водная окись желѣза, студенистая (гидратная) кремневая кислота сообщаютъ почвѣ уже замѣтную прочность. Перегной дѣйствуетъ различно, смотря по степени его разложенія: не разложившіяся перегной (въ видѣ соломятаго навоза, волокнистаго торфа и т. п.) имѣеть незначительную прочность и даже, примѣшиваясь къ другимъ составнымъ частямъ почвы, разрыхляетъ ихъ, т.-е. понижаетъ ихъ способность сопротивляться раздавленію. Напротивъ, совершенно разложившіяся перегной, наприм. гуминовая кислота, обладаетъ при извѣстномъ состояніи влажности большою твердостью, а потому, примѣшиваясь къ песку, извести и пр., значительно увеличиваетъ прочность ихъ комочковъ.

Твердость почвы имѣеть очень важное значеніе, потому что въ зависимости отъ этого свойства почва болѣе или менѣе сильно сопротивляется уплотненію, производимому дѣйствіемъ атмосферныхъ осадковъ, растений, животныхъ и т. п., иначе говоря—почва болѣе или менѣе долго сохраняетъ полученное ею зернистое или комковатое строеніе, а потому и свойство почвы слѣдовало бы называть прочностью строенія. Опредѣленіе прочности строенія почвы основано на томъ, что комочки почвы подвергають дѣйствію струи воды, до тѣхъ поръ пока они не распылываются. При такомъ изслѣдованіи необходимо, чтобы комочки были болѣе или менѣе одинаковы; съ этою цѣлью надо отсѣять и подвергнуть изслѣдованію отдѣльныя группы комочковъ или зеренъ. Наблюдая время, по прошествіи котораго комочки сплываются, т.-е. теряють первоначальную форму, можно заключить о ихъ прочностн. Струя воды должна падать на почву, помѣщенную въ воронкообразную трубку, съ равною скоростью и подъ опредѣленнымъ давленіемъ, слѣдовательно она должна поступать изъ отдѣльнаго сосуда, помѣщеннаго надъ трубкою съ почвой и токть ея долженъ быть во все время опыта регулируемъ.

Въ большинствѣ случаевъ твердость частицъ обуславливается ихъ химическимъ составомъ: такъ комки глины, даже совершенно чистой, распадаются очень легко, кварць и другія безводныя кремнекислыя соединения не имѣютъ прочности, такъ какъ даже въ пылеобразномъ состояннн не образуютъ комочковъ, именно если взять порошокъ кварца и смѣшать съ водою, а изъ полученнаго тѣста приготовить шарики, то, въ дѣйствіе отсутствія связности, послѣ высыхания такіе шарики не обнаружатъ никакой твердости. Водныя кремнекислыя соединения, входящія въ составъ тонкаго ила, хотя даютъ такимъ же путемъ комочки, но при дѣйствіи воды быстро разбухаютъ и не имѣютъ прочности; такое же отношеніе обнаруживаютъ къ размыванію фосфорнокислыя соединения, гидратъ окиси желѣза, углекислая известь, водная кремневая кислота и т. п. Перегнойныя вещества, входящія въ составъ тонкаго ила, слѣдовательно вполнѣ разложившіяся, обладаютъ значительною прочностью, а потому, примѣшиваясь къ песку, глинѣ, извести и пр., могутъ по высыханнн давать очень твердые комки, долго сопротивляющіеся уплотненію (размыванію водою). На этомъ основаннн значительною прочностью строения будутъ отличатся такія почвы, въ которыхъ содержатся вполнѣ разложившіяся перегноя, наприм. черноземныя, но съ другой стороны извѣстно, что почвы суглинистыя, глинистыя и т. п., содержащія перегноя, часто не обладаютъ достаточною прочностью строения. Очевидно, вліяніе перегноя на прочность зависитъ отъ количества его въ почвахъ, или точнѣе отъ количественнаго отношенія между перегноемъ и другими составными частями тонкаго ила; въ черноземныхъ почвахъ это отношеніе болѣе благоприятно и потому онѣ обладаютъ значительною прочностью строения, въ другихъ почвахъ оно можетъ быть иное и прочность уменьшается. Въ этомъ направленнн желательны дальнѣйшіе опыты надъ различными почвами.

Опыты Гильгарда, А. Майера, Шлезинга, Беммелена и др. показали, что на твердость комочковъ можетъ вліять вода, потому что растворенныя въ ней соли обладаютъ способностью свертывать нѣкоторыя вещества почвы, наприм. глину и другія составныя части тонкаго ила. Такъ дѣйствуетъ наприм. поваренная соль, ѣдкое кали, фосфорнокислыи натрнн и пр., при чемъ это зависитъ отъ концентрации солей, чистая вода, известковая вода напротивъ не свертываетъ взмученныхъ частицъ, а потому могутъ вліять на прочность иначе. Отсюда слѣдуетъ, что дѣйствіе дождевой воды и воды рѣчной, морской и т. п. на размываніе комочковъ будетъ весьма различно, по причинѣ различія въ составѣ этихъ водъ, а также въ концентраціи растворенныхъ въ нихъ солей. Дождевая вода, попадая на поверхность почвы, приноситъ такія соли (амміачныя, азотнокислыя и пр.), которыя уплотняютъ комочки; рѣчная вода, содержащая известь, во время разливовъ, будетъ дѣйствовать на прибрежныя почвы обратно; наконецъ морская вода, заливая береговыя почвы, содѣйствуетъ ихъ заныванію, такъ какъ въ ней находится нова-

ренная соль, которая свертываетъ частицы тонкаго ила, а эти свертки за-
полняютъ промежутки между крупными комками, и такимъ образомъ почва
уплотняется, не говоря о томъ, что увеличение въ такой почвѣ растворен-
ныхъ въ морской водѣ солей (NaCl , Na_2SO_4 , MgSO_4 и др.) повышаетъ ея
связность, особенно по высыхании почвы. Кроме всего этого, прочность строе-
ния почвы нарушается еще отъ того, что циркулирующая въ ней почвен-
ная жидкость содержитъ разныя соединенія и при быстромъ движеніи поч-
венной воды въ верхніе слои комочки почвы набухаютъ и размываются,
отчего она уплотняется, а при одновременномъ дѣйствіи дождя такое уплот-
неніе можетъ быть весьма значительно.

Наконецъ изслѣдованія показываютъ, что прочность строения, точно также
какъ и связность почвы, значительно увеличивается при замерзании и тѣмъ
болѣе, чѣмъ выше было въ почвѣ содержаніе влаги и чѣмъ ниже температура
которой подвергается почва при замерзании. Такъ наприм. почва, содержащая
100% воды, имѣетъ твердость комочковъ при температурѣ -6°C почти вдвое
большую, чѣмъ та же почва, при той же температурѣ, но содержащая только
26% воды.

Внѣшнія физическія свойства почвы.

Такими свойствами надо считать тѣ физическія явленія, которыя возни-
каютъ въ почвѣ, когда она приходитъ въ соприкосновеніе съ другими тѣ-
лами, наприм. водою, газами, теплотою, растениями и зависятъ существенно
отъ величины и формы частицъ, цвѣта, скважности, — словомъ, отъ различ-
ныхъ внутреннихъ свойствъ почвы. Къ внѣшнимъ физическимъ свойствамъ
относится: прилипаніе и треніе, отношеніе почвы къ водѣ, отношеніе къ га-
замъ, теплотѣ и пр.

Прилипаніе. Подъ прилипаніемъ надо понимать свойство влажной почвы
приставать къ твердымъ тѣламъ съ цѣю соприкасающимся. Это свойство
имѣетъ большое значеніе при обработкѣ почвы орудіями, правильному дѣ-
ствію которыхъ прилипаніе можетъ оказывать сильное сопротивленіе. По-
добно прилипанію, въ почвѣ дѣйствуетъ треніе, также обнаруживающееся при
движеніи орудія въ почвѣ, но треніе уменьшается у влажной почвы, прилипаніе
же возникаетъ вслѣдствіе притяженія между частицами почвы и частицами
какого-либо твердаго тѣла и существуетъ исключительно у влажной почвы
въ сухомъ же состояніи почва не имѣетъ прилипанія, но обладаетъ треніемъ

Величину прилипанія почвы можно опредѣлять тѣмъ же способомъ, ка-
кой примѣняется у смоченныхъ водою и сложенныхъ вмѣстѣ стеклянныхъ
пластинокъ, для разъединенія которыхъ необходимо употребить известную
силу, выражаемую грузомъ. Для этого въ цилиндрическій сосудъ помѣща-
ютъ насыщенную водою почву и прикладываютъ къ ней пластинку, сдѣлан-
ную изъ того матеріала, прилипаніе къ которому желательно опредѣлить;
пластинка замѣняетъ собою одну чашку обыкновенныхъ вѣсовъ, на другую

чапку накладываютъ грузъ до тѣхъ поръ, пока пластинка не оторвется отъ почвы. Величина груза, отнесенная къ единицѣ площади пластинки, выразить прилипание данной почвы къ веществу пластинки (дереву, желѣзу, чугуну и т. п.). Для большей точности изслѣдованія лучше почву предварительно смочить водою, а затѣмъ помѣстить въ цилиндръ, а не насыпать сухой почвы и поливать водою, потому что въ этомъ случаѣ пластинка неплотно во всѣхъ точкахъ прилипнетъ къ поверхности почвы.

Шюблеръ и Габерландтъ, изслѣдуя этимъ путемъ прилипание разныхъ почвъ къ желѣзнымъ и деревяннымъ пластинкамъ, нашли слѣдующія величины прилипанія на квадратный дециметръ, принимая прилипание чистой глины за 100:

	прилипание къ желѣзу. килограм.	отношеніе.	прилип. къ дереву (букъ). килограм.	отношеніе.
Кварцевый песокъ	0,17	14,7	0,19	14,4
Известковый песокъ	0,17	15,7	0,20	15,1
Садовая земля	0,29	23,8	0,31	25,8
Тощая глина	0,35	28,7	0,40	30,3
Гумусъ	0,40	32,8	0,42	31,8
Жирная глина	0,48	39,5	0,52	39,2
Гипсъ	0,48	40,1	0,53	40,1
Порошокъ извести	0,67	53,3	0,71	53,8
Глинистая почва	0,78	64,0	0,86	65,1
Чистый каолинъ	1,22	100	1,32	100

Такимъ образомъ опыты показываютъ, что прилипание почвы къ дереву вообще сильнѣе, чѣмъ къ желѣзу. Шюблеръ нашелъ, что оно приблизительно на 10% болѣе прилипанія къ желѣзу. Но степень прилипанія къ этимъ матеріаламъ измѣняется въ зависимости отъ уплотненія, именно прилипание почвы къ дереву и желѣзу возрастаетъ съ ея уплотненіемъ, а изъ предъидущихъ опытовъ видно, что составъ почвы такъ же влияетъ на прилипание, именно почвы песчанія обладаютъ наименьшимъ, а глинистыя наибольшимъ прилипаниемъ къ дереву и желѣзу. Далѣе на прилипание имѣетъ влияние количество влаги, содержащейся въ почвѣ.

Габерландтъ нашелъ, что при повышеніи влажности въ почвѣ прилипание увеличивается, до тѣхъ поръ пока почва не приметъ состояніе грязи, при которомъ прилипание начинаетъ уменьшаться, причемъ обнаруживается также разница между почвою уплотненной и мало уплотненной, именно:

Содержаніе воды въ глинистой почвѣ.	Прилипание.			
	При грузѣ на пластинкѣ 1 килогр.		при грузѣ 5 килогр.	
	къ желѣзу.	къ дереву.	къ желѣзу.	къ дереву.
31,13%	0,127	0,159	0,492	0,225 килогр.
36,17 "	0,306	0,632	0,801	0,256 "
42,73 "	0,703	0,833	0,984	1,153 "
46,13 "	0,844	1,030	1,265	1,741 "
48,79 "	0,633	0,869	0,959	1,366 "

Для песчанной почвы, при тѣхъ же количествахъ воды, приращеніе равняется $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ того, какое найдено въ опытахъ для глинистой почвы; для торфяной почвы Габерландтъ принимаетъ его равнымъ $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$. Наконецъ степень приращенія почвы будетъ зависетьъ отъ величины площади почвенныхъ частицъ, соприкасающихся съ пластинкою, а эта площадь не только у разныхъ почвъ, но и у одной и той же почвы постоянно измѣняется при движеніи въ ней работающей части орудія, а потому будетъ измѣняться и сопротивленіе.

Поэтому для практическихъ цѣлей, для сужденія о степени сопротивленія, оказываемаго частицами почвы работѣ орудія, пользуются опредѣленнымъ *тренья* почвы о различныя поверхности. Такое опредѣленіе необходимо въ особенности при устройствѣ орудія, именно при выборѣ матеріала, при опредѣленіи размѣровъ и формы, которыя нужно придать работающимъ частямъ пахатныхъ орудій для того, чтобъ онѣ соответствовали своему назначенію и представляли наименьшее сопротивленіе. Съ этою цѣлью опредѣляютъ коэффициентъ тренья желѣза и дерева о почву, при чемъ здѣсь именно надо знать коэффициенты тренья при скользяніи одного тѣла по другому.

Опредѣленіе тренья производится посредствомъ наклонной плоскости, на которую кладутъ сдѣланные изъ почвы кирпичики. Измѣняя уголъ наклонной плоскости, заставляютъ кирпичикъ равномерно двигаться внизъ. Замѣтивъ, при какой величинѣ угла кирпичикъ начинаетъ двигаться, получаемъ уголъ тренья данной почвы объ матеріалъ, изъ котораго сдѣлана плоскость, а отсюда можно вычислить по формулѣ коэффициентъ тренья, который равняется тангенсу угла тренья $F = f \operatorname{tg} \alpha$. Гаспаренъ *) приводитъ два коэффициента тренья желѣза и дерева о землю въ средней степени сжатія, именно 0,611 и 0,637. Но такъ какъ коэффициенты тренья зависятъ отъ рода почвы, главнымъ образомъ отъ ея механическаго состава и степени влажности, то коэффициенты, приводимые Гаспаренемъ, слишкомъ общи и не могутъ имѣть пракческаго значенія.

Шнейтлеръ также даетъ коэффициенты тренья желѣза о песокъ и глину въ сухомъ, влажномъ и мокромъ состояніи, но и эти данныя могутъ быть полезны только въ исключительныхъ случаяхъ, потому что культурныя почвы никогда не представляютъ чистаго песка или глины.

Клейле нашелъ коэффициенты тренья между пластинками чугуна и нѣкоторыми почвами, при различномъ содержаніи въ нихъ влаги, именно:

Состояніе влажности.	Коэффициенты тренья.	
	Песку.	Суглинка.
Сухой	0,39	0,38
Умѣренно-влажный	0,49	0,50
Очень влажный	0,60	0,53

*) Cours d'agriculture. Tome III.

Проф. Зелинскій *) опредѣлялъ коэффициенты тренія при скольженіи желѣза и дерева по землѣ, пользуясь для этого наклонною плоскостью, на которую насыналась изслѣдуемая почва, и, измѣняя уголъ наклона (по дугѣ съ дѣленіями), заставляя двигаться по плоскости желѣзной или деревянной брусокъ, при чемъ получились слѣдующія данныя:

Названіе почвъ и содержаніе влаги.	Коэффициенты тренія	
	Желѣза.	Дерева.
Песчаная I (7,25% воды)	0,3112	0,4236
Тоже II (10,8% воды)	0,3672	0,4794
Суглинисто-песчаная III (10,92% воды)	0,5223	0,6529
Мергельно-песчаная IV (13,608% воды)	0,5013	0,6067
Суглинистый черноземъ.		
" при 33,866% воды	0,7769	0,9160
" " 35,3 " " 	0,9062	0,9157
Суглинистая (6,413% воды)	0,7701	0,8621
Торфъ (57,52% воды)	0,8729	0,9266

Такимъ образомъ коэффициенты тренія зависятъ отъ механическаго состава почвы, такъ наприм. при почти одинаковомъ содержаніи влаги песокъ обладаетъ меньшимъ треніемъ, нежели суглинистая почва, несмотря на то, что частицы песка болѣе шероховаты, при повышеніи содержанія влажности треніе увеличивается, но до известнаго предѣла, наприм. торфъ при болѣе влажности имѣетъ меньшій коэффициентъ тренія, чѣмъ черноземъ при меньшемъ содержаніи воды.

Вообще для желѣза и дерева коэффициенты тренія у различныхъ почвъ колеблются отъ 0,37 до 0,95.

Такъ какъ треніе сильно измѣняется отъ вида поверхности трущихся тѣлъ, то-есть при шероховатыхъ поверхностяхъ оно увеличивается, а при гладкихъ уменьшается, то для ослабленія тренія работающихъ частей орудія (наприм. отвала плуга) полезно придавать имъ возможно-гладкую поверхность, наприм. полировать.

Отношеніе почвы къ водѣ. При соприкосновеніи почвы съ водою происходятъ тѣ же явленія, которыя обнаруживаются между пористыми твердыми тѣлами и жидкостями и называются волосностью или капиллярностью.

Изслѣдованіе волосности производится посредствомъ тонкихъ цилиндрическихъ трубокъ, въ которыхъ жидкость поднимается на известную высоту, образуя вогнутую или выпуклую поверхность, которая, надо замѣтить, составляетъ существенное условіе для поднятія жидкости на большую или меньшую высоту.

Если тѣла смачиваются жидкостями, то происходитъ поднятіе послѣд-

*) А. Зелинскій: „Теорія плуга, окучника и бороны“. М. 1885, стр. 8.

нихъ или волосность, зависящая отъ сѣвленія между частицами твердаго тѣла ть жидкостью. Это поднягге, по произведеннымъ изслѣдованіямъ, опредѣляется слѣдующими законами: 1) высота поднягга жидкости въ волосныхъ трубкахъ приблизительно обратно пропорциональна діаметрамъ трубокъ, т.-е. чѣмъ уже трубка, тѣмъ выше поднимается жидкость; 2) высота поднягга жидкости съ повышеіемъ температуры понижается, т.-е. чѣмъ болѣе нагрѣта жидкость, тѣмъ ниже она стоитъ въ трубкѣ; 3) составъ жидкости влияетъ на высоту поднягга, именно чѣмъ плотнѣе жидкость, тѣмъ выше, при прочихъ равныхъ условіяхъ, она поднимается въ волосныхъ трубкахъ; такъ наприм. вода поднимается въ трубкѣ, діаметромъ 1 мм., выше, чѣмъ эфиръ, ртуть выше, чѣмъ вода и т. п.; 4) вещество, изъ котораго состоитъ трубка, не имѣетъ вліянія на высоту поднягга жидкости.

Такъ какъ почва обладаетъ волосными промежутками, имѣющими, надо замѣтить, гораздо меньшіе діаметры, чѣмъ стеклянныя волосныя трубки, то къ ней должны быть примѣнены тѣ же законы. Но въ почвѣ можетъ быть мало правильныхъ (цилиндрическихъ) волосныхъ промежутковъ, въ ней могутъ происходить тѣ капиллярныя явленія, которыя наблюдаются между сближенными пластинками. Извѣстно, что и въ этомъ случаѣ жидкость поднимается на высоту, находящуюся въ обратномъ отношеніи къ разстоянію между пластинками, при этомъ если пластинки параллельны, то вода поднимается правильно, если же онѣ сближены подъ угломъ, то высота поднягга будетъ наибольшею въ мѣстѣ соприкосновенія пластинокъ и жидкость образуетъ кривую поверхность при подняггѣ. По наблюденіямъ Липка, высота поднягга жидкости между не параллельными пластинками зависитъ отъ вещества пластинокъ. Верхемъ нашелъ, что качество поверхности пластинокъ имѣетъ вліяніе на высоту поднягга, такъ наприм. дистиллированная вода на матовой поверхности поднимается на высоту 9, ³⁰³mm., на полированной—10, ⁰²⁴mm., а на плавенной поверхности—11, ²²²mm.

Наконецъ въ почвѣ могутъ происходить волосныя явленія, наблюдаемыя въ такъ-называемыхъ четочныхъ трубкахъ, т.-е. такихъ, въ которыхъ слой жидкости заоляетъ только узкіе промежутки, а въ расширенныхъ частяхъ трубокъ прерывается воздухомъ (или вообще капли воды перемежаются съ воздухомъ). Особенность этого рода явленій состоитъ въ томъ, что жидкость испытываетъ значительное сопротивленіе своему движенію въ четочныхъ трубкахъ. По опытамъ Жамена, это сопротивленіе достигаетъ давленія одной атмосферы, далѣе онъ нашелъ, что при всасываніи жидкостей пористыми тѣлами возникаетъ также сильное давленіе, достигающее до 3 и болѣе атмосферъ, т.-е. такое, которое въ состояніи поднять воду на высоту 30 и болѣе метровъ. Жаменъ нашелъ также, что при соприкосновеніи двухъ пористыхъ тѣлъ, изъ которыхъ одно смочено водою, а другое сухое, большая часть воды переходитъ въ сухое тѣло, особенно тогда, когда оно имѣетъ очень узкіе капиллярныя промежутки, тоже происходитъ при

соприкосновении двухъ твердыхъ тѣлъ, измельченныхъ въ порошокъ, но различной крупности: болѣе воды всасывается тѣмъ тѣломъ, частицы котораго мельче.

Все вышеозначенныя явленія волосности могутъ совершаться и въ почвѣ, но усложняются нѣкоторыми ея свойствами. Прежде всего волосность въ почвѣ должна находиться въ зависимости отъ величины частицъ, такъ какъ отъ этого образуются промежутки различной ширины. Зная диаметръ почвенныхъ частицъ, можно вычислить, на основаніи скважности, высоту поднятія, именно при

диаметръ частицъ.	высота поднятія.
2 мм.	15 мм.
1 "	30 "
0,5 "	60 "
0,25 "	150 "
0,1 "	300 "
0,05 "	600 "
0,01 "	3000 "
0,001 "	30000 " и т. д.

Слѣдовательно въ тонкомъ плѣ вода должна подниматься вследствие волосности на высоту 30000 мм. или 30 метровъ. Въ действительности же оказывается, что для самыхъ мелкихъ продуктовъ отмучиванія вода можетъ подняться не болѣе какъ на высоту 4,32 метра, причемъ движеніе ея по мѣрѣ поднятія становится все медленнѣе и медленнѣе. Это противорѣчіе съ приведенными выше законами волосности надо объяснить, во-первыхъ, тѣмъ, что по мѣрѣ уменьшенія величины промежутковъ (диаметровъ частицъ) высота поднятія должна также уменьшаться, поэтому въ тонкомъ плѣ, гдѣ волосные промежутки значительно уже тѣхъ, которые имѣются въ стеклянныхъ волосныхъ трубкахъ, вода поднимается на высоту, уже не обратно пропорціональную диаметру промежутковъ. Впрочемъ и самый законъ долженъ считаться приближительнымъ для тѣхъ диаметровъ волосныхъ трубокъ, съ которыми производились опыты, для болѣе тонкихъ стеклянныхъ трубокъ онъ не провѣренъ, такъ какъ изготовленіе такихъ трубокъ очень затруднительно. Во-вторыхъ волосность въ почвѣ затрудняется свойствомъ нѣкоторыхъ ея частицъ впитывать въ себя воду, или набухать.

Набуханіе частицъ сопровождается увеличеніемъ ихъ объема въ 2—3 раза противъ первоначальнаго и представляетъ явленіе вредное для почвы, такъ какъ способствуетъ образованію на ея поверхности коры. Набуханіе свойственно не всемъ частицамъ почвы: крупныя частицы, составляющія остовъ (хрящъ, песокъ) не обладаютъ способностью набухать, такъ какъ состоятъ преимущественно изъ безводныхъ силикатовъ; тѣмъ мельче частицы почвы, тѣмъ интенсивнѣе будетъ набуханіе, которое особенно сильно въ тонкомъ плѣ, такъ какъ онъ содержитъ вещества гидратизированныя, сильно поглощающія воду (каолинъ, водныя окиси, гумусъ и пр.). Ча-

стицы слюды обладают, напротив, свойством уменьшаться въ объемъ при набуханіи, какъ это наприм. замѣчается у подзолстыхъ почвъ, въ составъ которыхъ входитъ слюда. При набуханіи частицъ тонкаго ила, вследствие увеличенія объема, увеличивается размѣръ промежутковъ, а слѣдовательно будетъ уменьшаться и волосность. Далѣе волосность въ почвъ измѣняется отъ разнообразія въ формѣ промежутковъ, ибо въ ней не существуетъ вовсе правильныхъ цилиндрическихъ волосныхъ промежутковъ, на подобіе стеклянныхъ трубокъ, а, напротивъ, промежутки самой неправильной, разнообразной формы, вследствие чего вода, поступающая въ почву, стремится заполнить сначала всѣ боковыя, и широкіе, и узкіе, промежутки, а затѣмъ уже движется далѣе вверхъ или внизъ и, смотря по количеству и формѣ промежутковъ, а также по количеству воды, достигаетъ или не достигаетъ самаго верхняго слоя.

Такое свойство почвенныхъ скважинъ замедляетъ волосное поднятіе воды и въ некоторыхъ случаяхъ можетъ быть не благоприятно для того слоя, который наиболее нуждается въ водѣ. Кроме этого волосность въ почвъ замедляется еще способностью почвенныхъ частицъ не одинаково смачиваться водою. Такъ наприм. извѣстно, что сильно высушенныя частицы, превращаясь въ пыль, не смачиваются водою, которая растекается по поверхности ихъ въ видѣ капель, а вследствие этого примѣсь къ почвъ пылеватыхъ частицъ во время засухъ будетъ затруднять движеніе въ ней волосной воды. Это объясняется тѣмъ, что въ сухой почвъ между частицами находится воздухъ, который подобно воздуху въ четочныхъ трубкахъ оказываетъ сильное сопротивленіе движенію воды. Само собою разумѣется, если въ почвъ будутъ находиться жирныя, смолистыя вещества, то волосность ея уменьшается, такъ какъ движеніе жидкости въ тѣлахъ, не смачиваемыхъ ими, происходитъ совершенно иначе, нежели въ смачиваемыхъ. Кроме воздуха волосность зависитъ отъ поверхностной формы частицъ, а именно: при гладкой поверхности движеніе воды сверху внизъ увеличивается, при шероховатой уменьшается. Если же вода поднимается снизу (грунтовая вода), то происходитъ обратное: гладкая поверхность понижаетъ волосность, шероховатая же способствуетъ. Наконецъ надо замѣтить, что не всѣ частицы почвы обладаютъ волосностью, а поэтому движеніе воды въ почвъ не всегда зависитъ отъ капиллярныхъ причинъ. Именно, когда частицы мелки, то промежутки между ними очень узки и вода поднимается въ силу влажности, при крупныхъ же частицахъ образуются не волосные промежутки, а потому вода въ нихъ не должна подниматься; однако же извѣстно, что и въ крупнозернистыхъ почвахъ грунтовая вода доходитъ часто и до верхнихъ слоевъ. Опытномъ найдено, что волосность дѣйствуетъ только въ мелкоземѣ, т.-е. песчаная пыль и плаватыя продукты могутъ поднимать воду изъ нижнихъ слоевъ силою волосности, въ частицахъ же болѣе 0,23 мм. въ діаметрѣ вода поднимается исключительно подѣ дѣйствіемъ гидростатическаго дав-

ления, т.-е. при большой массѣ воды она поднимается на известную высоту, при меньшей движение ея значительно замедляется. Если въ почвѣ находится смѣсь крупныхъ и мелкихъ частицъ, то поднятіе воды обуславливается совокупнымъ дѣйствіемъ волосности и гидростатическаго давленія.

При изслѣдованіи капиллярныхъ явленій въ почвѣ замѣчаются три рода ихъ: во - первыхъ, вода поднимается на большую или меньшую высоту; во-вторыхъ, это поднятіе совершается съ различною скоростью и наконецъ вода задерживается почвою въ большемъ или меньшемъ количествѣ, а потому надо различать: высоту поднятія или собственно волосность, скорость поднятія воды и влагосмкость.

Высота поднятія воды или волосность можетъ быть опредѣлена въ естественномъ или искусственномъ состояніи почвы. Въ естественномъ состояніи опредѣленіе волосности можетъ быть произведено на выкопанномъ въ землѣ столбикѣ, въ основаніе котораго наливается вода; уровень ея долженъ поддерживаться на одной и той же высотѣ во все время опыта. Но при этомъ явленіе волосности изучается односторонне; нельзя разсмотрѣть вліяніе всѣхъ условій на высоту поднятія воды, а потому подробнѣе волосность можетъ быть изучена лишь въ искусственномъ состояніи почвы. Для этого почву насыпаютъ въ стеклянныя трубки различной высоты, обвязанныя снизу смоченнымъ полотномъ, трубки ставятся въ воду до тѣхъ поръ, пока послѣдняя не поднимется до известной высоты, которую отмѣчаютъ по делѣніямъ на трубкѣ. Для болѣе крупныхъ частицъ, обладающихъ слабою волосностью, которая при рыхломъ наполненіи цилиндра землею можетъ еще уменьшиться, лучше изслѣдовать явленіе на длинныхъ кирпичикахъ, положенныхъ горизонтально въ стеклянной коробкѣ, въ одномъ концѣ которой помѣщается сырой песокъ, постоянно насыщаемый водою, передаваемою въ силу волосности кирпичику; если крышку коробки раздѣлить на сантиметры или миллиметры, то можно непосредственно измѣрить высоту поднятія. Правда, здѣсь почва находится въ горизонтальномъ положеніи, чего не бываетъ въ природѣ, гдѣ волосность дѣйствуетъ преимущественно вертикально, но это обстоятельство не имѣетъ существеннаго значенія для высоты поднятія, напротивъ, при изслѣдованіи волосности въ стеклянныхъ цилиндрахъ частицы почвы въ нижнихъ частяхъ претерпѣваютъ давленіе вышележащихъ слоевъ, а это давленіе нарушаетъ величину промежутковъ, а потому всѣ данныя, полученные этимъ способомъ, не будутъ вполнѣ точно выражать вліяніе волосности на движеніе воды. Тѣмъ не менѣе, въ виду сравнительной простоты изслѣдованіе волосности, и прежде и теперь, производится въ стеклянныхъ цилиндрахъ. Габерландтъ употреблялъ для этого трубки 10 сантим. высотой и 2 сантим. діаметромъ, въ которыя насыпалась, при потряхиваніи трубки, почва, для того чтобы она равномерно укладывалась въ трубкѣ, затѣмъ конецъ трубки, обвязанный полотномъ, погружается въ воду и замѣчается высота поднятія послѣдней. Изъ такихъ изслѣдованій найдено, что высота поднятія воды въ почвѣ зависитъ

прежде всего отъ величины частицъ. Такъ наприм. въ двухъ трубкахъ, изъ которыхъ одна была наполнена мелко просѣянною суглинистою почвою, а другая крупно просѣянною, высота поднятія оказалась:

	Мелкія частицы.	Крупныя частицы.
черезъ 5 минутъ	45 мм.	38 мм.
" 10 "	60 "	46 "
" 15 "	70 "	52 "
" 30 "	96 "	62 "
" 45 "	112 "	65 "
" 50 "	124 "	70 "

Въ пескѣ различной крупности высота поднятія была:

при частицахъ 0,5—0,25 мм.	30 сантим.
" " 0,5—1 "	12—10 "
" " 1—3 "	2—1 "

Если песчанья почвы содержатъ кромѣ песку разное количество пло-
ватыхъ продуктовъ, то высота поднятія увеличивается:

крупный песокъ имѣлъ влажность	29 сантим.
средній " (съ 30% ила) влаж.	51 "
мелкій " (съ 20% ") "	120 "

Изъ этихъ данныхъ слѣдуетъ, что чѣмъ мельче почвенныя частицы, тѣмъ выше волоеность, такъ въ пескѣ она наименьшая, а въ пловатыхъ продуктахъ наибольшая. Но при поднятіи воды въ частицахъ различной крупности высота увеличивается отъ 0,25 мм. до 0,05 мм., въ которыхъ она достигаетъ maximum, а затѣмъ при дальнѣйшемъ уменьшеніи величины частицъ высота поднятія уже не увеличивается и при частицахъ діаметромъ 0,0015 мм. она даже останавливается. Это зависитъ отъ того, что къ наименьшему пункту, котораго достигаетъ вода, при извѣстной величинѣ частицъ, ее доставляется столько, сколько въ этомъ мѣстѣ испаряется изъ почвы, вследствие чего уровень воды или высота поднятія остается постоянною.

Вмѣстѣ съ этимъ замѣчается влияние времени на высоту поднятія воды у различныхъ составныхъ частей почвы; такъ песокъ, известь, глина и перегной проводятъ воду на различную высоту въ неодинаковый промежутокъ времени и это зависитъ, не только отъ величины частицъ, но и отъ различія въ химическомъ составѣ этихъ веществъ. Вліяніе же химическаго состава на волоеность выражается въ набуханіи. Набуханіе глины и перегной весьма значительно, известь набухаетъ очень мало, а песокъ совсѣмъ лишенъ этой способности, а потому высота поднятія у песка можетъ быть больше, чѣмъ у извести, глины и перегной.

Но способность набуханія зависитъ отъ того, существуютъ ли препятствія къ увеличенію въ объемѣ частицъ или нѣтъ, именно въ нижнихъ слояхъ почвы, вообще болѣе уплотненныхъ отъ давленія вышележащихъ

слоевъ, частицы лишены возможности набухать, а въ верхнихъ слояхъ, подвергающихся разрыхленію, онѣ могутъ набухать очень сильно. Поэтому, если тонкій гѣль, способный вообще сильно набухать, подвергнуть сжатію, то волосность его значительно понизится, если же его насыпать рыхло, то набуханіе его будетъ очень велико и вода хотя и медленно, но движется по всему земляному столбиху. Въ естественномъ состояніи почва уплотняется отъ различныхъ причинъ: дѣйствія дождя, снѣга, растений и т. п., а потому пловатыя частицы, лишены возможности набухать, могутъ обладать незначительною волосностью, которая, при разрыхленіи, можетъ возрастать. Такъ по опытамъ Габерландта надъ почвою съ очень мелкими частицами (ниже 0,2_г мм.) высота поднятія была:

	1	2	5	10	16	20	25	35	минуть.
при рыхломъ наполненіи . . .	22	34	56	76	94	100	—	—	мм.
„ плотномъ „ . . .	20	25	41	56	71	80	90	102	„
„ утрамбован. „ . . .	13	15	24	36	38	41	47	53	„

Такимъ образомъ слой почвы въ 10 сантиметровъ высокою, при рыхломъ наполненіи цилиндра, подыгъ воду чрезъ 20 минутъ, при плотномъ чрезъ 35 минутъ, а при утрамбованномъ почти чрезъ 24 часа, причемъ объемъ почвы въ первомъ случаѣ остался не измѣненнымъ, во второмъ онъ увеличился на 2%, а въ третьемъ на 4%. Отсюда слѣдуетъ, что при искусственномъ уплотненіи хотя и происходитъ набуханіе, но далеко не такое, какъ въ естественныхъ условіяхъ, и все-таки оно понижаетъ волосность.

Волосность, какъ сказано выше, зависитъ отъ температуры и въ капиллярныхъ трубкахъ она тѣмъ меньше, чѣмъ выше температура жидкости. По отношенію къ почвѣ это вліяніе незначительно, потому что колебанія температуры въ нижнихъ слояхъ, изъ которыхъ поднимается вода, такъ не велики, что на высоту поднятія не могутъ имѣть замѣтнаго вліянія, хотя на скорость поднятія вліяніе это можетъ наблюдаться.

Высота поднятія воды зависитъ далѣе отъ количества влаги, паходившейся раньше въ почвѣ, что замѣчается вообще при опытахъ распространенія воды между пористыми тѣлами. Вообще чѣмъ суше почва, тѣмъ медленнѣе поднимается въ ней вода, такъ какъ этому мѣшаетъ воздухъ, находящійся въ промежуткахъ, вслѣдствіе чего сухія частицы труднѣе смачиваются водою. Чѣмъ влажнѣе почва, тѣмъ легче въ ней распространяется вода, но до извѣстнаго предѣла, за которымъ волосность исчезаетъ и дѣйствуетъ исключительно гидростатическое давленіе, вслѣдствіе котораго вода нажимаетъ на поверхность почвы.

Наконецъ волосность въ почвѣ зависитъ отъ направленія, по которому движется вода, т. е. вверхъ (грунтовая вода), или внизъ (верховая вода). Такъ наприм. при частицахъ различной величины высота поднятія была:

Время.	Направление движения воды.	Крупный песокъ.	Мелкій песокъ.	Глина.
1 день . . .	внизъ . . .	55	20	3,5
" . . .	вверхъ . . .	20	16	7,4
2 дня . . .	внизъ . . .	1	2	2
" . . .	вверхъ . . .	1	1,2	0,8
3 дня . . .	внизъ . . .	0,5	1,3	1
" . . .	вверхъ . . .	1	1	1

Отсюда можно было бы заключить, что въ крупныхъ частицахъ, при движеніи воды сверху внизъ (верховой воды), волосность въ началѣ движенія увеличивается, а въ мелкихъ частицахъ уменьшается, при обратномъ движеніи (грунтовой воды) точно также. Но подобными опытами нельзя вполне рѣшить этого вопроса, потому что движеніе воды верхней и грунтовой обуславливается многими причинами: состояніемъ почвы, ея влажностью, формою частицъ, присутствіемъ различныхъ веществъ и т. п., а въ виду этого нельзя сдѣлать точнаго заключенія о томъ, какое значеніе имѣютъ частицы различной крупности для высоты поднятія воды въ зависмости отъ направленія ея движенія.

Скорость поднятія воды въ почвѣ обуславливается высотой поднятія, т.-е. чѣмъ выше слой почвы, въ которомъ поднимается вода, тѣмъ медленнѣе должно быть ея движеніе, но это лишь при томъ условіи, что частицы почвы одинаковы; если же онѣ различны, то скорость поднятія воды существенно зависитъ отъ величины и формы частицъ. Такъ наприм. на высоту 18 сантиметровъ вода поднималась:

въ мелкомъ пескѣ чрезъ . . .	34 минуты
" суглинкѣ " . . .	4 часа
" очень плотномъ лёссѣ чрезъ 31 "	

Для очень богатой перегнойной садовой земли (23%), содержащей въ совершенно сухомъ состояніи 2,6% воды, въ 42 дня вода поднялась до высоты 155 мм.; на этой высотѣ уровень ея оставался безъ измѣненія въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Въ грубомъ пескѣ вода поднималась:

на высоту 20 сантиметр.	въ 1 день
" " 21 "	" 2 "
" " 3 "	" 22 "

Въ глинѣ:

на высоту 3,5 сантим.	въ 1 день
" " 0,5 "	" 2 "
" " 8 "	" 3 "

Съ увеличеніемъ высоты поднятія скорость уменьшается, но чѣмъ болѣе была первоначальная скорость, тѣмъ медленнѣе движется вода, наприм. въ грубомъ пескѣ вода быстро достигла высоты 20 сантиметровъ, но затѣмъ движеніе ея происходило очень медленно; въ глинѣ же первоначальная скорость была мала, но за то она менѣе измѣнялась послѣ.

При этомъ количество воды на различной высотѣ измѣняется такъ, что чѣмъ выше слой отъ источника воды, тѣмъ меньше онъ ее содержитъ. У песчано-перетнойной почвы содержание воды оказалось:

на высотѣ 110 мм.	. . . . .	37,02%
" "	350 "	31,7 "
" "	508 "	13,61 "
" "	593 "	4,15 "

Весьма важное значеніе для скорости движенія воды имѣеть то обстоятельство, существуетъ ли постоянный притокъ воды въ почву. Такъ наприм. если насыпать почву въ стеклянную трубку, обвязанную покровомъ, и поставить въ воду, а затѣмъ вынуть и наблюдать скорость ея движенія, то оказывается, что высоты поднятія вода достигаетъ:

32 сантиметровъ	черезъ 4½ часа
37 "	" 2 днѣ
38,5 "	" 5 "
40 "	" 7 "

Если же почву оставить въ сообщеніи съ водою, то на высоту 40 сантиметровъ вода поднимается въ 20 минутъ. Такое вліяніе притока воды имѣеть важное значеніе при питаніи почвы грунтовой водою, именно если запасъ послѣдней въ нижнихъ слояхъ почвы не измѣняется, то вода можетъ скоро распространиться до верхнихъ слоевъ, смотря по величинѣ частицъ; если же количество грунтовой воды уменьшается или же она совсѣмъ изсякнетъ, то движеніе ея до верхняго слоя будетъ на столько медленно, что корни растений успеютъ засохнуть прежде, чѣмъ до нихъ дойдетъ волосная вода. Но и при достаточномъ притоцѣ воды скорость поднятія будетъ сильно измѣняться въ зависимости отъ слоя почвы, иначе гово, я отъ крупности или мелкости составляющихъ его частицъ. Именно, если слой почвы располагается, по мѣрѣ удаленія отъ источника воды, такъ, что частицы ихъ становятся все мельче и мельче, то верхній слой можетъ питаться грунтовой водою. Такъ наприм. если нижній слой, находящійся близко къ грунтовой водѣ, состоитъ изъ крупнаго песку, выше лежитъ слой изъ средняго, далѣе мелкаго песку и наконецъ изъ пловатыхъ продуктовъ, то происходитъ слѣдующее: въ крупномъ пескѣ вода быстро поднимется на известную высоту, въ мелкомъ пескѣ она будетъ подниматься даже послѣ того, какъ достигла наибольшей высоты поднятія въ крупныхъ частяхъ, въ самомъ же верхнемъ слой вода будетъ подниматься и тогда, когда въ нижнихъ слояхъ почвы движеніе ея уже прекратилось; при этомъ, если существуетъ постоянный притокъ воды, то верхній слой почвы, вытягивая воду, будетъ такимъ образомъ постоянно смоченъ. Если почва пользуется верховою водою (изъ атмосферныхъ осадковъ), то для увлаженія нижнихъ слоевъ необходимо обратное расположеніе частицъ, т.е. вверху должны быть крупныя частицы, а по мѣрѣ удаленія отъ поверхности величина ихъ должна быть все меньше и меньше. Но въ естественномъ

состоянии въ почвѣ не всегда можетъ быть подобная постепенность въ расположеніи частицъ: наприм. можетъ случиться, что слои, состояще изъ иловатыхъ частицъ, чередуются съ крупными частицами. Въ этомъ случаѣ мелкозернистый слой, находясь въ сообщеніи съ водою, будетъ поднимать ее на извѣстную высоту, но медленно, а если онъ сухъ, то вода можетъ не достигнуть до средняго слоя, состоящаго изъ крупныхъ частицъ. Въ этомъ случаѣ произойдетъ явленіе аналогичное распространенію воды въ четочныхъ трубкахъ, слѣдовательно воздухъ, заключающійся въ промежуткахъ средняго слоя, будетъ оказывать значительное сопротивленіе дальнѣшему распространенію воды, которая въслѣдствіе этого не будетъ смачивать верхнихъ слоевъ. Такимъ образомъ скорость распространенія въ почвѣ воды существенно зависитъ не только отъ механическаго строенія верхняго слоя или почвы, но и въ значительной степени отъ свойствъ подпочвы.

Влагоемкость. Вода, распространяющаяся въ почвѣ въслѣдствіе волосности, будетъ находиться въ ней въ большемъ или меньшемъ количествѣ, смотря по величинѣ и числу капиллярныхъ промежутковъ, способности частицъ почвы впитывать въ себя воду или набухать, наконецъ въ зависимости отъ способности почвы испарять воду. Количество воды, которое почва можетъ задерживать, будетъ поэтому для разныхъ почвъ различно.

Способность почвы поглощать большее или меньшее количество воды называется влагоемкостью или водозадерживающею силой и происходитъ отъ волосности, въслѣдствіе чего вода не стекаетъ внизъ, а удерживается притяженіемъ частицъ воды частицами почвы. Количество воды, удерживаемое почвою, можно опредѣлить или по вѣсу, или по объему. Такъ если 100 грам. почвы поглотили 40 грам. воды, то влагоемкость равняется 40% и называется вѣсовой, если же 100 се. почвы поглотили 40 се. воды, то объемная влагоемкость будетъ 40%. Вѣсовая и объемная влагоемкость зависятъ отъ величины частицъ, слѣдовательно отъ кажущагося удѣльнаго вѣса, а потому, зная послѣдній и опредѣливъ какую-либо одну влагоемкость, можно вычислить другую, такъ какъ эти три величины: кажущіеся удѣльный вѣсъ (D_1), объемная (V_e) и вѣсовая (P_e) влагоемкость находятся между собою въ слѣдующемъ отношеніи: $P_e = \frac{V_e}{D_1}$ или $V_e = P_e \cdot D_1$. Такимъ образомъ вѣсо-

вая и объемная влагоемкость не всегда будутъ выражать одно и то же, а часто значительно разнятся между собою по причинамъ, влияющимъ на отношеніе почвы къ водѣ вообще. Такъ двѣ почвы, одинаково насыщенные водою, могутъ имѣть одну и ту же объемную влагоемкость, но вѣсовые влагоемкости ихъ могутъ быть весьма различны, потому что одна почва можетъ имѣть больший удѣльный вѣсъ, чѣмъ другая, а потому и вѣсовое количество воды въ первой почвѣ будетъ меньше, чѣмъ во второй, гдѣ вѣсовая влагоемкость будетъ больше. Иначе говоря, при одинаковой эквивалентности объемная влагоемкость не будетъ совпадать съ вѣсовой, но и вѣ-

совая влагоемкость, стого говоря, не зависит собственно от удельного веса почвы, потому что на количество воды, задерживаемой почвою, влияют не удельный вес частицы, а число и величина промежутков, от которых зависит водосность. Все эти соображения надо иметь в виду при сужденіи о значеніи данныхъ, получаемыхъ опытнымъ путемъ при изслѣдованіи влагоемкости.

Для опредѣленія влагоемкости существуетъ нѣсколько способовъ. Шюблеръ и Троммеръ опредѣляютъ влагоемкость посредствомъ воронки, наполненной смоченною почвою (30—50 грам.), въ которую наливается вода до тѣхъ поръ, пока избытокъ ея не стечетъ, послѣ этого воронку съ почвою взвѣшиваютъ и по разности вѣсовъ, до опыта и послѣ, вычисляютъ въ процентахъ (вѣса сухой почвы) количество поглощенной воды т. е. опредѣляютъ вѣсовую влагоемкость. Но этотъ способъ не даетъ точныхъ результатовъ, потому что влагоемкость, опредѣляемая по вѣсу, часто не согласуется съ дѣйствительною влагоемкостью почвы.

По способу Э. Вольфа употребляется цинковый ящикъ, длиною и шириною по 3 сантиметра, высокою 17 сант., дно котораго имѣетъ множество мелкихъ отверстій. На это дно кладется смоченное полотно и весь приборъ взвѣшивается, затѣмъ насыщается порціями совершенно сухая почва такъ, чтобы она равномерно ложилась въ ящикъ, и снова взвѣшивается, затѣмъ ставится въ воду, пока вся почва не пропитается водою. Наконецъ приборъ снова взвѣшивается и вычисляется количество удержанной почвою воды. вмѣсто ящика употребляются металлическія цилиндрическія трубки, 16 сантим. высоты и 4 сантим. внутренняго діаметра, емкостью 201,06 сс., заткнутыя съ одного конца никелированою проволоочною сѣткою. Также цилиндры могутъ также служить для опредѣленія объемнаго вѣса почвы. Нѣсколько цилиндровъ (8), наполняемыхъ, какъ и въ способъ Э. Вольфа, почвою, помѣщаются въ чашкѣ съ водою подъ стекляннимъ колпакомъ и послѣ насыщенія почвы водою взвѣшиваются или вычисляютъ влагоемкость по объему.

Способъ Габерландта состоитъ въ томъ, что почва, насыщенная въ стеклянныя трубки (10 сантим. высоты и 2 сантим. діаметромъ), обвязанныя съ нижняго конца смоченнымъ полотномъ, опускается (на 1 см высоты трубки) въ воду полного насыщенія. Затѣмъ столбикъ почвы осторожно вынимаютъ изъ трубки и взвѣшиваютъ, даютъ совершенно высохнуть и опять взвѣшиваютъ, по разности вѣсовъ опредѣляютъ вѣсовую влагоемкость, а, измѣривъ объемъ влажнаго и сухого столбика, можно найти объемную влагоемкость. Или измѣряютъ (способъ А. Вольфа) количество воды, которое нужно для насыщенія почвы, для чего взвѣшенную почву помѣщаютъ въ воронку, а изъ бюретки приливаютъ воду до тѣхъ поръ, пока въ подставленный подъ воронку мѣрный сосудъ не будетъ стекать столько воды, сколько ея приливается изъ бюретки, что обозначаетъ степень полного на-

сыщения почвы водою. По разности объемовъ воды, вынужденной изъ бюретки и наполнившей цилиндръ, судятъ объ объемѣ воды, задержанной почвою. Но при такомъ способѣ опредѣленія влагоемкости вѣрные результаты могутъ получиться только тогда, когда объемъ почвы во все время опыта остается постояннымъ (наприм. у песка), почва не уплотняется, не пучится отъ приливанія воды, частицы не передвигаются при насыщении водою, какъ это бываетъ у почвъ, содержащихъ плаватыя частицы.

А. Майеръ опредѣляетъ такъ-называемую абсолютную влагоемкость, т.-е. самое незначительное количество воды, которое почва въ состояннн удержатъ. Для этого берутъ стеклянную трубку, составленную изъ двухъ частей, одна длиною 0,75 метра, а другая 0,25 метра, діаметромъ 1,5—2 сантим. Длинная часть трубки обвязывается снизу полотномъ и въ нее насыпается, при легкомъ встряхиваннн, почва, когда трубка будетъ наполнена до верху, то съ нею соединяютъ посредствомъ каучуковаго кольца короткій конецъ, также наполненный почвою. Затѣмъ сверху наливаютъ столько воды, чтобы почва вполне насытилась, этого достигаютъ перевертываніемъ трубки. Когда вода не будетъ болѣе стекать изъ почвы, снимаютъ каучуковое кольцо, берутъ въ этомъ мѣстѣ часть почвы, быстро взвѣшиваютъ и опредѣляютъ, высушиваніемъ при 100° С., количество удержанной почвою воды. Найденная такимъ образомъ вѣсовая влагоемкость можетъ быть перечислена, на основаннн кажущагося удѣльнаго вѣса, въ объемную. Способъ А. Майера, однако, не удобенъ для глинистыхъ и плаватыхъ почвъ, которыя поглощаютъ мало воды при такой высотѣ столба.

Такъ какъ на влагоемкость почвы вліяетъ подпочва, уровень грунтовой воды и т. п., которые не могутъ быть изслѣдованы лабораторнымъ путемъ, то Гейнрихъ *) предложилъ изслѣдовать влагоемкость въ естественномъ состояннн почвы (на полѣ). Съ этою цѣлью въ почву вдавливаются металлическіе цилиндры 40 сантим. высотой и 20 сантим. въ діаметрѣ съ заостренными краями, по обѣимъ сторонамъ придѣланы двѣ ручки для вдавливанія и выниманія цилиндра, а верхнее отверстие закрыто мелкою сѣткою, для того чтобы ослабить токъ приливаемой воды и не размыть почву во время опыта. Когда цилиндръ плотно укрѣпленъ въ землѣ, такъ что вода со стороны не можетъ притекать, его наполняютъ водою и закрываютъ крышкою или листомъ пергаментной бумаги для защиты отъ испаренія и другихъ вліяній. По прошествнн 18—24 часовъ берутся пробы для опредѣленія количества поглощенной воды. Съ этою цѣлью верхній слой почвы (2—4 сантим.) отбрасывается, а изъ середины смоченной почвы вырѣзывается кусокъ, который помещается въ стъикъ съ притертою пробкою предварительно взвѣшенную. Количество воды, удержанной почвою, опредѣляется взвѣшиваніемъ

*) R. Heinrich. Über Prüfung der Wasser Kapazität. — Wollny: Forschungen. В. IX. S. 259.

высушенной при 100° С. пробы и пересчитается на 100 грам., или по объему (на литр почвы), следовательно определяется весовая или объемная влагоемкость. При этом частицы выше 0,5 мм, находящиеся в взятом образце, должны быть исключены (или взвешены после), так как они удерживают незначительное количество воды и потому существенного влияния на величину влагоемкости не имеют. Этот способ был видоизменен Гейнрихом в том смысле, что почва взимается до подпочвы, для чего цилиндр вдавливался до ее уровня, для определения воды пробу берут через 24 часа посредством почвенного бурава, имѣющаго на концѣ отверстие въ 1 квадрат. сантиметръ.

Въ практическомъ отношеніи этотъ способъ имѣетъ болѣе значенія сравнительно съ другими, такъ какъ при этомъ получаютъ данныя болѣе соответствующія дѣйствительной влагоемкости, чѣмъ при опредѣленіи въ искусственномъ состояніи, при которомъ почва измѣняется въ строеніи и пр., такъ наприм. въ 100 частяхъ сухой почвы было найдено:

при лабораторныхъ изслѣдованіяхъ	28,2%	воды.
» опытахъ въ полѣ	10,1	»

Но количество воды, которое почва можетъ задерживать, обуславливается самыми многосторонними условіями, а потому все данныя влагоемкости, опредѣяемой въ искусственномъ или естественномъ состояніи почвы, могутъ получить болѣе или менѣе полное значеніе лишь тогда, когда при изслѣдованіяхъ будутъ приняты во вниманіе все подобныя условія. Такъ какъ влагоемкость существенно зависитъ отъ скважности, то при опредѣленіи какъ весовой, такъ и объемной влагоемкости результатъ опыта находится въ зависимости отъ рыхлой или плотной укладки почвы въ приборѣ (наприм. въ воронкѣ, трубкахъ и т. п.). При вдавливаніи цилиндра въ почву, по способу Гейнриха, почва также уплотняется, измѣняется ея скважность, а потому и влагоемкость; даѣе вышина слоя, дѣйствуя на скважность, будетъ повышать (при маломъ слое) или понижать (при высокомъ) величину влагоемкости. То же значеніе имѣетъ способъ поднятія воды, т.-е. приливается ли она сверху или снизу, такъ какъ при приливаніи сверху почва уплотняется, а потому величина влагоемкости будетъ болѣе дѣйствительной, чѣмъ при подведеніи снизу, въ этомъ случаѣ вода, въ силу капиллярности, распространяется по капиллярнымъ промежуткамъ, а такъ какъ въ почвѣ не все промежутки капиллярны, то поэтому величина влагоемкости должна соответствовать числу и величинѣ промежутковъ и во всякомъ случаѣ будутъ меньше, чѣмъ при паливаніи воды сверху. Затѣмъ надо имѣть въ виду, что при изслѣдованіяхъ величина влагоемкости можетъ выражать *полную* или *неполную* влагоемкость. Именно, когда все промежутки почвы заняты водою, то влагоемкость ея будетъ полная, если же они заполняются не все, то получается неполная влагоемкость; въ этомъ случаѣ могутъ быть слои поч-

вы, расположенные далеко от источника воды, въ которыхъ, несмотря на видимое насыщение почвы водою, далеко не всё промежутки заполняются водою.

Въ виду этихъ соображеній удобнѣе опредѣлять влагоемкость почвы вычисленіемъ на основаніи скважности. Опытами найдено, что при содержаніи въ почвѣ не менѣ 30% иловатыхъ частицъ она имѣетъ наибольшую влажность, такъ какъ всё промежутки будутъ капиллярными, а потому скважность такой почвы должна быть равна объемной влагоемкости. Но у такихъ почвъ частицы способны набухать, слѣдовательно онѣ поглотятъ большее количество воды, чѣмъ то, которое соответствуетъ влажности. Такимъ образомъ, опредѣливъ скважность почвы и присоединивъ къ полученной величинѣ число, выражающее увеличение въ объемѣ отъ набуханія, получимъ сумму, показывающую наибольшую влагоемкость почвы. Но такая зависимость между скважностью и влагоемкостью не будетъ вѣрна для почвъ, содержащихъ частицы болѣе 0,3 мм. въ диаметрѣ, или вообще менѣ 30% мелкозема, потому что въ крупныхъ частицахъ промежутки не будутъ волосными, а слѣдовательно они не будутъ задерживать всей воды, которая помѣстится лишь въ мѣстахъ соприкосновенія частицъ почвы, подобно тому, какъ это происходитъ въ пластинкахъ, сближенныхъ подъ угломъ. Въ крупныхъ частицахъ вода однако будетъ задерживаться также влажностью на поверхности частицъ, и смотря потому, будетъ ли она гладкая или шероховатая, количество воды будетъ различно, иначе говоря—крупныя частицы будутъ обладать только поверхностною влагоемкостью, которая можетъ быть опредѣлена лишь опытнымъ путемъ.

Изъ изученія влагоемкости найдено, что она обуславливается прежде всего *величиною и формою частицъ*, такъ какъ отъ этого зависитъ, скважность влажность и кажущійся удѣльный вѣсъ, а слѣдовательно какъ вѣсовая, такъ и объемная влагоемкость будутъ зависеть отъ механическаго состава почвы. Это видно изъ слѣдующихъ опытовъ Габерландта надъ суглинисто-песчаною почвою (съ примѣсью мергеля), кварцевымъ пескомъ и перегноемъ:

	Величина частицъ.	Влагоемкость.
Суглинисто-песчаный мергель	2,2 — 2,1 мм.	51,4%
" " "	0,83 — 1,15 "	57,6 "
" " "	0,51 — 0,61 "	59,7 "
" " "	0,33 — 0,37 "	55,6 "
" " "	ниже 0,20 "	53,1 "
Кварцевый песокъ	1,23 — 1,58 "	14,0 "
" " "	0,15 — 0,31 "	28,1 "
" " "	0,26 — 0,29 "	31,4 "
Перегной	1,23 — 1,23 "	159,0 "
" " "	0,27 — 0,15 "	200,6 "
" " "	ниже 0,26 "	206,5 "

Слѣдовательно съ уменьшеніемъ величины частицъ вообще влагоемкость увеличивается, но у суглинисто-мергельной почвы это увеличеніе идетъ только

до известнаго предѣла, при величинѣ $0_{,2} - 0_{,64}$, а затѣмъ влагоемкость начинаетъ понижаться, что уже зависитъ отъ расположенія почвенныхъ частицъ. При этомъ замѣчается, что вѣсовая и объемная влагоемкость у однихъ и тѣхъ же почвъ значительно разнятся между собою. Именно, влагоемкость на 100 частей почвы выразилась:

	Вѣсовая.	Объемн. на 1 литръ почвы.
у крупнозернистой песчаной почвы . . .	26,8 ⁰ / ₁₀₀	390 гр.
„ песчаной садовой земли	43,9 „	514 „
„ мелкозернистой песчано-перегн. почвы .	41,4 „	526 „
„ песчаного суглинка	43,3 „	554 „
„ известковой почвы	38,3 „	486 „
„ торфяной „	274,0 „	1260 „

Влагоемкость обуславливается набуханіемъ частицъ, потому что при этомъ увеличиваются размѣры промежутковъ, а кромѣ того частицы поглощаютъ лишнюю воду, помимо той, которая попадаетъ въ промежутки. Поэтому влагоемкость почвъ, содержащихъ много иловатыхъ частицъ, будетъ значительно больше песка, извести и другихъ веществъ, не способныхъ набухать, такъ наприм. количество воды удержанной

кварцевымъ пескомъ было	26,99 ⁰ / ₁₀₀
иловатую почву	43,36 „
перегнойною землею	57,20 „

По способность набухать зависитъ отъ состоянія плотности почвы, поэтому если тонкій илъ находится въ уплотненномъ состояніи, лишнее возможности набухать, то количество задерживаемой имъ воды будетъ меньше того, которое удерживается въ разрыхленномъ состояніи.

Изъ опытовъ А. Майера видно, что наибольшая влагоемкость, соответствующая суммѣ почвенныхъ промежутковъ, не совпадаетъ съ дѣйствительною влагоемкостью вследствие измѣненія объема, которое почва претерпѣваетъ отъ различныхъ причинъ, ее уплотняющихъ. Поэтому въ природѣ почва очень рѣдко имѣетъ наибольшую влагоемкость, что зависитъ или отъ сильнаго разрыхленія, когда образуются очень большіе (не волосные) промежутки, или вследствие сильнаго уплотненія, когда набуханіе стѣснено давлениемъ сосѣднихъ частицъ, или наконецъ вследствие большой толщины слоя и значительнаго удаленія отъ источника воды.

Разстояніе, отдѣляющее слой почвы отъ источника воды, имѣетъ важное влияние на распределеніе ея въ различныхъ слояхъ и можетъ имѣть рѣшающее значеніе для питанія растений водою въ томъ случаѣ, когда источникомъ служитъ грунтовая вода. Изъ имѣющихся въ этомъ отношеніи опытовъ видно, что, опредѣляя вѣсовую влагоемкость на разныхъ высотахъ почвеннаго слоя, можно найти, что по мѣрѣ удаленія отъ источника воды количество ея становится все меньше и меньше, самую большую влагоем-

костью будет обладать тотъ слой почвы, который находится ближе къ источнику воды. Такъ наприм. влагоемкость двухъ почвъ была:

Высота отъ источника воды.	Песчаная почва.	Иловатая почва.
0 сантим.	19,5%	27 % воды
15 "	16,1 "	23,0 " "
17 "	12,3 "	18,5 " "
31,5 "	13,0 "	19,5 " "
63 "	11,5 "	17,0 " "
78 "	11,1 "	10,0 " "
95 "	10,1 "	5,0 " "
110 "	9,0 "	2,4 " "
125 "	7,9 "	2,4 " "

Такимъ образомъ около источника воды влагоемкость иловатой почвы была наибольшая, на высотѣ же 125 сантим. наименьшая и сравнительно съ песчаную почвою почти втрое меньшая, это объясняется тѣмъ, что скорость поднятія воды у песчаной почвы большая, чѣмъ у иловатой. Слѣдовательно, если почва питается грунтовой водою, то самыя верхніе слои могутъ страдать отъ недостатка влаги; если же такимъ источникомъ служить дождевая или снѣговая вода, то верхніе слои могутъ содержать избытокъ воды.

Влагоемкость зависитъ повидимому отъ температуры, но это влияние не рѣзкое и особеннаго значенія въ почвѣ не имѣетъ, такъ какъ въ естественныхъ условіяхъ колебанія почвенной температуры не велики.

Наконецъ большое значеніе для влагоемкости имѣетъ химическій составъ почвы и примѣсь къ ней веществъ клѣтчатого сложения. Химическій составъ влияетъ потому, что нѣкоторыя соединения, встрѣчающіяся въ почвѣ, обладаютъ коллоидальными свойствами, а извѣстно, что всѣ такія тѣла поглощаютъ много воды, таковы:

Студенистая кремневая кислота поглощ.	240%	воды
Свѣже-осажденная водная окись желѣза поглощ.	500 "	" "
Давно осажденная	45 "	" "
Гуминовая кислота свѣже-осажденная	1200 "	" "
" " давно "	200 "	" "

Поэтому тонкій илъ, содержащій такія вещества, какъ кремнеземъ, водную окись желѣза, фосфорнокислыя соли, гумусъ и т. п., долженъ обладать значительною влагоемкостью, но, смотря по его сухости, будетъ задерживать различное количество воды.

Примѣсь къ почвѣ веществъ растительнаго происхожденія, сохранившихъ клѣтчатое строеніе, повышаетъ влагоемкость; если же такія вещества значительно измѣнились въ своемъ строеніи, то влагоемкость ихъ понижается, такъ наприм. поглощаютъ воды на 100 частей:

Солома	280—300 част.
Опавшіе листья	433
Торфъ, смотря по степени разложѣнія	250—500
Свѣжій навозъ	750

Такъ какъ въ почву вносятся часто подобныя вещества, или остаются при уборкѣ растеній (урожайные остатки и пр.), то влагоемкость ея можетъ значительно повыситься; съ другой стороны, благодаря различнымъ химическимъ процессамъ (выветриваніе, разложѣніе, поглощеніе и др.), происходящимъ въ почвѣ, образуются коллоидальныя вещества. По величинѣ влагоемкости можно даже заключать о количествѣ подобныхъ веществъ въ почвѣ, и наоборотъ, по присутствію этихъ веществъ можно судить о влагоемкости почвы, такъ наприм. если влагоемкость почвы болѣе 90%, то это прямо зависитъ отъ содержанія въ ней студенистыхъ веществъ и растительныхъ остатковъ; если же она не превышаетъ 50—60%, то это значитъ, что въ почвѣ очень мало подобныхъ веществъ.

Проницаемость почвы для воды. Почва обладаетъ способностью проводить воду въ нижніе слои, вслѣдствіе чего верхній слой вымывается. Такое явленіе, не зависящее отъ волосности, а отъ присутствія въ почвѣ большихъ, не волосныхъ промежутковъ, называется проницаемостью. Почвы, обладающія большою волосностью, имѣютъ слабую проницаемость и наоборотъ, сильно проницаемыя для воды почвы не имѣютъ волосности. Явленіе это обнаруживается всякій разъ, когда на поверхности почвы скопляется избытокъ воды, часть ея задерживается почвою, а остальная стекаетъ внизъ или просачивается вслѣдствіе тяжести. Глубина, до которой просачивается вода, зависитъ отъ количества воды, поступающей на почву, и отъ свойства ниже лежащихъ слоевъ. Если почва была суха, то вода просачивается на меньшую глубину, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда почва была предварительно смочена дождемъ. Если при этомъ въ почвѣ нижележащіе слои обладаютъ большою влагоемкостью, то проницаемость ослабѣваетъ, равно какъ и тогда, когда эти слои плотны, наприм. состоятъ изъ глины, ила, мѣстнаго камня или твердой породы; вода при этомъ собирается на такихъ непроницаемыхъ слояхъ застаиваясь или стекаетъ, смотря по рельефу, въ болѣе глубокіе слои. Проницаемость увеличивается вмѣстѣ съ величиною частицъ и разрыхленіемъ почвы.

Исслѣдованіе проницаемости можетъ быть произведено помощью цилиндрической трубки, въ которую насыпаютъ почву, а сверху наливаютъ воды, уровень которой регулируется такъ, чтобы столбъ воды во все время опыта оставался постояннымъ. Просачивающаяся чрезъ почву вода собирается въ подставленный сосудъ посредствомъ колычатой трубки, которою уравнивается давленіе воды въ самой почвѣ.

Тамими опытами надъ проницаемостью совершенно чистаго песку, извести и глины найдено, что, при прочихъ равныхъ условіяхъ, проницаемость каждаго изъ этихъ веществъ пропорціональна:

1) суммъ поперечнаго сѣченія промежутковъ, чрезъ которые можетъ просачиваться вода;

2) по перечному сѣченію этихъ промежутковъ или капиллярныхъ пространствъ, отдѣльно взятыхъ. Другія изслѣдованія проницаемости различныхъ продуктовъ отмучиванія показали, что количество просачивающейся въ единицу времени воды пропорціонально: площади сѣченія трубки, въ которой производится опытъ ($\frac{d^2}{4}$), высотѣ водяного столба, давящаго на почву; обратно пропорціонально толщинѣ слоя, чрезъ который просачивается вода, прямо пропорціонально квадрату радіуса почвенныхъ частицъ и температурѣ. Обозначивъ чрезъ D —проницаемость, d —діаметръ трубки, h —высоту водяного столба, r —радіусъ почвенныхъ частицъ, h_1 —толщину слоя почвы и t —температуру, получимъ слѣдующую формулу для проницаемости:

$$D = \frac{d^2 \cdot h \cdot r \cdot t}{4 \cdot h_1}; \text{ если } d = 2 \text{ сантим., } h = 20 \text{ сантим., } r = 0,75 \text{ сантим., } h_1 = 10 \text{ сантим. и } t = 15^\circ, \text{ то}$$

$$D = \frac{4 \cdot 20 \cdot 0,75 \cdot 15}{4 \cdot 10} = 15.$$

Такимъ образомъ величина проницаемости должна зависѣть отъ величины частицъ, которою опредѣляется величина промежутковъ и толщины почвеннаго слоя. Опыты Вольни *) показали, что при различной величинѣ частицъ, давленія воды и толщинѣ почвеннаго слоя песокъ болѣе проницаемъ для воды, чѣмъ гумусъ и особенно каолинъ, который почти совсѣмъ не пропускаетъ воды въ глубь; при этомъ проницаемость понижается съ уменьшеніемъ величины частицъ, а въ пылеобразномъ состояніи почва наименѣе проницаема, такъ какъ въ этомъ случаѣ движеніе воды въ ней, влѣдствіе значительнаго тренія и прикипанія частицъ воды о частицы почвы, сильно затрудняется; поэтому съ измѣненіемъ мелкости частицъ чрезъ одинъ и тотъ же слой почвы просачивается не только разное количество воды, но и съ различною скоростью. Такъ наприм. чрезъ слой почвы, толщиной 18 сантим., для проникновенія воды необходимо слѣдующее время:

	Проницаемость.	Количество прош. воды.
мелкій песокъ	3½ минуты	60,4 %
крупный суглинокъ	2½ ”	60,5 ”
мелкій ”	71 ”	46,6 ”
глина крупно измолч.	10 ”	71,6 ”
” мелко ”	40 ”	39,6 ”

Отсюда надо заключить, что съ измѣненіемъ строенія почвы, влѣдствіе обработки, будетъ измѣняться и проницаемость почвы для воды.

*) Forschungen. 1891. B. XIX. Wollny: Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Wasser. S. 11—17.

Это понятно изъ того, что въ почвѣ пылеватой или улотисненной образуются узкіе промежутки, не благоприятствующіе водопроницаемости, а въ разрыхленной, комковатой, почвѣ, вслѣдствіе уменьшенія водопроницаемости, водопроницаемость будетъ увеличиваться.

Весьма важною въ практическомъ отношеніи является водопроницаемость почвы для атмосферныхъ осадковъ въ различное время года, такъ какъ отъ этого будетъ существенно зависеть количество воды, получаемое верхнимъ, растительнымъ слоемъ. Опыты въ этомъ направленіи производились Пфаффомъ на полѣ съ песчаною почвою, въ которую вкапывались сосуды, діаметромъ 0,162 метра, на различную глубину. При этомъ оказалось, что изъ всего количества дождевой воды, выпавшей въ теченіе 6 мѣсяцевъ, въ почву просочилось:

	Количество выпавшаго дождя.	Просочилось воды на глубину			
		0,162	0,321	0,642	1,296 метра.
1 годъ.					
Лѣтній періодъ (21 апр.—20 октября)	260,4 мм	19,2 мм	23,7	85,5	48,3 мм
Зимній періодъ (21 окт.—20 апр.)	431,7 "	326,1 "	331,1	335,4	202,8 "
Сумма	692,1 "	346,3 "	354,3	420,9	251,1
въ %	—	50,1%	51,3%	60,3%	—
2 годъ.					
Лѣтній періодъ	279,6 мм	17,7	24,1	27,1	57,9 мм
Зимній періодъ	416,5 "	135,4	280,5	150,8	122,7
Сумма	696,1	153,1	304,6	177,9	180,6
въ %	—	22,0%	43,8%	25,6%	26,6%

Эти данныя показываютъ, что въ зимній періодъ въ почву просачивается гораздо больше воды, чѣмъ лѣтомъ, но въ отдѣльные годы—различное количество, въ зависимости отъ температуры, силы и распредѣленія атмосферныхъ осадковъ. Подобные опыты, чрезвычайно важныя для сужденія о накопленіи влаги въ глубокихъ слояхъ, изъ которыхъ въ сухое время года она можетъ доставляться въ верхніе слои, имѣютъ значеніе лишь для одной почвы съ однороднымъ механическимъ составомъ. Въ природѣ же могутъ встрѣтиться разнообразныя почвенныя наслоенія, состоящія изъ частицъ различной крупности, въ такомъ случаѣ водопроницаемость будетъ зависеть отъ толщины болѣе мелкозернистаго слоя; но такъ какъ количество мелкихъ и крупныхъ частицъ опредѣляетъ величину кажущагося удѣльнаго вѣса, то водопроницаемость почвы для воды должна вообще зависеть отъ кажущагося удѣльнаго вѣса. Именно, если частицы сильно разнятся по величинѣ, т. е. промежутки между крупными частицами заполнены мелкими, слѣдовательно кажущійся удѣльный вѣсъ великъ, то водопроницаемость такой почвы будетъ незначительна. Если же частицы почвы не рѣзко различаются по величинѣ, слѣдовательно кажущійся удѣльный вѣсъ малъ, то водопроницаемость будетъ больше, иначе говоря, при прочихъ равныхъ условіяхъ, количество просачивающейся въ еди-

ницу времени воды будетъ пропорціонально квадрату радіуса почвенныхъ частицъ, — значитъ, въ первомъ случаѣ меньше, а во второмъ больше. Но эти отношенія будутъ имѣть мѣсто только въ томъ случаѣ, когда въ почвѣ содержатся вещества, не способныя набухать, наприм. кварцъ и безводные силикаты, какъ наприм. въ песчаныхъ почвахъ. Частицы же, всасывающія воду, разбухаютъ, промежутки между ними увеличиваются, а потому и проницаемость должна увеличиваться; но по опытамъ оказывается, что глина только тогда становится проницаемой, когда она поглотитъ воды по крайней мѣрѣ въ три раза болѣе своего объема, а такъ какъ очень рѣдко почва получаетъ такое громадное количество воды, то глина далеко не всегда насыщается водою, а потому послѣдняя и не будетъ просачиваться вглубь. Имѣя это въ виду, всѣ почвенныя образованія можно раздѣлить по величинѣ частицъ на три категоріи:

- 1) *проницаемая*, частицы которыхъ величиною не менѣе 0,5 мм. сюда относится большинство песчаныхъ, известковыхъ, каменистыхъ и др. почвъ;
- 2) *непроницаемая*, имѣющія частицы менѣе 0,5 мм. съ примѣсью ила, таковы глинистыя, иловатыя и и др. почвы;
- 3) *всасывающія* почвы, содержащія преимущественно мелкоземъ, а также большое количество органическихъ остатковъ, наприм. торфяныя почвы.

Далѣе проницаемость почвы будетъ очевидно зависѣть отъ степени ея разрыхленія и уплотненія, вообще можно сказать, что почвы, подвергающіяся обработкѣ, обладаютъ большею проницаемостью, чѣмъ не подвергающіяся ей. Величина гидростатическаго давления, т.-е. высота столба воды, просачивающейся въ почву, также вліяетъ на проницаемость: чѣмъ больше это давление, тѣмъ больше и скорѣе просачивается въ почву вода. Наконецъ проницаемость одной и той же почвы, при всѣхъ равныхъ условіяхъ, будетъ измѣняться въ зависимости отъ того, покрыта ли почва растеніями или нѣтъ, потому что отъ присутствія растеній вообще отношеніе почвы къ водѣ измѣняется, а также измѣняется и проницаемость. Въ этомъ отношеніи имѣется пока немного наблюденій.

Такъ Вольдрихъ нашелъ, что въ теченіе 5 мѣсяцевъ, когда выпало 790 мм. дождя, просочилось въ почву, не покрытую растеніями, на глубину 0,618 метра 507,1 мм. воды или 64,2 % всего количества дождя, а въ почву, покрытую дерномъ, на ту же глубину—только 269,7 мм. или 33,9 % дождя.

По наблюденіямъ Эбермайера, просачиваніе воды на одинаковую глубину въ полѣ и въ лѣсу весьма различно и вообще проницаемость лѣсной почвы больше, чѣмъ полевой, по тому что лѣсная почва вообще рыхлѣе; но, съ другой стороны, и лѣсная почва пропускаетъ различное количество воды, смотря по времени года и потому, есть ли на ней травянистый покровъ, или нѣтъ; такъ наприм. просачивается воды въ %:

На глубину.	На поля безъ растений.	Въ лѣсу безъ покрова.	Съ покровомъ.
0,32 метра.	54%	67%	74%
0,65 "	50 "	—	77 "
1,3 "	53 "	—	60 "

всей влаги выпадающей въ течение года.

Проницаемость почвы для воды имѣетъ важное значеніе при отношеніи почвы къ растеніямъ, такъ наприм. глинистая почва, благодаря плохой про- ницаемости, во влажномъ климатѣ, будетъ содержать всегда избытокъ воды, вредный для растеній; напротивъ песчаная почва, при тѣхъ же условіяхъ, будутъ избытокъ влаги легко проводить въ нижніе слои, а потому верхній слой, въ которомъ укореняются растенія, не будетъ страдать отъ избытка влаги. Въ сухомъ же климатѣ оба рода почвъ, вслѣдствіе различной про- ницаемости, будутъ относиться обратно къ растеніямъ, именно глинистыя почвы будутъ содержать больше влаги, чѣмъ песчаныя, которыя, благодаря силь- ной проницаемости, будутъ отличаться чрезмѣрною сухостью.

Испареніе воды изъ почвы. Почва, поглощая воду, становится мокрою, а потому должна отдавать большее или меньшее количество воды воздуху, или испарять воду. Такимъ образомъ высыханіе почвы, особенно въ верх- нихъ слояхъ, обуславливается не только проницаемостью, но и способностью почвы испарять воду. Это испареніе у почвы, какъ тѣла пористаго, должно быть очень велико, вслѣдствіе большой поверхности, которую почва пред- ставляетъ для испаряющейся воды. Изъ физики извѣстно, что испареніе жид- костей зависитъ: отъ величины и свойствъ площади испаряющейся жидкости, отъ количества жидкости, отъ температуры жидкости и соприкасающагося съ нею воздуха, отъ состоянія воздуха, т.-е. отъ его влажности, темпера- туры и движенія (вѣтра) и отъ барометрическаго давленія. Изслѣдуя влія- ніе всѣхъ этихъ условій на испареніе почвою воды, надо, во-первыхъ, за- мѣтить, что при прочихъ равныхъ условіяхъ почва, насыщенная водою, въ большинствѣ случаевъ испаряетъ больше воды, чѣмъ такая же площадь сво- бодной жидкости. Это однако не противорѣчитъ первому закону испаренія, потому что поверхность почвы и поверхность воды, папнтоі въ такой же сосудѣ, имѣютъ неодинаковый видъ, именно вслѣдствіе неровностей, пред- ставляемыхъ частицами, поверхность почвы становится волнистою, тогда какъ поверхность воды бываетъ болѣе ровною и только у краевъ сосуда, вслѣдствіе воланости, поднимается къ стѣнкамъ; а такъ какъ волнообраз- ная поверхность почвы образуетъ большую площадь испаренія, чѣмъ ровная поверхность воды, то, понятно, при прочихъ равныхъ условіяхъ, почва должна больше испарять, чѣмъ вода. Далѣе, при повышеніи содержанія влаги уве- личивается и испареніе, но это зависитъ также отъ свойствъ почвы, или, точнѣе, отъ ея механическаго состава. Такъ у одной и той же суглинистой почвы, при различной величинѣ ея частицъ, сравнительно съ водою, испа- рилось въ 24 часа на квадратный метръ поверхности:

у крупно просѣянной почвы	8,133	грамм или	114,48 ⁰ / ₁₀₀
„ мелко просѣянной	7,311	„	99,70 „
вода испарилась	7,366	„	

Вліяніе температуры воздуха и состоянія влажности состоитъ въ томъ, что при повышеіи температуры и понижеіи относительной влажности воздуха испареніе воды изъ почвы возрастаетъ въ замѣтной степени. Затѣмъ при повышеіи влагоемкости почвъ увеличивается испареніе и тѣмъ болѣе, чѣмъ выше температура воздуха и влагоемкость почвы.

Вліяніе движенія воздуха на испареніе выражается въ томъ, что движущіеся надъ поверхностью жидкости воздухъ уноситъ образующіеся пары, вълѣдствіе чего испареніе усиливается, и при этомъ чѣмъ теплѣе и суше воздухъ, тѣмъ сильнѣе испареніе. Такъ наприм. въ продолженіе 2 часовъ испарилось на воздухѣ въ полдень при умѣренномъ вѣтрѣ:

изъ богатой перегноемъ почвы (влагоемкость 69,3 ⁰ / ₁₀₀)	7,156	грамм.	93,07 ⁰ / ₁₀₀
„ суглинистой почвы (влагоемкость 48,7 ⁰ / ₁₀₀)	4,977	„	73,55 „
„ воды	7,658—6,767		—

Если обратить вниманіе на слѣдующія данныя, показывающія зависимость испаренія воды отъ вѣтра въ различныя времена года, то станетъ совершенно яснымъ вѣдушащее дѣйствіе вѣтровъ на почву. По наблюденіямъ Шюблера, съ 1 квадрата. фута водной поверхности испарилось въ девъ кубическихъ дюймовъ воды:

	Въ тихую погоду.	При вѣтрѣ.
Зимой	0,98	3,91
Весною	8,51	11,68
Лѣтомъ	11,92	19,84
Осенью	6,57	14,91
Средняя годовая	6,65	13,32

Очевидно въ то время года, когда растенія наиболѣе нуждаются въ водѣ (весною и лѣтомъ), вѣтры приносятъ сильный вредъ почвѣ, усиливая ее испареніе, въ особенности лѣтомъ сухіе восточные и южные вѣтры—«суховѣи».

Что касается вліянія барометрическаго давленія на испареніе воды изъ почвы, то значеніе его въ естественныхъ условіяхъ не можетъ быть такъ велико, какъ это наблюдается въ опытахъ, потому что атмосферное давленіе измѣняется въ неширокихъ предѣлахъ, а потому при повышеіи давленія хотя и ослабляется испареніе, а при понижеіи его возрастаетъ, но на столько незначительно, сравнительно съ другими факторами, что этимъ можно пренебрегать.

Способы изслѣдованія испаренія состоятъ въ слѣдующемъ: берутъ цинковыя трубки, снизу затянутыя сѣткою и заложеныя пропускною бумагою для лучшаго всасыванія воды, наполняютъ ихъ почвою, ставятъ въ воду и,

но насыщении почвы, все трубки помещаютъ въ деревянный ящикъ, закрытый крышкою съ прорѣзами для трубокъ, для того чтобы солнечные лучи могли дѣйствовать только на поверхность почвы. Черезъ сутки, или болѣе, трубки вынимаются и по потерѣ въ всеѣ судить о количествѣ испарившейся воды; при этомъ замѣчаютъ температуру окружающаго воздуха, его влажность, состояніе барометра, облачность. Такъ какъ всеѣ почвы извѣстны, равно какъ и количество содержащейся въ ней воды, то испареніе можно выразить въ процентахъ высушеннаго при 100° вещества, или въ процентахъ количества поглощенной почвою воды.

По В. Вольфу, для опредѣленія величины испаренія употребляются проводочные кубическіе ящики въ 6 сантим., которые наполняются воздушно-сухою почвою, ящикъ внутри выложенъ пропускною бумагою. Взвѣшенные съ почвою ящики ставятъ на 2 сантиметра въ дистиллированную воду, пока почва совершенно не насытится. Затѣмъ почву выставляютъ на воздухъ, наблюдая его температуру, и судить объ испареніи по потерѣ въ всеѣ. В. Вольфъ нашелъ, что изъ шести почвъ, совершенно насыщенныхъ водою (отъ 47% до 67%) въ продолженіе 24 часовъ испарилось отъ 22,7 до 31,0% всей воды.

Эбермайеръ, производившій опыты надъ почвеннымъ испареніемъ, предложилъ особый почвенный эванорометръ, основанный на принципѣ аргантовой лампы и состоящій изъ двухъ сообщающихся сосудовъ, въ одномъ сдѣлано (на 2½ сантиметра отъ низу) дырчатое дно, на которое, на пропускной бумагѣ, насыщается почва, а въ другой сосудъ наливаютъ воды, притокъ которой поддерживается на опредѣленной высотѣ (до дырчатого дна), отверстие сосуда съ водою сдѣлано нѣсколько выше дна съ отверстиями сосуда съ почвою. По мѣрѣ испаренія воды убыль ея пополняется изъ втораго сосуда, по дѣленіямъ котораго судить о количествѣ испарившейся воды. Но для точности необходимо предварительно опредѣнить полную влагоемкость почвы.

При испареніи воды изъ почвы надо различать два процесса, которыми оно сопровождается, а именно: испареніе съ поверхности и испареніе воды поднимающейся снизу въ силу волосности.

Испареніе съ поверхности почвы вначалѣ идетъ сильнѣе, чѣмъ испареніе воды, падающей въ такой же сосудъ; но по мѣрѣ того, какъ изъ почвы удаляется вода, испареніе все болѣе и болѣе замедляется, между тѣмъ какъ свободная поверхность во все время, при тѣхъ же условіяхъ, испаряется равномерно. Вода, испаряющаяся изъ почвы, шлодитесь въ ея промежуткахъ, гдѣ она образуетъ, смотря по ширинѣ промежутковъ, болѣе или менѣе вогнутый менискъ, площадь котораго будетъ тѣмъ больше, чѣмъ уже промежутокъ, а сумма такихъ менисковъ поэтому должна быть болѣе суммы горизонтальныхъ проекцій или поперечныхъ сѣченій промежутковъ. Далѣе у почвы очень влажной вода облекаетъ частицы съ поверхности, а

такъ какъ площадь испаряющей воды велика, то испарение вначалѣ будетъ очень сильно, но мѣрѣ же того, какъ количество воды уменьшается, измѣняется также и площадь, а потому испарение ослабѣваетъ. Отсюда очевидно, что испарение воды изъ почвы должно прежде всего зависѣть отъ величины частицъ или скважности, такъ какъ отъ этого зависятъ размѣры промежутковъ. Наприм. у двухъ почвъ, изъ которыхъ одна содержала крупныя частицы и имѣла скважность 47%, а другая состояла изъ мелкихъ частицъ и имѣла скважность 25%, слѣдуетъ ожидать большаго испаренія у той почвы, у которой больше испаряющая поверхность, т.-е. больше промежутковъ. Однако оказывается, что объ почвы могутъ испарять почти одинаковое количество воды. Это объясняется тѣмъ, что у почвы, состоящей изъ мелкихъ частицъ, несмотря на меньшую скважность, промежутки будутъ уже, а потому меншеки глубже, чѣмъ у почвы съ большою скважностью, но широкими промежутками, дающими менѣ глубокіе меншеки; слѣдовательно сумма меншекъ у мелкозернистой почвы можетъ быть равна суммѣ промежутковъ крупнозернистой почвы, а поэтому площади, испаряющія воду, могутъ быть одинаковы. Вообще та почва испаряетъ больше воды, частицы которой мельче; такъ наприм., по изслѣдованіямъ Эзера *), на 1000 кубич. сантим. почвы испарение было въ среднемъ:

при частицахъ	0,0 — 0,071 mm.	3428 грам.
„ „	0,171 — 0,111 „	3588 „
„ „	0,111 — 0,171 „	3339 „
„ „	0,171 — 0,250 „	3249 „
„ „	0,25 — 0,5 „	2865 „
„ „	0,5 — 1,0 „	2551 „
„ „	1,0 — 2,0 „	1259 „
сумма всѣхъ частицъ		2219 „

Мелкія частицы испаряютъ больше воды не только вслѣдствіе различія въ глубинѣ меншекъ, образующихся въ промежуткахъ, но также вслѣдствіе присущей имъ способности набухать. Набуханіе же частицъ имѣетъ большое вліяніе на испарение съ поверхности, такъ какъ, усиливая испарение воды изъ почвы, способствуетъ образованію коры; подъ вліяніемъ набухающа увеличивається объемъ частицъ и испарение усиливается, но вмѣстѣ съ этимъ расширяются промежутки между частицами, а глубина меншекъ дѣлается меньше. При дальнѣйшемъ испареніи разбухшія частицы, теряя воду, сѣживаются, глубина меншекъ увеличивается, испарение еще болѣе усиливается до тѣхъ поръ, пока промежутки не сдѣлаются на столько тонкими, что поднятіе воды изъ нижнихъ слоевъ ослабѣетъ и окончателно прекратится съ уничтоженіемъ волосности; въ это время обра-

*) Wollny. „Forschungen“. В. VII. 1884.

зуются на поверхности почвы кора, которая остановить дальнейшее движение воды из нижних слоев. Почвы, состоящая из крупных частиц (от 0,5—2 мм. и больше), не обладают способностью набухать, а потому будут испарять все меньше и меньше воды, движение которой, вследствие широких промежутков, затрудняется. Если пловаты почвы сильно уплотнены, следовательно набухание их частиц стѣснено, то испарение воды у них может быть такое же, какъ и у почвъ песчаныхъ, неспособныхъ набухать.

Далѣ на испарение съ поверхности влѣяетъ количество воды, находящейся въ почвѣ, потому что извѣстно, что чѣмъ болѣе въ тѣлѣ содержится воды, тѣмъ сильнѣе оно испаряетъ и наоборотъ, иначе говоря, почва никогда не отдастъ всю содержащуюся въ ней влагу. Такъ наприм. если на пластинки насыпать слой почвы въ различной степени влажности, наприм, въ одной съ 30%, на другой съ 15%, на третьей съ 10% и на четвертой съ 5%, то оказывается, что высыхание почти пропорционально содержанию влаги.

Испарение при этомъ зависитъ не только отъ количества воды, но и отъ глубины, на которую она проникаетъ въ почву; такъ наприм, испарение почвы, получившей разное количество дождевой воды, въ течение 20 дней, оказалось:

	М и л л и м е т р о в ѣ .					
Количество соответствующее дождю въ	2,22	6,67	13,33	26,40	40	53,33
	С а н т и м е т р о в ѣ .					
Почва смачивалась на глубину	0,67	3,33	6,67	10,67	16	20,67
Испарилось въ 5 дней	100,43 ⁰ / ₀	94,83	72,19	57,38	42,15	40,63
„ „ 6—10 „	—	4,86	25,11	20	16,63	17,83
„ „ 11—15 „	—	—	2,79	5,55	6,31	7,23
„ „ 16—20 „	—	—	—	2,09	2,83	2,95
Всего въ 20 дней	100,43	99,69	100,09	85,02	67,98	68,63 ⁰ / ₀

Такимъ образомъ въ этотъ промежутокъ времени почва, получившая больше воды, при высотѣ дождя 53,33 мм. не испарила всей воды, которой еще осталось 31,37%; съ другой стороны, чѣмъ глубже вода проникаетъ въ почву, тѣмъ менѣе ея испаряется, съ поверхности же высыхание идетъ очень сильно и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше содержится въ верхнемъ слое воды. Такая потеря влаги верхнихъ слоевъ необходимо должна возмѣщаться поднятиемъ волосной воды изъ глубины, что ведетъ къ высыханию нижнихъ слоевъ. А потому при испарении воды изъ почвы надо отличать второй моментъ, когда *на смѣлу испаряющейся съ поверхности почвы воды поднимается вода изъ нижнихъ слоевъ*. Очевидно сила испарения въ данномъ случаѣ будетъ зависеть отъ волосности, т.-е. высоты и скорости поднятия воды; а такъ какъ послѣдняя обуславливается величиною частицъ и ихъ свойствами, то чѣмъ мельче частицы, тѣмъ болѣе, при прочихъ равныхъ условіяхъ, должно испаряться воды. Но величина испарения будетъ зави-

есть отъ толщины слоя, изъ котораго поднимается вода, поэтому шагъ испарения не совпадаетъ съ самыми мелкими частицами, а съ болѣе крупными, такъ какъ мелкія частицы набухаютъ, а потому труднѣе проводить воду къ поверхности и, какъ показываютъ опыты, даже повышение температуры не усиливаетъ испарения, при частицахъ менѣе 0,001 мм. въ діаметрѣ. При этомъ однако имѣетъ влияние степень рыхлости почвы, поэтому чѣмъ рыхлѣе верхній слой ея, тѣмъ болѣею величиною будутъ промежутки между частицами и тѣмъ сильнѣе они будутъ высыхать, а вмѣстѣ съ тѣмъ поднятіе воды изъ нижнихъ, болѣе плотныхъ, слоевъ затрудняется и потому испарение будетъ меньше.

Вліяніе разрыхленія или уплотненія верхняго слоя на степень испарения имѣетъ важное практическое значеніе, такъ этимъ можно рѣшить вопросъ о наилучшемъ сохраненіи влаги въ почвѣ. Имѣющіеся въ этомъ направленіи опыты Несселера, Грувена, Вагнера, Шлеха, Вольши и другихъ показываютъ, что уплотненіе почвы увеличиваетъ испареніе.

Несселеръ, произведши въ числѣ первыхъ много опытовъ, бралъ три цилиндра высотой 30 сантим. и 6,6 сантим. діаметромъ и наполнялъ ихъ одною и тою же почвою съ 14,27% влаги; при этомъ въ первомъ цилиндрѣ почва была разрыхлена, во второмъ была уплотнена, а въ третьемъ сверху на 1/2" разрыхлена, а на остальную глубину уплотнена. По прошествіи 6 недѣль было опредѣлено количество испарившейся воды и содержаніе ея на различной глубинѣ, вычисленіе произведено на квадратный метръ поверхности, при чемъ оказалось слѣдующее:

	Испарилось воды.		Содержалось воды.					
	на поверх.	на 1,5	3,4	10,3	17,1	24	30,6	сант. глуб.
I рыхлая	49,638	грам. 2,90%	—	11,27	12,33	13,12	13,16	13,81 ⁰ / ₀
II плотная	164,191	" 6,11 "	—	10,34	11,27	11,70	11,91	12,03 "
III сверху разрыхл.	74,488	" 4,31 "	11,77	—	12,01	12,25	12,41	12,41 "

Изъ этихъ опытовъ Несселеръ заключилъ, что рыхлая почва теряетъ значительно меньше воды, чѣмъ неразрыхленная, если только она въ томъ и другомъ случаѣ ничѣмъ не покрыта; при этомъ поверхностное разрыхленіе существенно уменьшаетъ высыханіе почвы, такъ какъ вода трудно поднимается на поверхность, гдѣ происходитъ наибольшее испареніе. У почвъ неразрыхленныхъ, также какъ у прикатанныхъ, верхній слой остается долѣе влажнымъ, такъ какъ при этомъ вода всегда поднимается снизу, вслѣдствіе чего нижніе слои сильно высыхаютъ, тогда какъ рыхлая почва, высохнувъ на поверхности, остается на нѣсколько дюймовъ ниже влажною. Къ такимъ же выводамъ пришли Грувенъ, Вагнеръ и Шлехъ, но Шумахеръ, занимавшійся тѣмъ же вопросомъ, пришелъ къ заключенію обратному, что рыхлая почва испаряетъ болѣе, нежели плотная. Такое противорѣчіе можетъ быть объяснено тѣмъ, что при изслѣдованіяхъ испаренія рыхлой и плотной почвы не было принято во вниманіе то количество воды, которымъ почва располага-

есть въ нижнихъ слояхъ, а между тѣмъ это очень важно. Въ естественныхъ условіяхъ почва очень часто пользуется грунтовой водою, поэтому въ зависимости отъ того, существуетъ ли постоянный притокъ воды къ нижнимъ слоямъ или нѣтъ, т.-е. количество грунтовой воды ограничено, должно измѣняться и испареніе; кромѣ того испареніе изъ рыхлой и плотной почвы будетъ измѣняться отъ того, покрыта ли почва растеніями, или нѣтъ, отбѣлена или обнажена. Въ опытахъ Несслера, Вагнера и др. почва бралась съ однимъ и тѣмъ же содержаніемъ воды, при постоянномъ же притокѣ воды различіе въ испареніи уплотненной и разрыхленной почвы должно быть иное, если при этомъ принять въ вниманіе также величину промежутковъ,

Опыты Пухова *) и Черныка **), съ постояннымъ притокомъ воды, показали, что плотная почва испаряетъ воды болѣе рыхлой, при чемъ тѣмъ толще рыхлый слой, тѣмъ менѣе почва испаряетъ воды. Именно Пуховъ пришелъ къ заключенію, что испареніе изъ плотной почвы болѣе, чѣмъ изъ рыхлой, среднимъ числомъ, на 20%; при разрыхленіи верхняго слоя плотной почвы на $\frac{1}{2}$ дюйма испареніе воды больше, чѣмъ изъ рыхлой только на 5%; степень испаренія плотной почвы при разрыхленіи ея на 1 дюймъ одинакова со степенью испаренія изъ рыхлой почвы по всей ея массѣ, и вообще на испареніе воды влияетъ только верхній слой почвы толщиной не болѣе одного дюйма. Черныкъ, изслѣдуя испареніе въ болѣе высокихъ слояхъ почвы, нашелъ, что количество испаряемой воды зависитъ не отъ верхняго слоя, толщиной въ дюймъ, но почва, вся рыхлая, испарила значительно меньше воды, чѣмъ почва съ разрыхленнымъ только верхнимъ слоемъ. По его опытамъ, если принять испареніе изъ плотной почвы за 100, то изъ рыхлой почвы оно равно 0, а изъ плотной почвы сверху разрыхленной = 73,3%, поэтому онъ находитъ, что относительно потери воды далеко не все равно, вспахать ли почву мелко или глубоко. Въ такимъ же выводахъ пришелъ Вольни ***) и Эзеръ ****), послѣдній, въ очень обширной работѣ по испаренію, многочисленными опытами показалъ, что почва испаряетъ тѣмъ болѣе воды, чѣмъ она плотнѣе, рыхлыя же почвы обнаруживаютъ меньшее испареніе, почвы каменистыя теряютъ еще менѣе воды, а изъ различныхъ составныхъ частей почвы при естественныхъ условіяхъ сильнѣе всего испаряетъ перегной, менѣе всего песокъ, глина же занимаетъ въ этомъ отношеніи среднее мѣсто. При этомъ испареніе происходитъ тѣмъ меньше, чѣмъ выше слой, т.-е. чѣмъ больше разстояніе, которое отдѣляетъ поверхность почвы отъ уровня грунтовой воды, и различіе въ этомъ отношеніи будетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ менѣе возлосность почвы, т.-е. чѣмъ труднѣе она мо-

*) Русское Сельское Хозяйство. 1872 г., т. XI и XII.

***) Сельское Хозяйство и Лѣсоводство. 1879 г. т. СXXX.

****) Forschunden. B. V, S. 21.

*****) Ibidem. B. VII, S. 70—71.

жетъ поднимать воду на большую высоту. Во влажномъ состоянн почва испаряетъ тѣмъ болѣе воды изъ нижнихъ слоевъ, чѣмъ сильнѣе высыхаетъ верхнн слой,

Наманьскій *), производя опыты при естественныхъ условіяхъ надъ почвами, вспаханной на 7 вершк., 3 вершка и надъ очень старымъ выгономъ, нашелъ, что по истеченн 6 дней послѣ дождя во 100 частяхъ почвы сохранилось влаги:

Глубина слое.	Вспахано на		Выгонъ.
	7 вершк.	3 вершк.	
3 вершка	4,74	3,92	2,74%
6 "	8,9	4,87	4,61 "
12 "	9,12	7,37	4,61 "

Въ другомъ опытѣ, произведенномъ надъ пятью участками земли (съ декабря по июль) было найдено, что рыхлое состоянне поверхности почвы въ сухое время года, въ июль мѣсяцѣ, сохраняетъ воды въ три раза болѣе, чѣмъ въ почвѣ съ уплотненною поверхностью. Къ такимъ же выводамъ пришелъ въ своихъ опытахъ Шинковъ **), который указываетъ на полезность глубокаго разрыхленія почвы, какъ средства къ сохраненно влаги.

Но все эти опыты показываютъ отношенне почвы къ испаренно въ томъ случаѣ, когда она ничѣмъ непокрыта: степень испаренія измѣняется весьма существенно, если почва занята растеніями, или покрыта различными мертвыми покровами, наприм. соломою, навозомъ, листьями, опилками и т. п.

Именно почва, занятая растеніями, всегда испаряетъ больше воды, чѣмъ лишенная различными мертвыми покровами, почва же лишенная покрововъ занимаетъ въ этомъ отношенн среднее мѣсто. Такъ наприм. глубокая мергелисто-суглинистая почва, содержащая перегной, покрытая многолѣтнимъ эспарцетомъ и люцерною, испаряетъ всего болѣе воды въ уплотненномъ состоянн, менѣе въ разрыхленномъ, именно содержанне воды на различной глубинѣ было:

Глубина слое	Эспарцетовое поле.		Люцерновое поле.	
	разрыхлен.	уплотнен.	разрыхлен.	уплотнен.
0,16 метра	37,00	26,11	30,73	29,59 грам.
0,47 "	27,33	21,63	23,49	22,66 "
0,79 "	26,85	25,77	19,91	18,67 "
Среднее	30,39	24,64	24,64	23,64 грам.

Исслѣдованія надъ испареннемъ голой почвы и покрытой травою или соломою показали, что мертвые покровы предохраняютъ почву отъ потери влаги, такъ наприм. на 1000 с. с. испарилось въ грам.:

*) Сельское Хозяйство и Лѣсоводство. 1882. СХІ, стр. 148.

**) Матеріалы по изученно русскихъ почвъ, вып. 4 1888 г., стр. 90—93.

въ черно́мъ пару	4618	грам.
подъ травою	6431	"
подъ соломою (1/2 сантим.)	3120	"

Эбермайеръ пишетъ, что въ теченіе двухъ лѣтнихъ періодовъ въ среднемъ почвы испарили воды на квадратный метръ:

въ полѣ	408,31	килограм.
" лѣсу безъ подстилки	159,23	"
" " съ подстилкою	62,00	"

т.-е. лѣсная почва вообще испаряетъ менѣе полевой, притомъ съ подстилкою только 15,3%, а безъ подстилки 38,9% того количества воды, которое въ то же время испарила полевая почва. Такимъ образомъ пристилка почвы листвою, корьемъ, мелкимъ навозомъ, соломою и т. н. можетъ значительно предохранить почву отъ высыхания, смотря впрочемъ по толщинѣ такого покрова.

Значеніе искусственныхъ покрововъ состоитъ существенно въ томъ, что они плохо пропускаютъ тепло и потому поддерживаютъ въ верхнемъ слое почвы болѣе низкую температуру сравнительно съ воздухомъ, — образующеюся между поверхностью почвы и покровомъ, насыщенное водяными парами, пространство уменьшаетъ такимъ образомъ испареніе воды.

Исслѣдованія Волыни въ этомъ отношеніи показали, что пристилка почвы разными матеріалами вліяетъ на испареніе не одинаково, смотря по скорости высыхания покрова; такъ наприм. одна и та же почва, покрытая еловою, сосновою хвоею, буковыми листьями, соломою, камнями, испарила слѣдующее количество воды на квадратный метръ поверхности:

покровы почвы		Испарилось въ мѣсяцъ.
растения		13002 грамма
еловыя хвон	толщиною 5 сантим.	621 "
сосновыя "	" " "	878 "
буковые листья	" " "	630 "
солома	" 5 "	571 "
"	" 2 1/2 "	1040 "
"	" 1/2 "	2392 "
камни толщиною	1 сантим.	1862 "
паръ черныи		5739 "

Отсюда видно, что величина испаренія зависитъ отъ качества покровнаго матеріала, но еще въ большей степени отъ толщины пристилки: чѣмъ толще покровъ, тѣмъ менѣе испареніе, наприм. пристилка соломою, толщиною въ 5 сантиметровъ, уменьшаетъ испареніе воды въ 10 разъ сравнительно съ почвою, ничѣмъ не покрытою (въ черно́мъ пару). Покрытие почвы пескомъ также понижаетъ испареніе, потому что песокъ, имѣя незначительную влагосемкость и способность сильно нагреваться, быстро терять воду, а влѣдствіе этого защищаетъ почву отъ испаренія даже лучше, чѣмъ какой-либо дру-

гой покровный материал; при этомъ чѣмъ крупнѣе песокъ, тѣмъ сильнѣе онъ дѣиствуетъ на уменьшеніе испаренія, что явствуетъ изъ плохой капиллярности крупныхъ частицъ, которая мѣшаетъ волосному поднятію воды изъ лежащей подъ пескомъ почвы.

Наконецъ изслѣдованія Вольни показали, что мотыженіе, боронованіе, лущеніе почвы хотя и влияют на испареніе, но влияние это вообще не продолжительно и менѣе важно, чѣмъ прикрытіе пескомъ, такъ какъ отъ дѣиствія дождя поверхность почвы очень скоро смыкается, какъ это хорошо замѣчается въ черномъ нару, а почва, не разрыхляемая лѣтомъ, также высыхаетъ, такъ какъ испареніе ея усиливается. Разрыхленіе имѣетъ большое влияние на испареніе въ томъ случаѣ, когда почва закрыта растениями, которыя, отънявъ почву, ослабляютъ силу удара дождевыхъ капель на ея частицы, иначе говоря—содѣйствуютъ сохраненію строенія. Вліяніе образующейся на поверхности почвы коры заключается въ уменьшеніи испаренія. Такъ наприм. Вильгельмъ нашелъ въ тяжелой суглинистой почвѣ, при температурѣ воздуха въ тѣни—25,8° и относительной влажности 51,1%, въ корѣ толщиной 6—9 мм. только 2,5%, а въ то же время на глубинѣ 6 сантиметровъ почва содержала уже 15% воды.

Дѣиствія различныхъ факторовъ на количество испаряющейся изъ почвы воды въ естественныхъ условіяхъ измѣняется наприм. отъ топографическаго положенія, наклона въ горизонтѣ, продолжительности и силы освѣщенія и нагрѣванія и т. п.; кромѣ того величина испаренія обуславливается качествами самой воды испаряющейся изъ почвы. Въ почвѣ обыкновенно находится не чистая вода, а растворъ различныхъ солей, такъ какъ въ почвенной жидкости всегда растворяется нѣкоторое количество органическихъ и неорганическихъ веществъ. Изъ физики же извѣстно, что *растворы солей испаряютъ меньше, чѣмъ дистиллированная вода*. Изслѣдованія Шумахера, Гельригеля, Габерландта и др. показали, что почва тѣмъ меньше испаряетъ воды, чѣмъ болѣе въ ней содержится растворимыхъ солей. Изъ опытовъ Эзера съ различными солями видно, что прибавка къ почвѣ солей понижаетъ испареніе, именно на одинъ квадратный метръ испарилось въ граммахъ:

въ присутствіи азотнокислаго натрія	2 грам.	. . . . .	2127 гр
„ „ азотнокислаго калия	2 „	. . . . .	2148 „
„ „ сѣрнок.	4 „	. . . . .	2128 „
„ „ „ натрія	4 „	. . . . .	2133 „
„ „ хлористаго	4 „	. . . . .	2054 „
почва безъ солей	. . . . .	. . . . .	2201 „

При этомъ влияние солей различно, смотря по тому, поглощаются ли онѣ почвою, или не поглощаются, т. е. остаются въ растворѣ: такъ наприм. испареніе воды изъ почвы, въ присутствіи чилипской селитры, не поглощаемой ею, пронеходитъ сильнѣе, чѣмъ съ примѣсью сѣрнокислаго амміака, который

почвою поглощается, причемъ увеличение количества солей не оказываетъ значительнаго вліянія на испареніе; но если почва въ это время получаетъ воду, слѣдовательно растворъ разжижается, то испареніе увеличивается, если же почва не смачивается дождемъ, т.-е. растворы, въ ней находящіеся, концентрируются, то испареніе ослабѣваетъ.

Вообще при увеличеніи концентрации почвенной жидкости испареніе воды изъ почвы будетъ уменьшаться. Въ обыкновенныхъ нормальныхъ условіяхъ концентрація почвенной жидкости весьма незначительна (не болѣе 0,1%); но если почва удобряется, т.-е. въ нее вносятся различныя растворимыя соли, концентрація почвенной жидкости можетъ повыситься на столько, что это повліяетъ на испареніе воды. Кроме того извѣстно, что испареніе зависитъ отъ характера растворенныхъ солей, такъ наприм. кислые растворы испаряютъ больше щелочныхъ, хлористыя и азотнокислыя соли испаряютъ болѣе сѣрно-кислыхъ и фосфорнокислыхъ; далѣе смѣсь солей, необходимыхъ для питанія растений, испаряетъ менѣе раствора одной какой-либо соли. Наконецъ опыты показали, что движеніе растворовъ солей въ почвѣ въ силу капиллярности, при малой концентраціи совершается быстрѣе, а при влагоемкости почвы не выше 30% передвиженіе солей почти совсѣмъ прекращается. А вслѣдствіе всѣхъ этихъ причинъ, при удобреніи почвы испареніе изъ нея воды можетъ сильно замедлиться, особенно при измѣненіи строенія почвы, такъ наприм. при содержаніи въ почвѣ растворимыхъ веществъ въ количествѣ 0,14% испарилось въ теченіе 6 недѣль:

изъ рыхлой почвы	510 сс.
„ плотной „	1680 „

И чѣмъ болѣе почва испаряетъ воды, тѣмъ концентрированнѣе становится растворъ солей, тѣмъ меньше будетъ происходить дальнѣйшее высыханіе.

Значеніе воды въ почвѣ.

Источники воды. Почпа получаетъ воду въ видѣ атмосферныхъ осадковъ: дождя, снѣга, росы, инея и т. п. Вода эта отчасти задерживается почвою и вызываетъ въ ней различныя явленія, отчасти удаляется съ поверхности вслѣдствіе испаренія, или стеканія, наконецъ часть атмосферной влаги, въ силу проницаемости, проходитъ въ глубокіе слои и, дойдя до непроницаемаго слоя, скопляется въ видѣ грунтовой воды. Поэтому источниками воды для почвы будутъ верховая вода, поступающая изъ атмосферы и грунтовая вода, находящаяся въ глубокихъ слояхъ почвы. Количество верховой воды обуславливается свойствами и распредѣленіемъ атмосферныхъ осадковъ; количество грунтовой воды зависитъ отъ свойствъ нижнихъ слоевъ и рельефа дна того резервуара, въ который поступаетъ изъ разныхъ мѣстъ почвенная вода.

Верховая вода. Изъ атмосферныхъ осадковъ наибольшее значеніе, по количеству приносимой на почву воды, имѣютъ дождь и снѣгъ.

Дождь образуется, какъ извѣстно, вслѣдствіе сгущенія водяныхъ паровъ,

находящихся въ воздухѣ, при пониженіи температуры послѣдняго, при этомъ если образовавшіеся капли дождя, при своемъ паденіи на землю, попадаютъ въ теплый слой воздуха, то онѣ опять превращаются въ пары, увеличеніе же дождевыхъ капель происходитъ вслѣдствіе дальнѣйшаго уплотненія водяныхъ паровъ. Чѣмъ больше содержится въ воздухѣ паровъ и чѣмъ длиннѣе путь, по которому движутся дождевыя капли, тѣмъ болѣе онѣ увеличиваются въ объемѣ. Лѣтомъ дождевыя капли вообще бываютъ крупнѣе, чѣмъ осенью и зимою, потому что лѣтомъ облака стоятъ выше и содержаніе водяныхъ паровъ больше; особенною крупностью капли дождя отличаются, какъ извѣстно, въ тропическихъ странахъ. Количество дождя, падающаго на землю, измѣняется высотой водяного слоя, который образуется на горизонтальной поверхности и называется высотой дождя. Она измѣняется по времени года, отдельнымъ мѣсяцамъ и даже въ различное время сутокъ, даѣе—въ зависимости отъ широты и долготы мѣста, возвышенія надъ уровнемъ моря и другихъ причинъ. Число дождливыхъ дней служитъ мѣриломъ количества осадковъ, оно измѣняется, какъ извѣстно, въ широкихъ предѣлахъ, именно въ однихъ мѣстахъ земного шара число дождливыхъ дней въ году не превышаетъ 30—40, тогда какъ въ другихъ бываетъ 200—300 и болѣе въ году. Подъ экваторомъ число дождливыхъ дней особенно значительно, въ тропическихъ широтахъ замѣчаются мѣста съ небольшимъ количествомъ дождя, въ болѣе высшихъ широтахъ находятся очень дождливыя мѣстности.

Продолжительность и сила дождя колеблется въ широкихъ предѣлахъ: иногда дождь продолжается всего только нѣсколько минутъ и почва получаетъ только капли дождевой воды, въ другихъ случаяхъ дожди идутъ по цѣлымъ днямъ и количество выпадающей влаги достигаетъ громадной высоты. Въ средней Европѣ очень рѣдко бываютъ дожди, которые приносятъ болѣе 50 мм. воды въ сутки и 100 мм. въ сутки представляетъ исключеніе, напротивъ въ южныхъ широтахъ количество осадковъ выше 100 мм. въ сутки не составляетъ рѣдкости. Кратковременные дожди, принося сразу мало воды, могутъ быть болѣе полезны, нежели ливни, которые не только не доставляютъ большого количества воды, но своимъ ударомъ причиняютъ вредъ. По вычисленіямъ Воеикова, на площади, равной казенной десятинѣ, выпадаетъ:

при очень слабомъ дождѣ (высота 3 мм.)	2664	ведра	воды
„ порядочномъ дождѣ (высота 1 сантим.)	8080	„	„
„ сильномъ ливнѣ (3 сантим.)	26640	„	„

Въ теченіе года въ средней Россіи выпадаетъ дождевой воды (высота 50 сантиметровъ) 444.000 ведеръ, въ то же время на восточномъ берегу Чернаго моря (высота 165 сантим.)—1.364.800 ведеръ воды.

Дождевая вода, падающая на почву, можетъ прежде всего стекать съ поверхности, и чѣмъ больше склонъ почвы, тѣмъ болѣе стекаетъ воды и не проникаетъ въ почву. Другая часть дождевой влаги поступаетъ въ почву,

гдѣ она задерживается или просачивается въ глубокіе слои, что зависитъ отъ влагоемкости и проницаемости данной почвы: такъ перегнойныя, глинистыя, иловатыя почвы болѣе задерживаютъ воду, тогда какъ почвы песчаныя и известковыя болѣе ея пропускаютъ въ глубь. Вообще чѣмъ рыхлѣе почва, тѣмъ легче и глубже проникаетъ вода, причемъ дождемъ сначала смачиваются верхніе слои, а затѣмъ вода проникаетъ въ глубь. При сильныхъ дождяхъ самыя верхніе слои почвы не успеваютъ скоро поглотить воду, которая поэтому стекаетъ по поверхности и попадаетъ въ болѣе низкія мѣста, или просачивается въ глубь. Наблюдения надъ количествомъ дождевой воды просачиваемъ ея въ почву и испарившемъ произвѣдшемъ Лоозомъ и Гильбертомъ въ Ротгамстедѣ непрерывно въ продолженіе 20 лѣтъ; они показали, что за все это время наименьшее количество просачивалось чрезъ почву въ августъ мѣсяцъ. Изслѣдованная почва была не занята растениями, количество просочившейся (дренажной) воды и испарившейся въ процентахъ выпавшей дождевой воды въ среднемъ было слѣдующее:

	% дренажной воды на глубинѣ мм.			% испарившейся воды на глубинѣ мм.		
	508	1016	1524	508	1016	1524
Въ среднемъ за 10 лѣтъ (1870—1880)	43,1	45,1	39,7%	56,9	54,6	60,3%
Въ среднемъ за 10 лѣтъ (1890—1890)	52,0	54,3	50,3 „	48,0	45,2	49,7 „
Въ среднемъ за 20 лѣтъ (1870—1890)	47,5	50,0	44,2%	52,5	50,0	55,1%

Сильныя ливни не только пропадають безслѣдно для почвы, но часто приносятъ безусловный вредъ, во-первыхъ, потому, что большое количество выпадающей сразу воды не успѣваетъ проникнуть въ почву, а скопиться по поверхности, такъ наприм. при скорости дождя 20 м. въ часъ (не особенно значительной) только 15% выпадающей влаги поступаетъ въ почву остальные же 85% скатываются съ поверхности; во-вторыхъ, ливни размываютъ комочки почвы и, уплотняя ихъ дальнѣйшими ударами, способствуютъ образованию на поверхности почвы коры, которая вълѣдствіе сильнаго испаренія быстро высыхаетъ и растрескивается, отчего обнажаются и разрываются корни растений, особенно у молодыхъ, не успѣвшихъ достаточно укрѣпиться въ землѣ. Можно вообще принять, что только тѣ дожди, которые даютъ слой воды 10—20 мм. высокою, могутъ быть полезны для почвы, такъ какъ она способна задержать при этомъ всего болѣе воды, смотря по ея влагоемкости и проницаемости.

Принятая верхнимъ слоемъ дождевая вода испаряется изъ почвы. Количество испаряющейся воды, какъ видно изъ приведенныхъ наблюдений Лооза и Гильберта, можетъ достигать половины всѣхъ осадковъ и зависитъ ближайшимъ образомъ отъ плотности или рыхлости почвы, отъ присутствія

растений и мертвых покрововъ, отъ времени года, способности почвы пропускать воду въ глубь и т. п. По наблюдениямъ Дикинсона въ Абботсвиллѣ, въ среднемъ за 8 лѣтъ, при дождѣ въ 720,3 мм. высоты, просочилось на глубину одного метра только 304,6 мм. или 41,7%, а испарилось 415,9 мм. или 58,3%. Въ отдѣльные времена года испареніе и просачиваніе было:

	Испарилось.		Просочилось.	
зимой	26,3 мм.	17,3%	121,3 мм.	82,2%
весною	93,1 "	69,8 "	40,3 "	30,2 "
лѣтомъ	184,1 "	98,3 "	3,2 "	1,7 "
осенью	121,1 "	44,5 "	139,6 "	55,5 "

Иначе говоря, чѣмъ теплѣе погода, тѣмъ больше испаряется изъ почвы воды. Почвы, мало пропускающія воду, испаряютъ больше всего, причемъ если поверхность покрыта растениями или разрыхлена, то количество испаряющейся и прошедшей въ глубь воды будетъ весьма различно.

Вообще почвы теряютъ отъ испаренія 25—70% дождевой воды, а задерживаютъ 30—75%, но при этомъ соотвѣстно въ верхнихъ слояхъ остается не болѣе 20—30% влаги, остальное же просачивается въ глубже лежащіе слои.

Почвы, покрытыя растениями, испаряютъ всего болѣе дождевой влаги, но не одинаковое количество, смотря по роду растений, густотѣ ихъ посѣва, періода развитія и т. п. Но при этомъ надо имѣть въ виду, что одновременно съ растениями дождевая вода испаряется также почвою, причемъ если она хорошо отбійется растениями, то испареніе ея уменьшается, но за то увеличивается самими растениями; если и почва и растения испаряютъ много воды, то запасъ ея скоро можетъ истощиться, а это окажетъ влияние на дальнѣйшее развитіе растений. Если вычислить количество воды, необходимой растениямъ для образования сухого вещества, то окажется, что на каждый граммъ сухого вещества, образуемаго растениями, требуется:

для озимаго рпса	952 грамма воды
„ гороха	916 „ „
„ ячменя	774 „ „
„ овса	665 „ „
„ гречихи	646 „ „
„ мака	490 „ „
„ проса	447 „ „
„ кукурузы	233 „ „

Для покрытія потребности въ водѣ пшеницы, ржи, ячменя и овса необходимо наприм., слѣдующее количество дождевой воды на десятину:

для пшеницы	164000 пудовъ
„ ржи	147000 „
„ овса	277000 „
„ ячменя	92000 „



Если обратить внимание на выше приведенныя данныя Воеикова относительно количества дождевой влаги для средней Россіи (444000 ведеръ *) въ годъ), то окажется, что тамъ для производства урожая въ почти достаточной влагѣ, но въ дѣйствительности часто ея не хватаетъ, потому что осадки распределяются весьма неравномерно въ теченіе года. Такъ въ большинствѣ мѣстностей наибольшее количество дождя выпадаетъ весной и осенью, когда растения требуютъ наименьшаго количества влаги, лѣтомъ же, въ періодъ образованія главной массы органическаго вещества и сильнаго испаренія, осадковъ бываетъ мало, вслѣдствіе чего развитіе растений ослабляется, что ведетъ къ пониженію ихъ урожайности.

Снѣгъ образуется при замерзаніи водяныхъ паровъ, которые даютъ кристаллы льда, при паденіи они соединяются вмѣстѣ и получаютъ хлопья разной величины, смотря по температурѣ и влажности нижнихъ слоевъ воздуха. Потому осенній и весенній снѣгъ падаетъ большими хлопьями, нежели зимой; при повышеніи температуры снѣжные кристаллы, образовавшіеся въ высокихъ слояхъ, часто таютъ при паденіи на землю и переходятъ въ дождь или въ градъ, крупу и т. п. Если образованіе снѣга происходитъ при очень тихомъ состояніи воздуха, то кристаллы его принимаютъ весьма правильныя формы: звѣздообразныя, лучистыя, игольчатыя, гексагональной системы и др.; при вѣтрѣ снѣжные хлопья бываютъ весьма неправильны. Количество снѣга измѣряется толщиной его покрова, а также количествомъ воды образующейся при таяніи. Оно зависитъ въ общемъ отъ тѣхъ же причинъ, какъ и распределеніе дождя, но число снѣжныхъ дней рѣзко измѣняется съ широтою мѣста и возвышеніемъ надъ уровнемъ моря. Такъ подъ тропиками снѣгъ бываетъ только на очень высокихъ мѣстахъ, въ арктическихъ широтахъ онъ составляетъ преобладающую форму атмосферныхъ осадковъ.

Значеніе снѣга для почвы очень важно и состоитъ, во-первыхъ, въ томъ, что снѣжный покровъ предохраняетъ почву отъ сильнаго промерзанія и тѣмъ защищаетъ отъ дѣйствія мороза многія растения, — безъ этого даже дикорастущія растения погибли бы; во-вторыхъ, — при таяніи снѣга образуется вода, значеніе которой въ особенности для сухихъ мѣстностей весьма велико. Количество воды, получающейся при таяніи снѣга, въ среднемъ равняется $\frac{1}{12}$ толщины снѣжнаго покрова; снѣгъ падавшій большими хлопьями и ложившійся на землю рыхло даетъ меньше воды, нежели мелкій, зернистый снѣгъ. Количество воды, могущее поступить въ почву изъ даннаго количества снѣга, зависитъ отъ рельефа почвы и быстроты таянія снѣга, а также отъ того, таетъ ли снѣгъ на мерзлой землѣ, или нѣтъ. На склонахъ большое количество снѣговой воды быстро стекаетъ съ поверхности, равно какъ при

*) Ведро воды при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. содержитъ 30 фунтовъ воды, слѣдовательно годовой запасъ дождевой влаги для средней Россіи — 333000 пудовъ.

быстромъ таяніи снѣга, вѣдѣствіе наприм. дѣйствія теплаго вѣтра. На ровныхъ мѣстахъ и при медленномъ таяніи снѣга въ почву поступаетъ гораздо больше воды; при этомъ если почва во время образованія снѣговой воды еще не оттаяла, то воды поступаетъ меньше, такъ какъ мерзлый слой трудно проникаемъ для воды. Еще больше воды почва получаетъ отъ снѣга въ томъ случаѣ, когда ея поверхность представляетъ котловину, въ которой застаивается вода; при постепенномъ оттаиваніи почвы она и просачивается, потеря же происходитъ сравнительно небольшая, такъ какъ испареніе раннею весною вообще не значительно.

Роса представляетъ очень распространенную форму атмосферныхъ осадковъ и особенно ночью покрываетъ поверхность почвы и всѣхъ сильно охлаждающихся тѣлъ. Роса образуется вѣдѣствіе сгущенія водяныхъ паровъ воздуха *) при пониженіи температуры послѣдняго и осаждаются въ видѣ капель на поверхности охлажденныхъ предметовъ; при этомъ если образованіе росы происходитъ при температурѣ ниже 0°, то капли ея замерзаютъ и получается *иней*. Образованіе росы наблюдается преимущественно ночью, хотя не рѣдко ея появленіе замѣчается на отбѣненныхъ мѣстахъ уже передъ заходомъ солнца и продолжается нѣкоторое время послѣ восхода. Условіями для образованія росы служатъ безоблачное небо и влажный, нѣсколько подвижный воздухъ; при пасмурномъ небѣ охлажденіе почвы уменьшается, вѣдѣствіе чего не можетъ охладиться до точки росы и воздухъ; при сильномъ вѣтрѣ охлажденіе массы воздуха также уменьшается; при очень сухомъ состояніи атмосферы точка росы лежитъ такъ низко, что при его охлажденіи образованіе росы замедляется. А потому количество росы зависитъ: отъ количества водяныхъ паровъ въ воздухѣ, отъ близости его къ точкѣ насыщенія паровъ и отъ степени охлажденія въ теченіе ночи. Росой или инемъ обильно покрываются растенія, которыя вѣдѣствіе испаренія обогащаютъ парами нижніе слои воздуха. При образованіи росы температура воздуха въ непосредственномъ соприкосновеніи съ поверхностью почвы понижается очень незначительно, потому что выделяющееся почвою тепло уравнивается охлажденіемъ поверхности, но образованіе росы продолжается, такъ какъ сгущающіеся водяные пары поступаютъ изъ выше лежащихъ слоевъ воздуха. Предъ осажденіемъ росы сильно уменьшается испареніе изъ почвы; но если роса уже образовалась, то это отношеніе измѣняется и выше лежащій слой почвою воздухъ теряетъ водяные пары, и тѣмъ больше и скорѣе, чѣмъ ближе къ почвѣ.

Относительно количества воды, которое доставляется почвѣ росой и инеемъ, существуетъ мало наблюденій, такъ какъ не найдено средства къ

*) Въ послѣднее время, впрочемъ, существуетъ другая теорія образованія росы, по которой источникомъ ея является сама почва; это даетъ нѣсколько иной взглядъ на значеніе росистой воды для почвы и для растеній (см. ниже).

определенію количества этого рода осадковъ, которые въ вышней степенн завнсятъ отъ безконечно разнообразныхъ топографическихъ условій, отъ формы растительности, рода почвы и множества другихъ причинъ *). Такъ въ одномъ опытѣ количество образовавшейся на голой почвѣ росы равнялось 1111,1 килограм. на гектаръ, что при 90 осажденіяхъ росы въ годъ могло образовать слой воды высотой не болѣе 10 мм., но это количество сравнительно малое, такъ какъ въ одну ночь осѣло не болѣе 0,2 мм., а растенія во всякомъ случаѣ получаютъ гораздо болше воды. Днѣ нашеть на поверхности почвы 26 мм., а въ теченіе года 40 мм. росы. Обильная росы наблюдаются во влажныхъ долинахъ и низменностяхъ, на берегахъ озеръ, морей и въ тропическихъ странахъ, гдѣ растенія получаютъ очень большое количество росяной воды въ теченіе года. Доксонгъ-Лавассе собралъ въ Тринидадѣ въ 5 мѣсяцевъ такъ много росяной воды, что она образовала слой высотой 150 мм. Буссенго указываетъ, что въ тропическихъ странахъ ночью можно наблюдать образование росяного дождя при совершенно безоблачномъ небѣ. Это явленіе происходитъ вѣдствіе сильнаго охлажденія водяныхъ паровъ, насыщающихъ воздухъ, которые въ видѣ росы стекаютъ съ деревьевъ. Такой росяной дождь можетъ конечно доставить почвѣ замѣтное количество влаги, но образование такихъ дождей возможно лишь при сильномъ насыщеніи водяными парами и охлажденіи нагрѣтаго воздуха, что въ тропическихъ странахъ часто и бываетъ.

Въ умеренныхъ широтахъ, даже близъ водяныхъ бассейновъ, влажность воздуха бываетъ далеко меньшею, а потому тамъ не можетъ образоваться такой обильной росы, какъ въ тропикахъ. Поэтому въ нашихъ широтахъ роса, какъ источникъ воды для почвы, имѣетъ весьма ограниченное значеніе, хотя въ этомъ направленіи были бы весьма желательны и интересны непосредственныя наблюденія. Но если роса не имѣетъ замѣтнаго прямого вліянія на влажность почвы, то нельзя игнорировать косвеннаго значенія, которое имѣетъ роса какъ для самой почвы, такъ и для покрывающихъ ее растеній. Вѣдствіе насыщенія воздуха, находящагося около почвы, роса должна защищать послѣднюю отъ испаренія, но это вліяніе будетъ зависеть отъ количества росы и продолжительности ея существованія. Косвенное вліяніе на растительность роса оказываетъ въ томъ отношеніи, что, покрывая ихъ, предохраняетъ отъ увяданія. Именно, въ жаркое время года, растенія испаряютъ очень много воды и не могутъ покрыть недостатокъ въ

*) Недавно Бильдерлингъ предложенъ приборъ для намѣренія росы (росомѣръ), описанный въ „Метерологическомъ Вѣстникѣ“ 1892 г., № 7, стр. 280, въ которомъ посредствомъ часоваго механизма записываются малѣйшія количества росы. Росомѣръ Кернера, описанный въ Meteorolog. Zeitschrift 1892, März, не самопишущій, устроенъ на принципѣ ареометра и обладаетъ чувствительностью достаточною для наблюденія количества росы отъ 0,1₁₅ до 0,2₂₅ мм. Быть-можетъ наблюденія съ помощью росомѣровъ дадутъ со временемъ матеріалъ для ближайшихъ выводовъ о значеніи росы.

ней къ почвѣ, отчего вечеромъ онѣ увядаютъ. Если это увяданіе продолжается долго, то растенія погибаютъ, вѣдствие того, что напряжение тканей утрачивается, соки въ растеніяхъ концентрируются и питаніе органовъ приостанавливается. Роса, появляясь ночью, оживляетъ мягкія ткани растеній и тѣмъ предохраняетъ ихъ отъ потери жизненности.

Другіе атмосферныя осадки, наприм. *туманы*, *изморозь*, *ожеледь* и пр. имѣютъ весьма незначительное вліяніе какъ источники воды, но могутъ дѣйствовать вредно на растенія.

Грунтовая вода. Этотъ источникъ воды для почвы очень важенъ. Грунтовая вода происходитъ оттого, что атмосферныя осадки, или верховая вода, падаѣ на почву, просачивается въ нее и, доидя до непроницаемаго слоя, скопляется на немъ и, смотря по рельефу, двигается отъ болѣе высокихъ мѣстъ къ низкимъ. Количество грунтовой воды вообще зависитъ отъ количества и распредѣленія атмосферныхъ осадковъ (дождя и снѣга), физическихъ свойствъ проницаемыхъ слоевъ почвъ, испаренія почвенной воды, физическихъ свойствъ и положенія не пропускающихъ воду нижнихъ слоевъ и величины района, съ котораго собирается вода. Чѣмъ болѣе выпадаетъ атмосферныхъ осадковъ, чѣмъ проницаемѣ почва, чѣмъ меньше ея испареніе и чѣмъ непроницаемѣ и обширнѣе резервуаръ (бассейнъ), тѣмъ болѣе образуется грунтовой воды и тѣмъ меньше замѣчается колебаній въ ея уровнѣ, потому что на большихъ бассейнахъ избытокъ дождевой воды не оказываетъ замѣтнаго вліянія на повышеніе и пониженіе уровня грунтовыхъ водъ, а если оказываетъ то чрезъ продолжительное время. Грунтовая вода представляетъ для почвы существенный источникъ воды, потому что она часто притекаетъ съ болѣе или менѣ значительнаго разстоянія, поэтому почва можетъ питаться осадками иногда отдаленной мѣстности. Но грунтовая вода бываетъ полезна верхнимъ слоямъ почвы, а слѣдовательно растеніямъ, въ зависимости отъ уровня ея и свойствъ почвы.

Уровень грунтовой воды обуславливается глубиною залеганія непроницаемаго слоя, на которомъ она собирается, толщиною почвеннаго слоя и его физическими свойствами. Въ сухое время года колебанія въ уровнѣ грунтовой воды бываютъ тѣмъ болѣе, чѣмъ мельче проницаемый почвенный слой, подъ которымъ собирается грунтовая вода; это зависитъ отъ того, что испареніе воды изъ почвы происходитъ тѣмъ менѣе, чѣмъ глубже отъ поверхности лежитъ слой содержащій воду, такъ какъ при этомъ движеніе воды въ силу волосности вверхъ не только затрудняется, но становится даже невозможнымъ. При незначительной толщинѣ проницаемаго слоя вода легче и скорѣе можетъ подняться на поверхность и сильно испаряться, а вѣдствие этого, во время засухи, наблюдается быстрое пониженіе уровня грунтовой воды, при глубокомъ почвенномъ слой вѣдствие меньшаго испаренія такого паденія уровня не будетъ происходить. При избыткѣ грунтовой воды почва можетъ насыщаться влагою такъ, что всѣ ея промежутки

заполняются водою и уровень грунтовой воды будетъ болѣе или менѣе постояннымъ, потому что въ этомъ случаѣ испарение, подъ вліяніемъ различныхъ вѣтвенныхъ причинъ, будетъ происходить болѣе или менѣе равномерно, а при избыткѣ воды незамѣтно отражаться на ея уровнѣ; это относится къ слою почвы не болѣе 1—1,2 метра, при болѣе глубокомъ слое колебанія уровня могутъ быть замѣтнѣе. Далѣе уровень грунтовой воды въ почвѣ, лишенной растительности, при неглубокомъ слое, вообще будетъ измѣняться съ количествомъ атмосферныхъ осадковъ, которые, проникая въ почву, будутъ служить для пополненія убыли грунтовой воды, происходящей отъ испаренія послѣдней.

Въ почвѣ же покрытой растениями въ теченіе лѣтняго періода, даже при значительной толщинѣ слоя, уровень грунтовой воды подверженъ сильному колебанію, такъ какъ при значительномъ испареніи воды растениями почва высыхаетъ на небольшую глубину и убыль воды должна пополняться изъ нижнихъ слоевъ, что, разумѣется, будетъ отражаться на уровнѣ грунтовой воды; впрочемъ это будетъ зависеть отъ развитія растений и времени года. Въ зависимости отъ свойствъ почвы, главнымъ образомъ величины частицъ и проходящей отъ этого волосности, колебанія въ уровнѣ грунтовой воды будутъ болѣе или менѣе значительны. Такъ, если почва плохо поднимаетъ воду (наприм. кварцевый песокъ), а легко пропускаетъ, то уровень грунтовой воды здѣсь можетъ быть высокій, тогда какъ у почвъ мелкозернистыхъ, обладающихъ большою капиллярностью (суглинковъ, иловатая почва), по понятнымъ причинамъ, эти колебанія могутъ быть очень значительны.

Это же обстоятельство имѣетъ большое вліяніе на пользование почвы грунтовой водою, именно: если почва обладаетъ хорошою волосностью, то грунтовая вода можетъ попадать въ верхній слой даже съ глубины 1,2 метра; при меньшей волосности уровень грунтовой воды долженъ находиться не ниже $\frac{1}{2}$ метра, поэтому при низкомъ уровнѣ грунтовой воды почва иловатая и песчаная могутъ пользоваться ею не въ одинаковой степени. При высокомъ уровнѣ грунтовой воды значеніе ея будетъ существенно опредѣляться свойствами почвы. Такъ, наприм., когда грунтовая вода нажимаетъ на верхній слой, то почвы иловатая, глинистая, перегнойныя будутъ страдать излишнею сыростью, что обнаруживается въ появленіи растений, характеризующихъ вообще болотистыя мѣста, каковы, наприм., кислыя травы (камыши, осоки, пушицы), мхи, хвощи и т. п. Очевидно, здѣсь грунтовая вода производитъ вредное дѣйствіе, которое зависитъ отъ того, что промежутки заполняются водою, въ почву трудно проникаетъ воздухъ, вслѣдствіе чего въ ней происходятъ восстановительные процессы, результатомъ которыхъ являются вредныя вещества, наприм. свободныя кислоты, соли закиси желѣза и т. п. Поэтому почвы съ избыткомъ грунтовой воды и значительною непроницаемостью или всасывающею способностью обращаются въ

болотныя пространства, — чѣмъ ближе уровень грунтовой воды къ поверхности, тѣмъ больший вредъ онъ приноситъ такимъ почвамъ. Но, съ другой стороны, по берегамъ, наприм., рѣкъ и озеръ, гдѣ близость грунтовой воды несомнѣнна и корни растений могутъ легко съ нею соприкасаться, очень часто произрастаетъ не только хорошая луговая трава, но такія мѣста даже высоко цѣнятся для культуры различныхъ растений (наприм. конопля, хмѣль, овощей и т. п.). Въ этомъ случаѣ грунтовая вода не приноситъ вреда, потому что береговья почвы могутъ хорошо пропускать воздухъ, а поэтому образующеся продукты возстаовления легко окисляются и не имѣютъ вреднаго влияния. Но иногда близость грунтовой воды и въ пловатой почвѣ не приноситъ вреда: это именно происходитъ тогда, когда поверхность такой почвы сильно высыхаетъ и даетъ трещины, которыя открываютъ доступъ воздуха въ нижніе слои; при этомъ если почва имѣетъ волнистую поверхность, то такія трещины идутъ глубоко, а потому воздухъ легко проникаетъ въ нижележащіе слои. Такъ наприм. въ Голландіи, несмотря на ея пловатую почву и близость грунтовой воды къ поверхности (до $\frac{1}{4}$ метра), хорошо произрастаютъ какъ дикія, такъ и культурныя растенія, и это объясняется не только особымъ плодородіемъ тамошнихъ почвъ, но и тѣмъ, что все мѣста изрѣзаны канавами, а потому почва хорошо вентилируется. Если уровень грунтовой воды сильно понижается, то, какъ источникъ почвенной влаги, она не имѣетъ никакого значенія, потому что почва не въ состояніи волосною силой поднять воду выше 1,2—1,3 метра.

Измѣненіе уровня грунтовыхъ водъ, часто наблюдаемое въ разныхъ мѣстахъ, можетъ быть объяснено не только общими причинами, уменьшеніемъ количества метеорной воды, но и чисто-мѣстными свойствами почвенныхъ образованій, наприм. измѣненіемъ рельефа того слоя, на которомъ скопляется грунтовая вода; а что такое измѣненіе дѣйствительно происходитъ, въ этомъ убѣждаютъ не только геологическія данныя относительно свойствъ нижележащихъ породъ, но и непосредственныя наблюденія надъ состояніемъ грунтовыхъ водъ въ той или другой мѣстности. Такъ наприм. проф. Сойка, изслѣдуя причины колебанія уровня грунтовыхъ водъ, пришелъ къ заключенію, что они обуславливаются колебаніями въ атмосферныхъ осадкахъ, испареніемъ, пониженіемъ уровня рѣкъ и пр. Величина колебанія грунтовыхъ водъ (амплитуда) для различныхъ мѣстъ средней Европы за 30-лѣтній періодъ простирается отъ 0,03 до 4,33 метра, причеъ въ однихъ мѣстахъ уровень грунтовыхъ водъ въ отдѣльные годы понижается, а въ другихъ повышается; въ одной и той же мѣстности наблюдается то сильное пониженіе, то напротивъ повышеніе уровня.

Во всякомъ случаѣ періодическія колебанія грунтовыхъ водъ происходятъ въ менѣе значительномъ количествѣ, нежели верховой воды, а потому, какъ источникъ почвенной влаги, грунтовая вода является, при указанныхъ условіяхъ, болѣе надежнымъ запасомъ воды.

Количество воды в почвѣ. Все источники влаги должны имѣть значеніе, очевидно, потому, что почва нуждается въ определенномъ количествѣ воды; при этомъ меншее количество ея, равно какъ избытокъ, вызываютъ вредныя послѣдствія какъ для самой почвы, такъ и для произрастающихъ на ней растений. Вопросъ о необходимомъ для почвы количествѣ воды не можетъ быть рѣшенъ положительно, нельзя дать определенныхъ для каждой почвы чиселъ, выражающихъ потребное и полезное ей количество влаги. Это, какъ само собою очевидно, съ одной стороны опредѣляется состояніемъ самой почвы, и съ другой — потребностями различныхъ растений, на ней развивающихся. Если почва суха, т. е. содержитъ незначительное количество воды, то она не соответствуетъ потребностямъ растений, потому что въ такой почвѣ не могутъ происходить различные химическіе и физическіе процессы, нужные для развитія корней и питанія растений. Сухая почва имѣетъ пылеватое, или плотное, комковатое строеніе; въ ней измѣняются связность, явленія поглощенія и распределенія воды, газовъ, тепла и т. п., различные культурные приемы въ большинствѣ случаевъ не достигаютъ цѣли на сухой почвѣ. Напротивъ, совершенно насыщенная водою почва также имѣетъ неблагоприятныя свойства, такъ какъ въ нее затрудненъ доступъ воздуха, вслѣдствіе чего плохо происходятъ процессы вывѣтриванія и разложенія органическихъ веществъ, образуются вредныя соединенія; физическія свойства влажной почвы также измѣняются, вслѣдствіе чего невозможны своевременная обработка почвы, посѣвъ и уходъ за растениями, наконецъ самое развитіе послѣднихъ совершается ненормально. Въ виду этого, только при известномъ, среднемъ, состояніи влажности почва приобретаетъ въ большинствѣ случаевъ надлежащія свойства, отвѣчающія потребностямъ растений. По степени влажности можно отличать три главныхъ состоянія почвы:

а) *Сухое*, если содержаніе влаги не превышаетъ 10—15%. Такая почва имѣетъ свѣтлый цвѣтъ и образуетъ или пыль, или очень твердыя комья, трудно разрыхляемая орудіями.

б) *Свѣжими* или потными почвами называются такія, которыя содержатъ не болѣе 20—30% влаги, выступающей при надавливаніи комочка въ видѣ каплей. Въ свѣжемъ состояніи почва имѣетъ болѣе темный цвѣтъ, болышую связность и не разсыпается въ пыль при обработкѣ, но образуетъ болѣе или менѣе мелкіе комки.

в) *Мокрыми* почвами называются такія, которыя содержатъ до 50% и болѣе влаги, плохо удаляемой изъ почвы испареніемъ, часто застаивающейся на поверхности. При высыханіи на поверхности мокрой почвы часто образуется грязь (наприм. весной и осенью), а потому почва не можетъ быть своевременно и надлежащимъ образомъ обработана.

Одна и та же почва можетъ имѣть все эти три состоянія влажности, но при одинаковомъ содержаніи воды песчанья почвы чаще будутъ сухими, глинистыя, суглинистыя и мергельныя свѣжими, а пловатыя, торфяныя—

мокрыми, потому что, въ зависимости отъ влагоемкости и проницаемости, одна почва будетъ больше задерживать влаги, другая же, напротивъ, будетъ ее пропускать, или быстро испарять, и мокрое состояніе дѣлаетъ наприм. плодую почву очень плохую, а песчаная почва при этомъ содержаніи воды можетъ получить надлежащія свойства. Съ другой стороны, то или другое количество влаги въ почвѣ можетъ дѣйствовать различно на растенія. Въ этомъ отношеніи существенное значеніе должно имѣть знаніе того *минимума* воды, который необходимъ въ почвѣ для развитія растенія. Вопросъ о *миним'н воды* для растеній сравнительно мало изслѣдованъ. Изъ которыхъ данныя въ этомъ отношеніи получены Гейрихомъ: онъ воспитывалъ различныя растенія въ горшкахъ до цвѣтенія, затѣмъ устранилъ доступъ воды къ растеніямъ и опредѣлялъ содержаніе воды въ почвѣ. При этомъ оказалось, что минимумъ влажности, за которымъ началось завяданіе растеній былъ слѣдующій въ процентахъ отъ вѣса почвы:

	Известковая почва.	Торфяная почва.
для овса	9,17 %	49,7 %
„ ячменя	11,09 „	47,7 „
„ ржи	10,56 „	53,4 „
„ кукурузы	8,59 „	— „
„ гороха	9,61 „	— „
„ красного клевера . .	11,46 „	52,2 „
„ люцерны	9,77 „	51,8 „
„ эснарцета	11,01 „	54,6 „
„ фасоли	12,11 „	— „
„ конскихъ бобовъ . .	12,71 „	— „
„ картофеля	5,34 „	70,8 „
въ среднемъ для злаковъ.	9,85 %	50,75 %
„ „ „ бобовыхъ	10,93	52,87.

Такимъ образомъ минимумъ влаги измѣняется какъ для различныхъ растеній, такъ и въ различныхъ почвахъ, и въ общемъ повышается съ увеличеніемъ содержанія воды въ почвѣ; кромѣ того Гейрихъ нашелъ, что потребность во влажности растеній сухихъ и болотистыхъ почвъ почти одинакова, т.-е. что растенія, развивающіяся на сырыхъ почвахъ, могутъ удовлетворяться и меньшимъ количествомъ воды.

Дѣйствіе воды въ почвѣ. Вода, поступающая въ почву, производитъ различныя дѣйствія, которые могутъ быть раздѣлены на химическія, физическія и вліяніе воды на произрастеніе растеній. Химическія дѣйствія воды выражаются прежде всего въ вывѣтриваніи составныхъ частей скелета почвы, т.-е. тѣхъ, по преимуществу, безводныхъ силикатовъ, которые подверглись только механическому измелеченію. Дѣйствіе воды при этомъ сводится къ гидратации, т.-е. къ образованію водныхъ соединений, цеолитовъ и т. п. Далѣе вода производитъ растворяющее дѣйствіе на органическія и минеральныя соединенія, находящіяся въ почвѣ, способствуя реакціямъ между ними съ

одной стороны и поступленію образовавшихся соединений въ растенія съ другой; кромѣ того, растворенныя въ водѣ вещества, если они не поглощаются почвою, могутъ передвигаться въ болѣе глубокіе слои почвы. Растворяющее дѣйствіе воды чрезвычайно важно, такъ какъ отъ этого можетъ повышаться концентрація почвенной жнекости; кромѣ того физическія свойства почвы сильно измѣняются отъ присутствія растворимыхъ соединений. Количество такихъ соединений для разныхъ почвъ бываетъ весьма различно. Въ 20, изслѣдованныхъ Германомъ, почвахъ было, наприм., найдено отъ 0.0205 до 0.212% растворимыхъ веществъ, въ томъ числѣ 0.0137—0.191% органическихъ веществъ. Шюблеръ находилъ, въ 5 различныхъ по плодородію почвахъ, отъ 0.022 до 1.75% легко растворимыхъ въ водѣ веществъ. По изслѣдованіямъ Шульце, количество легко растворимыхъ въ водѣ веществъ рѣдко превышаетъ 0.1—0.1% . Но надо имѣть въ виду, что вода, попадающая въ почву, насыщается различными газами, наприм. угольною кислотою, амміакомъ, а также солями, влѣдствіе чего ея растворяющее дѣйствіе на составныя части почвы увеличивается. Если обратить далѣе вниманіе на то, что при удобреніи почва получаетъ большее или меньшее количество солей, то станетъ очевиднымъ, что растворяющее дѣйствіе воды должно быть очень значительнымъ, а при избыткѣ атмосферной влаги можетъ образоваться нѣкоторое количество такихъ соединений, которыя, не поглощаясь почвою, будутъ переходить въ дренажную воду и такимъ образомъ почва можетъ терять извѣстное количество веществъ. Какъ велика эта потеря, показываютъ многочисленные изслѣдованія дренажныхъ водъ, произведенныя Лоозомъ и Гильбертомъ въ Ротгамедѣ, такъ наприм. потеря азота съ дренажными водами простиралась ежегодно:

на неудобреной и не обработанной почвѣ до 40,2 фунта на акръ.		
„ почвѣ оставленной въ нару	59,9	„ „ „
„ „ удобренной минер. веществами	24,6—39,8	„ „ „

Въ присутствіи воды въ почвѣ будутъ образоваться различныя соединения, которыя не переходятъ въ нерастворимое состояніе, каковы азотно-кислыя, хлористыя, отчасти сѣрниокислыя соли и органическія вещества. Вода же, содержащая въ растворѣ различныя соединения, можно сказать, никогда не остается въ покоѣ, въ ней всегда происходятъ химическіе процессы, сущность которыхъ будетъ находиться въ зависимости отъ состава соединений, растворенныхъ въ водѣ, ихъ количества, температуры и т. п. Результатомъ такихъ процессовъ являются новыя вещества, которыхъ раньше въ почвѣ не было, иначе говоря—химическій составъ почвы можетъ влѣдствіе этого измѣниться въ томъ смыслѣ, что образуются такія формы соединений, которыя могутъ быть наиболѣе пригодны для питанія растеній. Въ образованіи такихъ соединений въ сущности и заключается химическое дѣйствіе воды.

Что касается физическихъ явленій, вызываемыхъ водою, то, какъ ука-

лаво выше, они различны въ сухой и влажной почвѣ. Вліяніе воды на движеніе, форму частицъ, вѣсовыя отношенія почвы, на измѣненіе ея объема не маловажны. Связность почвы сильно измѣняется подѣ вліяніемъ влажности. Опыты показываютъ, что присутствіе въ водѣ растворимыхъ веществъ можетъ сильно повышать связность почвы. Такъ извѣстно, что известковыя, магниезальныя, щелочныя соли, а также еѣрная, соляная и азотныя кислоты способны свертывать частицы глины и перегной, взмученныя въ водѣ, а при высыханіи такіе свертки обладаютъ большою связностью. При большомъ содержаніи воды растворъ солей мало вліяетъ на связность, но чѣмъ суше будетъ почва, тѣмъ вліяніе солей сильнѣе: такъ солонцеватыя почвы, содержація много растворимыхъ едлей (Na Cl , Na_2SO_4 , MgSO_4 и т. п.) при высыханіи образуютъ очень плотную массу. Изслѣдованіями А. Манера *) обнаружено, что при осажденіи глины изъ воды, посредствомъ ѣдкихъ и углекислыхъ щелочей, осадокъ обладаетъ способностью сильно уплотниться. Этимъ объясняется, по мнѣнію Гильгарда **), что щелочныя почвы Калифорніи (alkaliflands), вслѣдствіе незначительнаго содержанія углекислаго натра (0.08%), приобретаютъ громадную плотность, такъ что при обработкѣ такія почвы превращаются въ круглыя комки, величиною отъ гороховаго зерна до бильярднаго шара, и никогда не образуютъ рыхлой разсыпчатой массы. Съ другой стороны, изъ изслѣдованій обоихъ названныхъ ученыхъ видно, что ѣдкая известь даже въ незначительномъ количествѣ вызываетъ въ водѣ образованіе хлопьевъ глины, которые имѣютъ рыхлое строеніе, т.-е. небольшую связность (известковыя же соли даютъ плотныя свертки). На-ряду съ этимъ наблюдается, что при внесеніи извести связность глинистыхъ почвъ замѣтно понижается. Прилипаніе почвы также измѣняется отъ присутствія въ водѣ растворимыхъ веществъ, такъ наприм., по опытамъ Шахбазіана ***), при различной влагоемкости каолина, прилипаніе къ стали и дереву, въ отсутствіи ѣдкаго кали и извести, замѣтно увеличилось при влагоемкости 80% .

Отношеніе почвы къ водѣ при содержаніи въ ней различныхъ соединений существенно зависитъ отъ количества послѣднихъ, т.-е. отъ концентраціи раствора. Въ виду этого, капиллярныя явленія, испареніе воды и проницаемость почвы происходятъ съ различною интенсивностью, смотря по тому, насыщена почва водою, или она высыхаетъ, въ первомъ случаѣ растворъ разжижается, а во второмъ густѣетъ, а потому движеніе воды вверхъ и внизъ будетъ совершаться съ различною силой.

Именно волосность почвы, по изслѣдованіямъ Вольни****), сильно замедляется въ томъ случаѣ, когда въ почвенной жидкости содержатся соли, не

*) Wollny: „Forschungen“. II, 251.

**) Ib. II. 441.

***) Wollny: „Forschungen“. B. XIII, 210.

****) „Forschungen“. B. VII, 306.

поглощаемыя почвою (азотнокислыя и хлористыя) и притомъ высота поднятія воды уменьшается съ увеличеніемъ концентрации. Если же въ водѣ находятся такія соли, которыя почва поглощаетъ, то возлосность не измѣняется особенно рѣзко.

Соотвѣтственно измѣненію возлосности растворъ солей будетъ оказывать вліяніе и на влагоемкость почвы, такъ какъ она зависитъ отъ возлосности. Вліяніе состава воды на испареніе ея изъ почвы было уже указано выше.

Наконецъ проницаемость почвы также должна измѣняться въ зависимости отъ содержанія различныхъ веществъ въ водѣ, просачивающаея черезъ почву, потому что отъ плотности раствора зависитъ сила тренія воды о частицы почвы, и чѣмъ чище вода, тѣмъ легче она будетъ проходить въ нижніе слои.

Наконецъ вода оказываетъ громадное вліяніе на растительность покрывающую почву. Дѣйствіе воды на растенія состоитъ, во-первыхъ, въ томъ, что посредствомъ воды растворяются и поступаютъ черезъ корни растеній минеральныя вещества, необходимыя для питанія, а во-вторыхъ, растенія испаряютъ изъ почвы большее или меньшее количество воды. Значеніе воды для растеній сводится въ сущности къ отношенію атмосферныхъ осадковъ, такъ какъ вся вода, поступающая въ растеніе, есть ничто иное, какъ вода атмосферная. Въ этомъ отношеніи прежде всего необходимо разсмотрѣть количество воды, которое требуется растеніями во время ихъ развитія. Это количество различно не только для разныхъ растеній, но и для каждаго отдѣльнаго растенія, въ различные періоды его развитія. Вообще можно сказать, что наибольшаго количества воды растеніе требуетъ въ первые періоды своего развитія, наименьшаго въ концѣ. Ильенковъ *), въ числѣ первыхъ изслѣдователей, разъяснилъ экспериментальнымъ путемъ вопросъ о количествѣ воды для растеній. Онъ выращивалъ гречиху въ горшкахъ, наполненныхъ садовою землею, въ которую было посеяно 15 мая по 7 проросшихъ гречишныхъ зеренъ. Горшки были поставлены на южной сторонѣ въ нежилой комнатѣ и поливались водою, но не каждый день, а такъ, что въ теченіе всего вегетаціоннаго періода, равнаго 67 днямъ, 17 дней не поливались. Количество воды, употреблявшееся для поливки было слѣдующее: въ I горшкѣ— $\frac{1}{2}$ литра воды, во II— $\frac{1}{4}$, въ III— $\frac{1}{8}$, въ IV— $\frac{1}{16}$ и въ V— $\frac{1}{32}$ литра Ростъ гречихи происходилъ быстро: 31 мая во 2 и 3 горшкахъ уже замѣчалось образованіе цвѣтовъ, въ 1 горшкѣ цвѣты завязались 2 июня, въ 4-мъ—4 июня и въ 5-мъ 6 июня, но развитіе растеній было очень неравнымъ, именно въ 1 горшкѣ растеніе сильно вытянулось въ длину, подало слабый стебель, во 2, 3, 4 и 5 горшкахъ 1 июня величина растеній была въ отношеніи 8:4:2:1. Растеніе № 2 имѣло очень здоровый видъ,

*) Annalen der Chemie und Pharmacie. B. 136, S. 160.

№ 1—было очень водянисто, остальные меньше. 22 июля была произведена уборка растений, при чемъ оказался слѣдующій результатъ:

№ опыта.	Количество употребленной для полива воды.	Вѣсъ сухой массы.	Вѣсъ урожая въ граммахъ.				Число собранныхъ зеренъ.	Сухъ сколько.
			Свѣжаго.		Всушеннаго.			
			Зерна.	Соломы.	Сухма.	Зерна.	Соломы.	
I . . .	25 литровъ	0,154	1,89	26,10	27,99	1,68	4,32	111 45
II . . .	12,5 " "	" "	6,13	58,83	65	5,47	8,47	283 100
III . . .	6,25 " "	" "	1,93	23,03	24,93	1,73	4,33	93 46
IV . . .	3,12 " "	" "	0,58	9,42	10	0,52	1,41	37 14
V . . .	1,56 " "	" "	0,10	2,2	2,3	0,09	0,31	12 3

Отсюда ясно, что лучшее всего развитіе гречихи происходило во 2-мъ горшкѣ, излишекъ же воды (№ 1), равно какъ недостатокъ ея, ведетъ къ уменьшенію урожая, т.-е. образуется меньше сухого вещества. Въ 1866 году Ф. Габерландъ производилъ опыты надъ хлѣбными растениями, которыя получали различное количество воды во время роста. При этомъ оказалось, что лучший урожай получился у пшеницы, ржи, ячменя и овса при высотѣ дождя 13,92 мм., худший при дождѣ ниже 6,46 мм.

Значеніе, которое имѣетъ вода въ жизни растений, выяснено далѣе въ опытахъ Гельригеля (1870 г.) **).

Именно образовалось сухого вещества въ миллиграммъ:

	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
При влагоемкости почвы . . .	80—60%	60—40%	40—20%	20—10%
Пшеницы	34,433	31,693	23,480	9,768 миллигр.
Зерна	11,420	10,298	8,423	2,758 "
Ржи	26,718	25,478	19,660	12,146 "
Зерна	10,323	10,334	8,080	3,876 "
Овса	27,633	24,816	19,595	5,988 "
Зерна	11,833	10,911	7,810	1,798 "

Такимъ образомъ наибольшее количество сухого вещества у этихъ растений образовалось при влагоемкости почвы 60%. Опыты Фитбогена *) надъ овсомъ, выращеннымъ въ песокъ съ примѣсью мелкозема, привели къ тѣмъ же выводамъ. Исслѣдованія Бириера надъ картофелемъ показываютъ, что наибольшее количество клубней и съ вышшимъ содержаниемъ сухого вещества соответствуетъ влагоемкости 80—60%.

Изъ другихъ опытовъ, производившихся надъ озимую рожью, яровую сурфинцей, смѣсью травъ, бобами, рапсомъ, Вольни заключилъ, что высота урожая въ громадной степени обуславливается количествомъ воды, отъ котораго она зависитъ гораздо больше, чѣмъ отъ удобрения, обработки поч-

*) Landw. Zentralblatt. 1871. III, S. 194.

**) Landw. Jahrbücher. 1873, S. 353.

вы и прочихъ факторовъ вегетации и съ увеличеніемъ количества влаги урожай вообще повышается, но до известнаго предѣла, за которымъ дальнѣйшее повышение влаги оказываетъ понижающее дѣйствіе, а при постоянномъ насыщеніи почвы влагою продуктивность растений падаетъ почти до нуля.

Количество влаги необходимой растениямъ во все время ихъ развитія, для достиженія наибольшей производительности, зависитъ отъ многихъ условій, между которыми свойства растительныхъ органовъ, продолжительность періода произрастанія, густота стоянія растений, плодородіе почвы имѣютъ главное значеніе. При прочихъ равныхъ условіяхъ потребность растений въ водѣ тѣмъ большая, чѣмъ плодородіе почва, т.-е. чѣмъ больше въ ней содержится удобоиспользуемыхъ питательныхъ веществъ.

Въ почвѣ хорошо удобренной растения предъявляютъ высокія требованія къ водѣ для производства высокихъ урожаевъ, сравнительно съ не-удобренной почвою. Въ равной степени при большомъ развитіи пенаряющихъ воду органовъ (листьевъ), при густомъ стояніи растений требуется больше воды, чѣмъ при обратныхъ условіяхъ. Далѣе, чѣмъ продолжительнѣе періодъ роста, тѣмъ болѣе растение извлекаетъ воды изъ почвы. Наконецъ въ зависимости отъ количества воды, содержащейся въ почвѣ, измѣняется самое развитіе надземныхъ и подземныхъ органовъ растений. Такъ Фитбогенъ и Габерландтъ, изслѣдуя развитіе корней и побѣговъ овса въ зависимости отъ содержания въ почвѣ воды, нашли, что всѣхъ корней было:

при 24800	14400	6200 се. воды
5,33	3,2	2,9 граммовъ.

число побѣговъ у овса измѣнялось въ связи съ влагоемкостью почвы слѣдующимъ образомъ:

при 80—60%	60—40%	40—30%	30—20%	20—10%	воды.
8	3	4	2	4	

Длина стебля, толщина, величина листьевъ, развитіе зеренъ и т. п. точно также находятся въ самой тѣсной связи съ количествомъ воды въ почвѣ. Чѣмъ меньше почвенной влаги предоставлено въ распоряженіе растений, тѣмъ хуже идетъ ихъ развитіе. Однако вліяніе недостатка влаги бываетъ различно, смотря по его продолжительности и той стадіи развитія, въ которой растение находится.

Изъ опытовъ Гельригеля *) видно, что вліяніе засухи, во время развитія растений, на ихъ производительность тѣмъ сильнѣе, чѣмъ долѣе она продолжается, и особенно ощутительно во время укорененія и кущенія; въ позднихъ стадіяхъ развитія ея вліяніе уменьшается. Вліяніе воды въ этомъ отношеніи можно выразить слѣдующимъ закономъ: культурыца растения со-

*) Beiträge zu den naturwissensch. Grundlagen des Ackerbaues. 1883. S. 598—621.

крацають свою продуктивність тѣмъ болѣе, чѣмъ меньшимъ количествомъ влаги они пользуются въ періодъ усиленной вегетаціи, т.-е. до образованія зеренъ, и не повышаютъ ее даже въ томъ случаѣ, если послѣ влага доставляется въ изобиліи. Въ практикѣ на этомъ основаніи считаютъ совершенно правильнымъ, что своевременные маіскіе дожди приносятъ обильную жатву.

Отношеніе почвы къ газамъ.

Почва обладаетъ способностью поглощать и распределять различныя газообразныя вещества, приходящія съ нею въ соприкосновеніе. Эта способность почвы зависитъ отъ ея пористости и химическаго состава, а также отъ различныхъ другихъ условій, и имѣетъ очень важное значеніе, такъ какъ газы, поступающіе въ почву, дѣйствуютъ съ одной стороны на составныя части почвъ, вызывая въ нихъ различныя реакціи, а съ другой — количество содержащихся въ почвѣ газовъ и ихъ составъ влияют и непосредственно на развитіе растений.

Газы, поступающіе въ почву, во-первыхъ, поглощаются, а во-вторыхъ, почва способна ихъ пропускать, при этомъ газы или входятъ въ химическое соединеніе съ почвою, или же распределяются въ ней по законамъ диффузіи.

Поглощеніе газовъ почвою обуславливается разными причинами. Еще въ 1777 году Фонтана и Шесле замѣтили способность пористыхъ тѣлъ сгущать газы и пары. Соссюръ ближе изслѣдовалъ эту способность надъ прокаленнымъ буковымъ углемъ, причемъ было найдено, что пористыя тѣла поглощаютъ болѣе газовъ при повышеніи давленія и пониженіи температуры, различныя по составу газы поглощаются въ неодинаковомъ количествѣ. Такъ, по опредѣленіямъ Соссюра, одинъ объемъ буковаго угля при 724 мм. барометрическаго давленія и температурѣ 11—13° С. поглощаетъ.

90	объемовъ	аммиачнаго газа
85	"	хлористаго водорода
65	"	сѣрнистаго газа
55	"	сѣрнистаго водорода
40	"	закиси азота
35	"	углекислоты
35	"	маслороднаго газа
9,1	"	окиси углерода
9,2	"	кислорода
7,5	"	азота
1,65	"	водорода

Соссюръ замѣтилъ также, что способность поглощать газы свойственна нѣкоторымъ минеральнымъ веществамъ, такъ наприм. при 730 мм. давленія и 15° С. слѣдующія вещества поглощаютъ газовъ 1 объемъ:

	амміака.	углекислоты.	кислорода.	азота.
Морская пѣнка	15	5,26	1,19	1,6 объем.
Сланецъ	11,3	2,0	0,7	0,7 "
Кварцъ	10,0	0,6	0,43	0,45 "
Гинель	—	0,3	0,38	0,33 "

Опыты Брустлейна, Эйхгорна, Вольфа и др. показали значеніе гумуса въ поглощеніи газовъ, содержащихъ въ своемъ составѣ азотъ (амміакъ, азотная кислота).

Люка замѣтилъ поглощеніе атмосфернаго амміака вулканическою землею сольфатаръ (покоющіяся, но выдѣляющіе только газы, вулканы). Способность почвы поглощать водяные пары изъ воздуха была изучаема Деви, Троммеромъ, Шюблеромъ, Киномъ и др.

Наконецъ Бабо наблюдать при поглощеніи водяныхъ паровъ повышеніе температуры почвы. Именно онъ помещалъ почву высушенную при температурѣ 34—40° С. подъ колоколъ, въ которомъ воздухъ былъ насыщенъ водяными парами, при чемъ замѣтилъ, что температура почвы, богатой перегноемъ, повышалась отъ 26° до 31° С., а въ почвѣ бѣдной гумусомъ до 27° С.

Относительно способности почвы поглощать газы было найдено, что количество поглощаемыхъ газовъ обуславливается химическими и физическими свойствами газовъ. Аммонъ, производивши опыты въ этомъ направленіи *), употреблялъ чистую кварцевую пыль, каолинъ, углекислую известь, водную окись желѣза, гинель, гумусъ, кварцевый песокъ различной крупности (отъ 0,2 мм. до 2,5 мм. діаметра) и суглинокъ, которые предварительно высушивались при 110° С., а затѣмъ помещались въ трубки (Либиха) и чрезъ нихъ, съ известными предосторожностями, пропускались извѣдываемы газы.

Исслѣдованія показали, что поглощеніе газовъ находится въ зависимости отъ температуры и величины почвенныхъ частицъ. Такъ, при постоянной температурѣ 17° С. различныя частицы поглощали:

	кварцевый песокъ.	водянаго пара.	амміака.
частицы до 0,2 мм.		998,30	704,41
„ „ 0,2 — 0,74 „		825,63	590,64
„ „ 0,74 — 1,8 „		476,22	510,75
„ болѣе 1,8 „		217,73	401,39
„ еще крупнѣе „		105,39	305,23
кварцевая пыль I		453,37	667,62
„ „ II		278,22	333,01
суглинокъ мелкій		15386,33	5544,39
„ отъ 0,2 — 0,74 мм.		14323,19	4411,93
„ „ 0,74 — 1,8 „		14098,63	4341,09

Такимъ образомъ способность почвы поглощать газы тѣмъ большая, чѣмъ мельче ея частицы, суглинокъ поглощаетъ газовъ значительно болѣе,

*) Wollny „Forschungen“. В. II, S. 1—46.

нежели кварцевый песокъ. Съ измѣненіемъ температуры поглощеніе газомъ происходитъ въ различномъ количествѣ, именно максимумъ поглощенія бываетъ между 0° и 16°, при повышеніи и пониженіи температуры количество поглощаемыхъ газовъ уменьшается. Водяные пары всего болѣе поглощаются около 10°, амміакъ, а также угольная кислота около 0°, но различныя составныя части почвы, при этихъ условіяхъ, поглощаютъ не одинаковыя количества газовъ, именно окисъ желѣза поглощаетъ наибольшее количество, кварць наименьшее, за окисомъ желѣза слѣдуетъ гумусъ, далѣе гипсъ, каолинъ и углекислая известь. Такъ на 100 объемовъ было поглощено амміака и вод. паровъ:

При темпе- ратурѣ.	Водная окисъ желѣза.	Гумусъ.	Гипсъ.	Каолинъ.	Углекислая известь.	Кварцевая пыль.	С. С.
-10° воды . . .	12973,00	127717,72	—	5378,04	208,77	2026,69	С. С.
" амміака . . .	34500,19	28892,26	12916,72	11847,63	1250,07	774,67	"
0° воды . . .	47332,07	14206,76	—	5735,63	4258,13	2198,42	"
" амміака . . .	38992,21	29517,33	15134,13	2447,11	1552,06	938,14	"
+10° воды . . .	99712,01	36504,43	—	6447,67	4775,13	1185,33	"
" амміака . . .	35096,25	22930,30	10359,58	2165,28	1134,83	1071,606	"
+20° воды . . .	98990,38	26787,32	—	1541,88	962,31	277,35	"
" амміака . . .	25513,37	20017,50	—	1473,16	781,87	1117,01	"
+30° воды . . .	54753,46	16497,13	—	1335,09	233,15	99,18	"
" амміака . . .	22028,86	17323,88	2852,38	1378,94	720,21	657,23	"
+40° воды . . .	—	—	—	—	—	—	"
" амміака . . .	20598,09	15620,06	2752,33	1158,57	500,16	336,16	"

Относительно поглощенія амміака Аммонъ пришелъ въ своихъ опытахъ къ заключенію, что при этомъ въ почвѣ образуется нѣкоторое количество азотной кислоты, особенно въ присутствіи водной окиси желѣза.

Поглощеніе углекислоты всего сильнѣе происходитъ водною окисью желѣза, затѣмъ перегноемъ, остальные же вещества, особенно въ высушенномъ состояніи, поглощаютъ весьма незначительное количество углекислага газа.

Поглощеніе болотнаго газа (СН₄) всеми составными частями почвы происходитъ въ достаточномъ количествѣ, но все-таки водная окисъ желѣза и гумусъ поглощаютъ болѣе другихъ, при этомъ образуются различныя вещества, сообщающія характерный запахъ взятымъ для опыта матеріаламъ.

Сѣрнистый водородъ поглощается почвою болѣею частью съ выдѣленіемъ сѣры, при поглощеніи же его водною окисью желѣза образуется сѣрнстое желѣзо.

Поглощеніе кислорода сравнительно съ другими газами незначительно; болѣе кислорода поглощается водною окисью желѣза и гипсомъ.

Наконецъ все составныя части почвы поглощаютъ азотъ, болѣе всего водная окисъ желѣза и менѣе всехъ кварць, причемъ образуется незначительное количество азотной кислоты.

Изъ своихъ опытовъ Аммонъ выводитъ слѣдующія заключенія: поглощеніе газовъ зависитъ отъ ея физическихъ и химическихъ свойствъ, причемъ

последнія имѣютъ больше значенія, нежели поверхностное ступеніе газовъ частицами почвы. Изъ составныхъ частей почвы наибольшее значеніе имѣютъ водная окись желѣза и перегной. Газы принимаются почвою или какъ таковыя, или претерпѣваютъ химическое измѣненіе, причемъ тѣ изъ нихъ поглощаются сильнѣе, которые легче измѣняютъ свое агрегатное состояніе и легче разлагаются. Поглощеніе газовъ почвою увеличивается съ уменьшеніемъ ея частицъ. Большія количества газовъ поглощаются (при температурѣ 0° 10°, съ повышеніемъ и пониженіемъ ея поглощеніе уменьшается).

Шлезингъ, при изслѣдованіи нитрификаціи въ почвѣ, также производилъ опыты надъ способностью почвы поглощать газы, но пришелъ къ выводу, что эта способность не значительна и только тогда, когда въ почвѣ образуется много газовъ, отъ разложенія органическихъ остатковъ, можно замѣтить конденсацію газовъ.

Изъ всѣхъ поглощаемыхъ почвою газовъ болѣе важное значеніе должны имѣть *амміакъ* и *водные пары*,—первый потому, что увеличиваетъ запасъ связаннаго азота въ почвѣ, поглощеніе же водяныхъ паровъ должно оказывать вліяніе на влажность почвы.

Почва поглощаетъ амміакъ изъ атмосферы двоякимъ путемъ: часть его, приходя въ соприкосновеніе съ водою, находящеюся въ почвѣ, растворяется и затѣмъ вступаетъ въ различныя реакціи, другая часть прямо фиксируется составными частями почвы, въ особенности водною окисью желѣза и перегноемъ. Количество поглощаемаго амміака вообще измѣчиво: по опредѣленіямъ Генриха (въ Ростокѣ), въ годъ поглощается 30,6 килограмм. на гектаръ. Кельперъ (въ Токио) нашелъ 13,1 килограмм. Шлезингъ опубликовалъ недавно *) обширныя изслѣдованія надъ поглощеніемъ почвою атмосфернаго амміака. Онъ бралъ почвы различныя по свойствамъ: содержащія и не содержащія известь, влажныя и сухія, оставлялъ ихъ на воздухѣ, принимая предосторожности противъ случайнаго занесенія соединеній азота, а также увеличивая поверхность соприкосновенія почвы съ атмосфернымъ воздухомъ. При этомъ Шлезингъ вычислялъ прибыль азота въ почвѣ въ продолженіе года на гектаръ поверхности. Оказалось, что почвы содержащія известь поглощали до 47,1 килограмм. азота въ годъ на гектаръ, почвы безъ извести—до 39,2 килограмм. Во влажномъ состояніи известковыя почвы поглощали:

поверхностью	отъ 40,7	до 46,3	килограмм.
подпочвою	„ 30,8	„ 40,1	„

Въ сильно высушенномъ состояніи тѣ же почвы (при 0,5—4% воды) поглощали въ среднемъ 88,3 миллиграммовъ амміака на кило.

На основаніи своихъ опытовъ Шлезингъ дѣлаетъ слѣдующіе выводы: почвы известковыя, не покрытыя растеніями, кислыя или нейтральныя, сухія

*) Comptes rendus 1890. СХ. 429—434, 499—504.

или влажные, поглощают изъ воздуха амміакъ, и притомъ въ такомъ количествѣ которое не остается безъ значенія для почвы. Поглощеніе увеличивается съ влажностью и уменьшается съ сухостью почвы и въ значительной степени зависить отъ постоянного возобновленія воздуха на поверхности почвы. Изслѣдованія Шлезинга не могутъ однако считаться достаточно доказательными, такъ какъ обогащеніе почвы азотомъ, которое онъ приписываетъ ея способности связывать лишь амміакъ и азотную кислоту, зависить также отъ способности поглощать свободный азотъ. Бертоле панель, что эта способность почвы обуславливается жизнедѣятельностью микроорганизмовъ и по его опытамъ прибыль азота въ этомъ случаѣ простирается до 30—150 килограмм. на гектаръ, тогда какъ Шлезингъ исчисляеть количество азота (въ видѣ амміака и азотной кислоты) до 90 килограмм., во многихъ случаяхъ только около 40 килограмм., но и въ эти числа могли попасть лабораторныя ошибки (отъ выеунивания матеріаловъ, поглощенія, содержащихъ азотъ, кислотъ и т. п.). Бауманъ панель, что почва поглощаетъ амміакъ подобно губчатой платинѣ и превращаетъ его въ азотную кислоту: такъ, приводя известково-перегнойную почву съ растворомъ хлористаго аммонія, Бауманъ замѣтилъ, что какъ только амміакъ исчезаетъ изъ раствора, то появлялась азотная кислота и притомъ въ эквивалентномъ количествѣ. Поглощеніе амміака онъ приписываетъ гуминовой кислотѣ. Но Тарховъ въ своихъ опытахъ панель, что поглощенный гуминовой кислотой амміакъ можетъ превращаться въ сложные азотистыя вещества, безъ перехода въ азотную кислоту. Во всякомъ случаѣ поглощенный почвою амміакъ трудно изъ нея выдѣлится, со временемъ нитрифицируется и способствуетъ, безъ всякаго сомнѣнія, обогащенію почвы связаннымъ азотомъ. Изслѣдованія показываютъ, что количество амміака, поглощаемое гумусомъ, бываетъ различно, смотря по состоянію послѣдняго: такъ гумусъ поглощаетъ гораздо больше амміака въ томъ случаѣ, когда къ нему прибавляются вещества, увеличивающія поверхность соприкосновенія съ газами, наприм. примѣсь кварцеваго песку къ перегною увеличиваетъ поглощеніе имъ амміака въ 5—8 разъ болѣе, чѣмъ въ перегной взятомъ безъ примѣсей.

Способность почвы поглощать водяные пары называется *гигроскопичностью* и обуславливается съ одной стороны свойствами почвы, а съ другой—степенью насыщенности воздуха и почвы влагою. Гигроскопичность почвы должна бы имѣть важное значеніе для растений, которые во время засухи могутъ получать влагу, образующуюся отъ сгущенія водяныхъ паровъ. Однако изслѣдованія, производившіяся въ этомъ направленіи Вольши, Генселемъ, Рислеромъ, Гейрихомъ, А. Маперомъ и другими, показали, что растения увядаютъ значительно выше предѣла гигроскопичности почвъ, иначе говоря, корни растений не могутъ довольствоваться гигроскопическою влагою. Такъ наприм., по изслѣдованіямъ Гейриха и Либенберга, растения увядаютъ при содержаніи на 100 вѣсовыхъ частей почвы:

Въ крупнозернистомъ пескѣ при	1,5 ⁰ „ влаги
„ песчаной садовой землѣ	4,6 „ „
„ мергелисто-перегнойной	6,2 „ „
„ песчаномъ суглинкѣ	7,4 „ „
„ известковой почвѣ	9,4 „ „
„ глини	10,0 „ „
„ торфяной почвѣ	49,7 „ „

По изслѣдованіямъ же Шюблера, различныя почвы поглощаютъ гигроскопической влаги чрезъ 72 часа на 100 вѣсовыхъ частей почвы отъ 0 грам. (кварцевый песокъ) до 12 гр. (гумусъ).

По опытамъ Вильгельма гигроскопичность была:

суглинистой почвы (съ 4,4 ⁰ / ₁₀₀ гумуса)	2,66 ⁰ „ влаги
садовой земли (съ 21,6 ⁰ / ₁₀₀ гумуса)	5,1 „ „
другія почвы поглощали въ 72 часа	2,8—4,9 „

Такимъ образомъ всѣ изслѣдованія приводятъ къ заключенію, что гигроскопическая влага въ почвахъ, по своей незначительности, не можетъ служить источникомъ воды для растений. Гигроскопичность почвы должна поэтому имѣть другое, косвенное значеніе. Для уясненія этого значенія необходимо разсмотрѣть тѣ условія, при которыхъ происходитъ сгущеніе водяныхъ паровъ въ почвѣ. Изслѣдованіе гигроскопичности производится такъ, что высушенную почву вносятъ въ пространство насыщенное водяными парами и по прошествіи нѣкотораго времени, по приближенію въ вѣсъ, судятъ о количествѣ поглощенныхъ паровъ. Это количество зависитъ какъ отъ свойствъ самой почвы, такъ и отъ состоянія воздуха. Наибольше полныя изслѣдованія надъ гигроскопичностью произведены (Сигорскимъ *). Онъ бралъ для опытовъ: моховой торфъ, кварцевый песокъ, суглинки съ частицами различной величины и помещалъ ихъ въ пространство, въ которомъ относительная влажность колебалась отъ 60% до 70%, на 24 часа. При этомъ изучалось: влияние толщины почвеннаго слоя на количество поглощаемыхъ водяныхъ паровъ при различной температурѣ, влияние относительной влажности воздуха, почвы и пр. Прежде всего было установлено, что сгущеніе воздушныхъ паровъ почвою происходитъ только до глубины сантиметровъ, а въ почвахъ рыхлыхъ доходитъ и до 6 сантиметровъ, но количество образующейся отъ этого влаги, сравнительно съ атмосферными осадками, очень невелико и въ благопріятномъ случаѣ достигаетъ около $\frac{1}{4}$ мм., тогда какъ уже слабый дождь доставляетъ почвѣ больше воды.

Вліяніе относительной влажности воздуха на гигроскопичность почвы заключается въ томъ, что съ повышеніемъ первой увеличивается и количество сгущаемой почвою атмосферной влаги: такъ при относительной влажности воздуха 40—60% образуется мало гигроскопической воды, а при 80—100%

*) Wollny: „Forschungen“. В. IX, S. 413—433.

гораздо больше, — отсюда можно заключить, что во время засухи почва подлущит из воздуха больше водяных паровъ и тѣмъ меньше будетъ ихъ терять, чѣмъ суше воздухъ.

Далѣе гигроскопичность почвы зависитъ отъ температуры и влажности подпочвы, или вообще нижележащихъ слоевъ, и тѣмъ болѣе, чѣмъ влажнѣе послѣдніе и ниже температура; такъ, наприм., образовалось гигроскопической воды:

Почва.	Температура воздуха.	Относительная влажность воздуха.	Влажная подпочва.		Сухая подпочва.	
			Прибыль влаги.	Уменьшеніе влаги.	Прибыль влаги.	Уменьшеніе влаги.
I. Кварцевый песокъ . . .	19° С.	40%	—	185,6	—	208,5
II. Суглинокъ частицы (0,3—1 mm.) . . .	20° „	60 „	—	97,5	—	120,1
III. Тоже (1—2 mm.) . . .	20,5° С.	80 „	138,2	—	138,2	—
IV. Тоже (2—4 mm.) . . .	16° „	100 „	359,1	—	339,0	—

Такимъ образомъ, при влажной подпочвѣ, количество гигроскопической влаги въ почвѣ хотя и возрастаетъ, сравнительно съ сухою подпочвою, но въ общемъ не особенно значительно, но при этомъ имѣетъ значеніе температура. Вліяніе температуры какъ воздуха, такъ и почвы на гигроскопичность весьма существенно, такъ какъ ея опредѣляется не только количество сгущаемыхъ почвою водяныхъ паровъ, но и тѣ отношенія, которыя возникаютъ между почвою и воздухомъ, — отношенія по своему значенію весьма существенныя для почвы, какъ увидимъ далѣе.

Температура измѣняетъ гигроскопичность почвы, но это измѣненіе будетъ неодинаково въ зависимости какъ отъ почвы, такъ и отъ воздуха.

Опыты показали, что влажность воздуха увеличивается не пропорціонально повышенію температуры, но сильнѣе ея, иначе говоря, въ то время, какъ температура возрастаетъ въ арифметической прогрессіи, влажность воздуха возрастаетъ въ геометрической. А влѣдствіе этого понятно, почему количество гигроскопической воды въ почвѣ, при полномъ насыщеніи воздуха, будетъ возрастать съ температурою, а при насыщенномъ воздухѣ происходитъ обратное, т.-е. при равныхъ отношеніяхъ способность почвы сгущать водяные пары съ повышеніемъ температуры должна уменьшаться. При пониженіи температуры количество сгущаемыхъ водяныхъ паровъ достигаетъ средней высоты, сравнительно съ тѣмъ, которое наблюдается при постоянной температурѣ. Причина этого явленія кроется, вѣроятно, въ томъ, что гигроскопическое равновѣсіе во время пониженія температуры еще вполне не устанавливается, такъ что почва при возвышеніи температуры можетъ заимствовать изъ атмосферной влаги только часть водяныхъ паровъ. Однако результаты опытовъ нельзя непосредственно переносить на природную почву,

потому что воздух никогда, или на очень короткое время, бывает в ней насыщен водными парами. Исследование почвы в естественных условиях показывает, что ночью почва конденсирует водные пары, по дню, при повышении температуры и понижении относительной влажности воздуха, она теряет часть принятой влаги и эта потеря бывает больше, чем прибыль воды ночью. Очевидно, что между почвою и воздухом в отношении гигроскопичности существует взаимная связь, выражающаяся в том, что когда воздух насыщен парами, то он отдает часть их почве и наоборот, почва стремится выделить часть водяных паров в воздух при понижении влажности последнего. Иначе говоря, содержание водяных паров в воздухе и в почве стремится прийти в равновесие. А так как с изменением содержания влаги в воздухе будет изменяться давление последнего, то гигроскопичность почвы будет зависеть от давления воздуха. Именно при насыщенной атмосфере давление не оказывает почти никакого влияния на гигроскопичность, но отношение изменяется при ненасыщенном воздухе: гигроскопичность почвы понижается тем более, чем меньше будет давление воздуха. С изменением гигроскопичности почвы и давления воздуха возникает движение последнего из слоев, содержащих мало водяных паров, в те слои, где их находится больше, а такое движение воздуха в почве весьма содействует ее проветриванию, поэтому с этой стороны гигроскопические отношения почвы весьма важны для различных процессов, в ней происходящих. С другой стороны, эта взаимная связь между почвою и воздухом порождает явление, которое может быть не маловажно по своим последствиям для почвы. Во время сухой и жаркой погоды почва, как известно, теряет много воды вследствие испарения притом плотная поверхность гораздо более рыхлой. Воздух, содержащий различное количество водяных паров, легко проникает в разрыхленную почву, стремясь уравновесить содержание водяных паров в ее верхнем, высушенном слое, повышении влажности этого слоя, как видно из выше приведенных исследований, не может быть значительным, несмотря на то, что у самой поверхности почвы, как показывают опыты Вольни, воздух более влажен, чем на некоторой высоте от почвы. По мере движения воздуха в глубь, он все более насыщается водными парами и на некотором расстоянии от поверхности, при понижении температуры, которое происходит по мере углубления, воздух должен все более и более охлаждаться, это охлаждение может быть настолько значительно, что содержащаяся в воздухе гигроскопическая влага начнет сгущаться в вид капель, внутри почвенных промежутков. При постоянном, возобновляющемся притоке воздуха в почву поступает вновь гигроскопическая влага, которая опять сгущается в вид росы внутри почвы. Такое явление может совершаться летом в течение дня, пока воздух будет достаточно нагрет. Ночью будет совершаться обратное явление, именно испаряющаяся из нижних слоев почвы вода,

дойдя до поверхностного слоя, который сильно охлаждается ночью, будет отчасти оседать в промежутках верхнего слоя в видѣ капель росы. Въ последнее время существуетъ въ этомъ отношеніи взглядъ, что причиною росы служитъ именно почва, которая, смотря по ходу этихъ процессовъ, осаждастъ большее или меньшее количество капель воды на своей поверхности. Такъ или иначе образование внутри почвы, на некоторой глубинѣ отъ поверхности, капель воды подъ влияніемъ воздуха весьма возможно, и эта *внутренняя или подземная роса*, если можно ее такъ назвать, должна имѣть значеніе при снабженіи корней растеній влагою во время засухи. Какое количество воды можетъ образоваться отъ такой подземной росы, въ этомъ отношеніи не имѣется точныхъ изслѣдованій, но въ практикѣ земледѣлія извѣстенъ фактъ, что поддержаніемъ почвы въ рыхломъ состояніи (мотыженіемъ, боронованіемъ и т. п.) можно сохранить въ почвѣ болѣе влаги, нежели въ томъ случаѣ, когда поверхность ея оплотнѣла. При помощи разрыхленія можетъ быть значительно увеличена скважность почвы, вмѣстѣ съ этимъ почва дѣлается доступной для поступления въ нее большого количества воздуха, который, сообразно съ увеличеніемъ движения воды изъ нижнихъ слоевъ въ силу волосности и испаренія, будетъ содѣйствовать образованію въ верхнемъ слоевъ подземной росы. Но при этомъ очевидно будетъ имѣть существенное значеніе относительная влажность поступающаго въ почву воздуха и степень разрыхленія, потому что сухой воздухъ, при пылеватомъ состояніи почвы, можетъ въ указанномъ отношеніи не оказать никакого влиянія.

Пропускаемость почвы для воздуха. Почва, поглощая газы, частью измѣняетъ ихъ химически, частью задерживаетъ ихъ въ промежуткахъ между своими частицами. И въ томъ и другомъ случаѣ количество находящихся въ почвѣ газовъ и ихъ распредѣленіе въ различныхъ слояхъ почвы имѣютъ большое значеніе для процессовъ разложенія и вывѣтриванія, а следовательно для образованія въ почвѣ различныхъ химическихъ соединеній. Эти процессы существенно зависятъ отъ воды и воздуха, поступающихъ въ почву, но въ самой почвѣ могутъ образоваться различные газы, которые ею не задерживаются, а въ силу диффузіи выдѣляются въ атмосферу. Способность почвы распредѣлять поступающіе въ нее извѣстныя газы, а также тѣ, которые образуются внутри, можно назвать пропускаемостью почвы, въ отличіе отъ пропускаемости ея для воды. Пропускаемость почвы будетъ имѣть такимъ образомъ двойное значеніе: для самой почвы отъ нея будетъ зависеть провѣтриваніе, а для атмосфернаго воздуха пропускаемость будетъ вліять на его составъ, такъ какъ изъ почвы могутъ выдѣляться такіе газы, которыхъ нѣтъ въ нормальномъ воздухѣ, иногда вредные въ гигиеническомъ отношеніи (наприм. сѣроводородъ, углекислота и т. п.).

Пропускаемость почвы обуславливается съ одной стороны ея механическими и физическими свойствами, а съ другой—свойствами поступающихъ и

циркулирующихъ въ почвѣ газовъ. Исслѣдованія проницаемости почвы показываютъ, что она зависитъ отъ температуры, давленія воздуха, высоты слоя почвы, свѣжести и величины частицъ, влажности воздуха и почвы, а также отъ естественныхъ и искусственныхъ покрововъ, которыми почва отъняется.

Вліяніе температуры будетъ различно, смотря по тому, будетъ ли она одинакова у почвы и у воздуха, или же температура почвы постоянна, а воздуха различна и наоборотъ. Опыты Аммона *) показываютъ, что при одинаковой температурѣ воздуха и почвы проницаемость уменьшается, при постоянной температурѣ почвы, но измѣнчивой температурѣ воздуха, проницаемость также уменьшается и наконецъ при постоянной температурѣ воздуха, но различной температурѣ почвы, количество входящаго въ почву воздуха понижается.

Изъ опытовъ надо, кромѣ общаго вліянія температуры, заключить также, что на проницаемость все-таки сильнѣе вліяетъ температура самой почвы, нежели воздуха, а потому наприм. лѣтомъ, когда верхніе слои почвы имѣютъ высокую температуру, движеніе воздуха будетъ сильнѣе, чѣмъ въ нижнихъ, зимою же, наоборотъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ.

Но проходящій въ почву воздухъ можетъ имѣть различное давленіе, а потому и движеніе его должно зависѣть отъ давленія.

Исслѣдованія Ренка **) показываютъ, что если воздухъ проходитъ подъ давленіемъ чрезъ какое-либо пористое вещество, то объемы воздуха пропорціональны давленію до тѣхъ поръ, пока скорость движенія воздуха не превосходитъ 0,062 метра въ секунду. Если скорость увеличивается, то объемы воздуха измѣняются въ меньшемъ отношеніи, чѣмъ давленіе, которое будетъ тѣмъ менше, чѣмъ болѣе возрастаетъ скорость воздуха. Такъ, наприм., средний песокъ, толщиною въ 2 метра, пропускалъ въ минуту воздуха (въ литрахъ):

при давленіи	40 mm.	8,98	
"	"	80 "	14,81
"	"	120 "	19,63

мелкій песокъ слоемъ такой же толщины:

при давленіи	50 mm.	5,61	
"	"	100 "	10,00
"	"	150 "	13,63
крупный песокъ при	50 mm.	0,87	
"	"	100 "	1,73
"	"	150 "	2,59

Слѣдовательно между давленіемъ и количествомъ проходящаго воздуха не существуетъ строгой пропорціональности, но количество проходящаго

*) Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Luft. Wollny: „Forschungen“. B. III, 220.

**) Wollny: „Forschungen“. B. X, S. 202.

через почву воздуха возрастает всегда меньше, чем давление, и только при частицах до 1 мм. в диаметре проницаемость находится почти в прямом отношении к давлению, для крупного же песка получается значительная разница, которая однако бывает тем меньше, чем толще слой крупных частиц. Это можно объяснить тем, что давление влияет на проницаемость не только в зависимости от величины, но и от формы частиц, которая может оказывать большее или меньшее сопротивление прохождению воздуха через почву вследствие трения, неправильности промежутков, поверхности частиц и т. п. Если частицы крупны и больше или меньше правильной формы (округлы), то проницаемость может быть пропорциональна скорости движения воздуха при увеличении его давления; но при частицах мелких (тонкий ил) с неправильною угловатою, плоскою, чешуйчатою формою (слода и др.) давление не будет увеличивать проницаемость. Поэтому почвы крупно зернистыя (песчаныя, известковыя) хорошо пропускают воздух и тем сильнее, чем выше давление; почвы глинистыя, иловатыя и т. п. дурно проветриваются, несмотря на увеличение давления входящих в них газов.

Далее проницаемость зависит от толщины слоя почвы, через который движется воздух, так как а priori ясно, что через тонкий слой может пройти больше воздуха и скорее, чем через толстый. Все изыскания показывают, что чем выше слой почвы, тем меньше проницаемость и при прочих равных условиях она пропорциональна толщине слоя, т.-е. смотря по скорости движения воздуха, величине и форме частиц почвы она увеличивается или уменьшается. У крупно-зернистых почв, с больше или меньше правильными (округлыми) частицами, количество проходящего воздуха обратно пропорционально толщине слоя, у мелкозернистых почв, с неправильными частицами, проницаемость уменьшается меньше значительно, сравнительно с увеличением толщины слоя. Но так как величина и форма частиц обуславливают величину и количество промежутков, т.-е. скважность, то проницаемость находится в тесной зависимости от скважности почвы, с увеличением которой она должна по видимому возрастать. Но очевидно здесь будет иметь большое значение размер и форма промежутков, которая представляет известное сопротивление движению воздуха. А потому при одной и той же скважности, но при различной величине и форме частиц, проницаемость будет весьма различна: так наприм. для среднего и мелкого песка, скважность которых 55%, проницаемость оказалась: у среднего песка $0_{,11}$, а у мелкого $0_{,001}$, т.-е. в сто раз меньше, потому что промежутки у мелкого песка уже, а от этого и движение воздуха в нем происходит труднее.

Вообще, чем крупнее частицы, тем больше проницаемость почвы. По определениям Ренка, величина промежутков, при прочих равных условиях, может понижать проницаемость в 20000 раз, а при одинаковой

величинъ ихъ, но различной скважности, пропускаемость пропорціональна поперечному сѣченію промежутковъ. А такъ какъ скважность зависитъ не только отъ величины и формы частицъ, но и отъ ихъ взаимнаго расположенія, то движеніе воздуха будетъ различно въ рыхлой, или уплотненной почвѣ. Наприм. кварцевый песокъ, при одномъ и томъ же вѣсѣ (1396 грам.) и влажности, при величинѣ частицъ 0,25 мм. имѣть пропускаемость:

при рыхломъ состояніи	30,01
„ уплотненномъ состояніи	14,10
„ плотномъ „	7,01

Такимъ образомъ уплотненіе сильно понижаетъ пропускаемость почвы для воздуха и тѣмъ значительнѣе, чѣмъ крупнѣе частицы. Отсюда надо заключить, что укатываніе почвы можетъ имѣть сильное вліяніе на ея сѣдность и тѣмъ болѣе, чѣмъ плотнѣе становится почва. Вліяніе величины частицъ на пропускаемость имѣетъ большое значеніе, такъ какъ крупнозернистыя почвы, хорошо пропускающія воздухъ, отъ примѣса иловатыхъ частицъ становится трудно пропускаемыми какъ для воды, такъ и для воздуха. Такъ наприм. примѣса иловатыхъ частицъ къ песку, имѣющему пропускаемость 74,6, понижается, при толщинѣ пла въ 1 мм., въ 5 разъ (14,6), а при слоѣ въ 5 мм. даже въ 25 разъ (2,9). Очевидно пропускаемость будетъ существенно обуславливаться механическимъ составомъ почвы.

Вообще глинистыя и иловатыя почвы будутъ обладать незначительною пропускаемостью, а песчаныя наибольшею, но не одинаковою въ зависимости отъ измѣненія скважности. Значительное вліяніе на пропускаемость почвы для воздуха имѣетъ влажность, потому что если промежутки почвы заполняются водою, то движеніе воздуха будетъ во всякомъ случаѣ проходить труднѣе, нежели въ почвѣ сухой. Съ другой стороны, гигроскопичность воздуха, поступающаго въ почву, должна также имѣть вліяніе на пропускаемость. Вліяніе влажности самой почвы будетъ неодинаково, смотря по количеству содержащейся въ ней воды, такъ наприм.

Пропускаемость въ литрахъ.

При величинѣ частицъ.	Вѣсъ сухой почвы.	Сухой почвы. при содержаніи воды				
		50 сс.	100 сс.	150 сс.	200 сс.	
0 — 0,25 мм	1396 грам.	16,76	20,69	17,21	7,01	1,68
0,25 — 0,5 „	1500 „	44,77	48,12	28,80	3,02	—
0,5 — 1 „	1512 „	96,36	102,02	64,82	31,06	—
1 — 1 „	1512 „	277,17	295,16	105,64	—	—

Но при этомъ пропускаемость измѣняется различно, смотря по тому, откуда движется вода въ почву, снизу или сверху. Именно, при одинаковой скважности и влажности почвы, но при различной величинѣ частицъ, количество проходящаго въ почву воздуха уменьшается съ увлажненіемъ почвы и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе содержится воды, несмотря даже на увеличеніе давленія; при этомъ чѣмъ мельче почвенныя частицы, тѣмъ труднѣе

проходить воздухъ, при движеніи воды снизу хуже, чѣмъ сверху: мелкозернистая почва въ этомъ случаѣ становится совершенно не пропускаемой для воздуха. Крупнозернистыя почвы, даже при полномъ насыщеніи водою, все-таки будутъ провѣтриваться, такъ какъ въ нихъ всегда находятся экважины, свободныя для движенія воздуха. Почвы, содержащія глинистыя, иловатыя и перетонныя частицы, способныя набухать, при насыщеніи водою совершенно не провѣтриваются, такъ какъ представляютъ большое сопротивление для движенія воздуха, которое, какъ показываютъ опыты, весьма значительно уже при содержаніи 60—70% воды (наприм. въ торфѣ), т.-е. ниже полного насыщенія водою. Если почва замерзаетъ, то она дѣлается совершенно непроницаемою для воздуха даже и въ томъ случаѣ, когда состоитъ изъ крупныхъ частицъ. Это объясняется тѣмъ, что воздухъ, входящій въ почву даже подъ давлениемъ, не въ состояніи вытѣснить изъ промежутковъ образовавшагося льда.

При увеличеніи содержанія воды, наприм. до 200 граммовъ, частицы отъ 0 до 0,5 мм. въ замерзшемъ видѣ становятся совершенно не пропускаемыми и вообще при увеличеніи влагоемкости почвы пропускаемость почвы при замерзаніи сильно понижается.

Но пропускаемость измѣняется не только отъ влажности самой почвы, но, повидимому, на нее влияетъ влажность воздуха.

Изъ опытовъ Аммона можно заключить, что во влажную почву лучше проходить сухой воздухъ, а въ сухую лучше влажный. Но эти опыты не могутъ рѣшить окончательно подобныхъ отношеній, такъ какъ они производились при одной и той же температурѣ; быть-можетъ повышеніе температуры, измѣняя плотность воздуха и его упругость, будетъ дѣйствовать иначе. а потому различіе въ пропускаемости сухой и влажной почвы не будетъ особенно замѣтнымъ. Нельзя однако совершенно отрицать, что при высушеніи почвы пропускаемость измѣняется, но какъ велико это измѣненіе въ завиcимости отъ гигроскопичности воздуха, сказать ничего положительнаго нельзя, такъ какъ здѣсь дѣйствуетъ много условій: величина и расположеніе частицъ почвы, температура того слоя, въ которомъ движется воздухъ и многое другое. Кроме того степень пропускаемости почвъ вообще находится въ большой зависимости отъ скорости движенія воздуха, которая, вслѣдствіе сопротивленія, оказываемаго почвою и вообще всякими пористыми тѣлами движенію газовъ, будетъ измѣняться, а потому изслѣдованіе почвенныхъ слоевъ въ отношеніи пропускаемости должно производиться при равныхъ скоростяхъ движенія воздуха, ибо только въ такомъ случаѣ возможно сравненіе получаемыхъ результатовъ и правильность дѣлаемыхъ изъ нихъ выводовъ. Изслѣдованія показываютъ, что, при равныхъ скоростяхъ одинаковаго объема воздуха, пропускаемость почвы прямо пропорціональна высотѣ слоя, а при равной высотѣ слоя и одномъ и томъ же объемѣ воздуха скорость его движенія обратно пропорціональна давленію. Имѣя въ виду эти

отношения, необходимо опыты надъ пропускаемостью производить при определенныхъ скоростяхъ воздуха, взятого въ определенномъ же объемѣ.

Наконецъ изслѣдованія Вольби показали, что способность почвы пропускать газы находится въ зависимости отъ того, покрыта ли она растеніями или какими-либо другими покровами, наприм. соломой, навозомъ, листовою и т. п., или же обнажена (наприм. находится въ пару).

Изслѣдуя количество воздуха, именно содержаніе углекислоты въ почвѣ, находившейся подъ паромъ и въ почвѣ, поросшей травой. Вольби нашелъ, что въ пару содержаніе углекислоты бываетъ наибольшее, подъ травой же наименьшее, а въ почвѣ покрытой соломой или навозомъ — среднее. Изслѣдованія Аммона надъ известковымъ пескомъ, содержащимъ 19,85% воды показали, что подъ различными покровами пропускаемость его измѣнялась слѣдующимъ образомъ (при температурѣ 10° С. и давленіи 40 мм.):

въ почвѣ голой	пропускаемость . . .	7,32	литра.
” ” покрытой	” . . .	—	”
” ” соломой	” . . .	6,30	”
” ” покрытой	” . . .	—	”
травой (дервиною).	. . . . .	1,61	”

Слѣдовательно растительный покровъ болѣе всего понижаетъ пропускаемость почвы для воздуха сравнительно со всѣми другими покровами.

Это явленіе можно объяснить тѣмъ, что промежутки почвы, занятой растеніями, бываютъ заполнены множествомъ корней, которые замедляютъ разложеніе органическихъ веществъ, находящихся въ почвѣ, вследствие чего образуется незначительное количество углекислоты, тогда какъ въ пару эти процессы совершаются безпрятственно, а потому тамъ и содержаніе ея возрастаетъ.

Отношеніе почвы къ теплотѣ.

Почва обладаетъ способностью нагреваться подобно всѣмъ тѣламъ въ природѣ. Эта способность оказываетъ влияние на температуру воздуха, такъ какъ часть поглощаемаго почвою тепла поступаетъ обратно въ окружающую среду, т.-е. въ атмосферу, и уже поэтому важное значеніе въ метеорологическомъ отношеніи имѣетъ поглощеніе и отраженіе почвою тепла. Но еще большее значеніе эти отношенія имѣютъ для растений, которыя большую часть тепла, необходимаго имъ для образованія сухого вещества, получаютъ именно отъ почвы, поэтому послѣдняя, въ зависимости отъ ея отношеній къ теплотѣ, можетъ существенно вліять на продуктивность воздѣлываемыхъ на ней растений. Не говоря о томъ, что только при определенной температурѣ въ почвѣ совершаются различные химическіе и физическіе процессы, проросающія сѣмянъ и развитіе всходовъ, изслѣдованія прямо указываютъ на связь существующую между температурой почвы и явленіями растительной жизни, а слѣдовательно ростомъ и количествомъ

образующейся органической массы. Так, наприм., по опытам Бялоблочкаго, количество образующагося въ растенияхъ сухого вещества измѣняется въ зависимости отъ температуры почвы слѣдующимъ образомъ:

при температурѣ . . .	8°	10°	15°	20°	25°	30°	40° С.
рожь	23,9	22,8	32,4	49,5	42,4	47	31,9 миллиграм.
пшеница	15,8	20,8	29,5	30,8	43,9	46,9	40,3.
ячмень	17,1	18,0	31,4	36,7	42,0	35	26,7.

Несмотря на нѣкоторые недостатки въ методѣ изслѣдованія, приведенныя данныя показываютъ значеніе почвеннаго тепла для растений.

Отношеніе почвы къ теплотѣ выражается въ способности ея поглощать тепло, отражать его и передавать глубокимъ слоямъ; результатомъ всего этого является извѣстная температура почвы.

Источники почвенной теплоты. Почва можетъ замѣтывать теплоту отъ различныхъ источниковъ, которыми служатъ: солнечная теплота, теплота, образующаяся при различныхъ химическихъ и физическихъ процессахъ, совершающихся въ почвѣ, и наконецъ внутренняя теплота земнаго шара.

Количество тепла, которое почва получаетъ отъ дѣйствія солнечныхъ лучей, бываетъ весьма не одинаково не только въ зависимости отъ продолжительности и силы освѣщенія, но и отъ того, что солнечные лучи, прежде чѣмъ достигнуть поверхности земли, должны пройти черезъ атмосферу, причемъ, часть лучей поглощается воздухомъ, и тѣмъ большая, чѣмъ дальше земля находится отъ солнца и чѣмъ плотнѣе и влажнѣе воздухъ. При низкомъ стояніи солнца лучи его проходятъ болѣе длинный путь, прежде чѣмъ они достигнуть ближайшихъ къ землѣ слоевъ атмосферы, которые будучи плотнѣе и богаче водяными парами, получаютъ вслѣдствіе этого больше солнечнаго тепла. При прямомъ паденіи солнечныхъ лучей теряется, при прохожденіи черезъ воздухъ, приблизительно 0,2 нагрѣвательной силы, при низкомъ солнцестояніи еще больше. Въ среднемъ можно принять что изъ всѣхъ лучей почва получить 0,6—0,3 солнечнаго тепла, а 0,4—0,3 его поглощается атмосферой.

Другимъ источникомъ тепла для почвы могутъ служить различныя химическіе и физическіе процессы, при которыхъ развивается теплота. Къ такимъ процессамъ прежде всего надо отнести разложеніе органическихъ веществъ, т. е. вообще окислительные процессы, происходящіе въ почвѣ. Можно даже вычислить количество образующагося при этомъ тепла. При другихъ химическихъ процессахъ, происходящихъ въ почвѣ при обыкновенныхъ условіяхъ, наприм. при реакціяхъ соединенія кислотъ съ основаниями, поглощенія газовъ, солей и т. п. образуется также теплота; но значеніе всѣхъ такихъ реакцій для нагрѣванія почвы крайне ограничено не только потому, что при этомъ выделяется мало тепла, но и потому, что химическіе процессы въ почвѣ совершаются не всегда и находятся въ тѣс-

ной зависимости отъ другихъ условій, которыя даже въ одной и той же почвѣ весьма измѣнчивы.

Изъ физическихъ процессовъ при которыхъ, отдѣляется тепло, будутъ: треніе, капиллярныя явленія, проницаемость и пропускаемость почвы. При треніи частицъ почвы о различныя предметы развивается теплота, наприм. при обработкѣ орудіями, но опредѣлить въ точности степень нагреванія почвы отъ тренія довольно трудно. Больше замѣтно отдѣленіе тепла при явленіяхъ соприкосновенія почвы съ водою и газами: количество образующейся при этомъ теплоты можетъ вліять на нагреваніе почвы. Нулье наблюдать, что при поглощеніи воды сухими органическими веществами температура можетъ повыситься на 10°C . Исследования Штельвага показываютъ, что при поглощеніи почвою воды повышеніе температуры бываетъ даже выше 10°C ., смотря по условіямъ. Такъ повышеніе температуры можетъ быть тѣмъ больше, чѣмъ суше до поглощенія воды была почва, чѣмъ мельче ея частицы и чѣмъ ниже окружающая температура. Въ совершенно сухомъ состояніи повышеніе температуры почвы можетъ быть весьма значительнымъ отъ соприкосновенія съ водою. Если почва получаетъ дистиллированную воду, то повышеніе температуры ея увеличивается болѣе, нежели въ томъ случаѣ, когда въ нее поступаетъ растворъ различныхъ солей.

При поглощеніи водяныхъ паровъ, хотя и происходитъ повышеніе температуры, но не во всякихъ почвахъ значительно, такъ какъ кварцитъ ($0,88^{\circ}\text{C}$.), углекислая известь ($1,37^{\circ}$), каолинъ ($2,63^{\circ}$) нагреваются незначительныя, а водная окись желѣза ($9,24^{\circ}$) и гумусъ ($12,25^{\circ}$) гораздо сильнѣе. При этомъ чѣмъ выше температура воздуха, насыщеннаго водяными парами, чѣмъ мельче и суше частицы почвы, тѣмъ болѣе можетъ быть нагреваніе. При поглощеніи почвою другихъ газовъ происходитъ еще большее повышеніе температуры, хотя не для всѣхъ газовъ и составныхъ частей почвы одинаковое. Такъ при поглощеніи углекислоты, за исключеніемъ водной окиси желѣза ($6,96^{\circ}$), нагреваніе бываетъ не особенно сильное, во влажномъ состояніи большее, чѣмъ въ сухомъ. При поглощеніи же амміака повышеніе температуры у гумуса достигаетъ до $28,3^{\circ}$, у водной окиси желѣза до $18,03^{\circ}$. у остальныхъ же составныхъ частей почвы, даже при влажныхъ газахъ, повышеніе температуры бываетъ весьма незначительнымъ. Наконецъ, при движеніи въ почвѣ воды, влѣдствіе волосности и проницаемости, а также при движеніи воздуха, происходитъ треніе воды и газовъ о частицы почвы, которое иногда (наприм. у каолина) бываетъ весьма сильное и можетъ вызвать повышеніе температуры почвы. Но за всѣмъ тѣмъ всѣ означенныя физическія процессы не имѣютъ существеннаго значенія для нагреванія почвы, потому что ихъ вліяніе не постоянно и сильно зависитъ отъ величины частицъ состава почвы; а такъ какъ оба эти фактора измѣнчивы, то и повышеніе температуры будетъ также измѣняться.

Последнимъ источникомъ тепла для почвы будетъ внутренняя теплота

земного шара. Но собственная теплота земли весьма мало влияет на нагревание почвы; по имбюищимся изслѣдованіямъ совершенное уничтоженіе этого вліянія можетъ имѣть слѣдствіемъ пониженіе температуры верхняго слоя почвы не болѣе какъ на $\frac{1}{30}$ градуса. На основаніи наблюденій, собираемыхъ Британскою Ассоціаціею (British Association), можно принять на 35,4 метра повышеніе температуры на 1°, или на одинъ метръ глубины только 0,0283°. Да это повышеніе не вездѣ равномерно, ибо на него оказываютъ вліяніе потоки воды, которая движется то изъ верхнихъ, болѣе холодныхъ, то изъ нижнихъ, болѣе теплыхъ слоевъ земли. Такимъ образомъ дѣйствіе внутренней теплоты не имѣетъ особеннаго значенія для измѣненія и распределенія температуры на поверхности земли.

Слѣдовательно самымъ надежнымъ источникомъ служить солнечная теплота, которая и вызываетъ различныя явленія въ почвѣ, а именно: тепло поглощается поверхностью почвы, затѣмъ часть поглощеннаго тепла отражается и часть его передается въ нижніе слои. Поглощеніе тепла зависитъ отъ теплоемкости почвы, свойствъ ея поверхности, влажности, цвѣта и величины частицъ почвы.

Теплоемкостью почвы, какъ и всякаго другаго тѣла, называется количество теплоты, необходимое для нагреванія почвы на 1° сравнительно съ тѣмъ количествомъ тепла, которое требуется для нагреванія воды на ту же температуру.

Далѣе извѣстно, что теплоемкость тѣлъ измѣняется съ удѣльнымъ вѣсомъ, именно: чѣмъ послѣдній меньше, тѣмъ выше теплоемкость; затѣмъ теплоемкость тѣлъ измѣняется съ температурою: при низкой температурѣ теплоемкость меньше, чѣмъ при высокой, и пр.

Для опредѣленія теплоемкости существуетъ нѣсколько способовъ: способъ таянія льда (калориметръ Лавуазье и Лапласа), способъ смѣшенія (Реньо), способъ охлажденія (Реньо), способъ уменьшенія объема льда при превращеніи его въ воду (калориметръ Бунзена) и способъ непосредственнаго нагреванія тѣлъ. Шумахеръ опредѣлялъ теплоемкость различныхъ составныхъ частей почвы по способу смѣшенія, причемъ была найдена теплоемкость песка = 0,1282, глины = 0,1781, песчанаго суглинка = 0,1572. Но этотъ способъ представляетъ много неудобствъ, вѣдѣствіе большой потери тепла при смѣшеніи почвъ съ водою. Болѣе точныя опредѣленія теплоемкости были произведены Ифаундлеромъ и Платтеромъ надъ различными почвами, при чемъ оказалось, что теплоемкость ихъ колеблется отъ 0,19 до 0,30. Самую низшую теплоемкостьюю обладаютъ почвы, не содержащія перегноя, но состоящія главнымъ образомъ изъ силикатовъ или изъ извести. По опредѣленіямъ Ланга въ его калориметрѣ *) отдѣльныя составныя части почвы имѣютъ теплоемкость:

*) Lang: „Über Wärmecapacität der Bodencostituenten-Wollny Forschungen“. 1. 125.

кварцевый песокъ крупный	0,198
" " мелкій	0,191
" пыль (содерж. немного глины)	0,269
мраморный порошокъ .	0,211
каолинъ.	0,231
торфъ.	0,177

Вообще теплоемкость, опредѣляемая по вѣсу, колеблется между 0,15 и 0,4, или въ среднемъ для почвы равна 0,25. т.-е. въ четыре раза меньше теплоемкости воды. Самую малую теплоемкостью обладают окиси желѣза и кварцъ, самую большую—перегной, а водныя кремниевыя соединения (каолинъ) занимаютъ среднюю.

Но теплоемкость, *выражаемая по тѣсу* (0,25), относится къ твердой части почвы, безъ промежутковъ, наполненныхъ водою или воздухомъ.

Для почвы въ ея естественномъ видѣ теплоемкость будетъ иная, ибо вода и воздухъ, находящееся въ скважинахъ, имѣютъ большую теплоемкость, нежели твердое вещество почвы. А потому для получения дѣйствительной теплоемкости почвы надо вѣсовую теплоемкость умножить на обильный вѣсъ, наприм. для

кварцеваго песка	$0,196 \times 2,61 = 0,517$
мрамора.	$0,211 \times 2,72 = 0,582$
каолина.	$0,231 \times 2,17 = 0,576$
торфа.	$0,177 \times 1,26 = 0,601$
садовой земли. .	$0,267 \times 2,14 = 0,651$

Вообще объемная теплоемкость составныхъ частей почвы меньше различна, нежели вѣсовая, но все-таки низшею объемною теплоемкостью обладаетъ кварцъ, а большею — перегной; въ среднемъ для почвы объемная теплоемкость равняется 0,45. Но она будетъ различаться въ зависимости отъ состава, далѣе—отъ влажности, набуханія частицъ, ихъ величины и отъ другихъ свойствъ почвы. Вліяніе состава видно изъ изслѣдованій Либенберга, по которымъ большею объемною теплоемкостью обладаютъ почвы, содержащія перегной, меньшею—песчанья. При увеличеніи кажущагося удѣльнаго вѣса повышается и объемная теплоемкость, а такъ какъ больншій объемный (абсолютный) вѣсъ свойственъ почвамъ съ болѣе мелкими частицами, то объемная теплоемкость будетъ обуславливаться и величиною частицъ. Вліяніе влажности на теплоемкость очевидно уже изъ того, что вода имѣетъ большую теплоемкость, чѣмъ твердыя составныя части почвы, а равно и воздухъ, что и видно изъ сравненія теплоемкости почвъ высушенныхъ на воздухѣ и при совершенномъ удаленіи влаги (при 100°). Наприм. по опытамъ А. Шварца теплоемкость:

	вѣсовая.	объемная.
болотной почвы высуш. при 100 С	0,592	0,140
" " насыщ. водою (82,0 грам.)	0,196	0,966
аллюв. песка высуш. при 100 С	0,209	0,323

"	"	насыщ. водою (34,9 гр.) . . .	0,331	0,673
лёссового	суглинка	высуш. при 100 С . . .	0,218	0,326
"	"	насыщ. водою (43,2) . . .	0,393	0,763
диаллов.	глины	высуш. при 100 С . . .	0,223	0,289
"	"	насыщ. водою (51,3) . . .	0,417	0,804

Вообще, чѣмъ влажнѣе почва, тѣмъ выше ея теплоемкость, а потому почвы, способныя набухать, т.-е. поглощать много воды, будутъ имѣть значительную теплоемкость. Такъ наприм. теплоемкость была:

	безъ набуханія.	при увеличеніи объема.	
		въ 2 раза.	въ 3 раза.
у тонкаго ила . . .	0,611	0,822	0,881
у торфа (разложивш.)	0,00	0,900	0,933
у торфа волокист.	—	0,791	0,861

Изъ всѣхъ приведенныхъ данныхъ явствуетъ, что колебанія въ теплоемкости почвъ обуславливаются главнымъ образомъ ея физическимъ состояніемъ, химическій же составъ имѣетъ меньшее значеніе.

Поглощая тепло почва нагрѣвается. *Нагрѣваніе* почвы зависитъ однако не только отъ ея теплоемкости, но и отъ другихъ ея свойствъ, между которыми болѣе важное значеніе имѣютъ: цвѣтъ почвы, величина частицъ и видъ поверхности.

Цвѣтъ почвы оказываетъ значительное вліяніе на ея нагрѣваемость, и опыты показываютъ, что темныя почвы при прочихъ равныхъ условіяхъ нагрѣваются сильнѣе свѣтлоокрашенныхъ. А вслѣдствіе этого можно усилить нагрѣваніе почвы, покрывая ее какимъ-либо веществомъ темнаго цвѣта, такъ наприм. въ виноградникахъ усиливаютъ созрѣваніе ягодъ винограда, защищая почву темнымъ слящемъ, въ садахъ ускоряютъ таліе снѣга, покрывая его сажеею или темною нилью и т. п.

Шюблеръ впервые изслѣдовалъ вліяніе цвѣта на нагрѣваемость почвы*). Онъ помѣщалъ разныя почвы, въ сухомъ состояніи, въ два ящика и покрывалъ поверхность одной почвы слоемъ углекислой магнезій въ 4 дюйма, а другой—сажеею. При 25° С. на воздухѣ, верхніе слои почвъ получили слѣдующія температуры:

Родъ почвъ и веществъ.	Бѣлая поверхность.	Черная поверхность.
Сѣрожелтый кварцевый песокъ . . .	43,25° С.	50,87° С.
Бѣловатый " " . . .	43,25°	51,12°
Глина	42,37°	49,75°
Суглиннокъ	42,17°	49,50°
Мергелистая глина	41,37°	49,12°
Чистая глина	41,25°	48,89°
Известь	42,87°	50,50°
Гумусъ	42,56°	49,37°

*) Grundsätze der Agriculturchemie. В. II, S. 93.

Магnezія	42,62 ⁰	49,42 ⁰
Гипсъ	43,50 ⁰	51,22 ⁰
Садовая земля	42,37 ⁰	50,97 ⁰
Пахатная почва	42,00 ⁰	50,80 ⁰
Почва Юры	42,87 ⁰	50,50 ⁰

Однако эти и другія изслѣдованія не рѣшаютъ вполнѣ вопроса, такъ какъ наблюденія температуры производились только въ теченіе одного (жаркаго) дня и полученные результаты нельзя относить къ нагреванію почвы въ другое время, при другихъ температурахъ.

Вольни *), изслѣдуя вліяніе цвѣта на нагреваніе, бралъ почвы какъ въ сухомъ состояніи, такъ и съ определеннымъ содержаніемъ влаги, для того чтобы выяснитъ вліяніе цвѣта почвы вообще съ измѣненіемъ влажности. Изъ его опытовъ видно, что при различномъ цвѣтѣ почвъ степень нагреванія, на глубинѣ 1 дециметра, измѣнялась слѣдующимъ образомъ:

	Песокъ.	Глина.	Торфъ.
При черномъ цвѣтѣ	21,02 ⁰	23,83 ⁰	22,38 ⁰ С.
„ бѣломъ „	22,22 ⁰	22,70 ⁰	21,13 ⁰
Разница	1,70 ⁰	1,15 ⁰	1,05 ⁰

Известко-песчаная почва, содержащая кусочки известняка и перегной, при различномъ цвѣтѣ, на глубинѣ 22 сантиметра, обнаружила слѣдующія измѣненія температуры (лѣтомъ):

черная поверхность	23,09 ⁰ С.	} разность 0,57 ⁰ С.	Колѣбаніе средн. 0,38 ⁰
бѣлая „	22,12 ⁰		

въ холодное время года температура была:

черная поверхность	8,01 ⁰ С.	} разность 0,36 ⁰ С.	0,02 ⁰
бѣлая „	7,71 ⁰		

Изъ этихъ данныхъ слѣдуетъ, что въ теплое время года воздушно-сухая почва при темной поверхности бываетъ теплѣе, чѣмъ при свѣтлой окраскѣ. Ежедневныя колебанія температуры при темной окраскѣ больше, чѣмъ при свѣтлой. Въ время maximum'a суточной температуры различіе въ нагреваніи между темною и свѣтлою почвою бываетъ наибольшее, а во время minimum'a оно, напротивъ, очень незначительное. А потому передача тепла почвою изъ темноокрашенной почвы совершается абсолютно быстрѣе, чѣмъ изъ свѣтлоокрашенной, но температура въ темной почвѣ не падаетъ такъ низко, какъ въ свѣтлой. Съ увеличеніемъ глубины разница въ температурѣ темной и свѣтлой почвы вообще не велика и даже совершенно исчезаетъ при усиленіи инсоляціи и въ холодное время года.

Но одновременно съ цвѣтомъ на степень нагреваемости почвы будетъ вліять также теплоемкость, строеніе почвы, влажность и пр. Изъ двухъ почвъ

*) Forschungen I. 43—69.

одинаковаго цвѣта, съ однимъ и тѣмъ же строешемъ и поверхностью, та почва будетъ нагрѣваться еяпыше, которая имѣеть меньшую теплоемкость, потому что, чѣмъ ниже послѣдняя, тѣмъ выше тѣло нагрѣвается. На этомъ основаніи почвы, богатая перегноемъ, темнаго цвѣта, будутъ имѣть на поверхности меньшую температуру, чѣмъ свѣтлыя, бѣдныя гумусомъ, ибо первыя почвы имѣють большую теплоемкость, чѣмъ вторыя; кромѣ того, сухой перегной хуже проводитъ тепло, чѣмъ минеральныя составныя части, поэтому нагрѣваніе почвы съ большимъ содержаніемъ гумуса по мѣрѣ углубленія уменьшается. Вообще, цвѣтъ поверхности имѣеть большое вліяніе на нагрѣваніе почвы въ сухомъ ея состояніи и особенно при небольшемъ содержаніи гумуса, такъ какъ въ этомъ случаѣ, не смотря на темную окраску, теплоемкость и теплопроводность почвы не претерпѣвають значительнаго измѣненія. Если содержаніе гумуса увеличивается, или замѣчается большое различіе въ физическихъ свойствахъ, то вліяніе цвѣта понижается, или дѣлается совершенно одностороннимъ и незначительнымъ. Вліяніе различныхъ отгѣнковъ въ цвѣтъ почвы на нагрѣваніе съ поверхности, хотя и наблюдается, но не особенно сильно и, чѣмъ темнѣе поверхность, тѣмъ больше нагрѣваніе.

Но вліяніе цвѣта почвы на нагрѣваніе совершенно измѣняется при содержаніи влажности и тѣмъ рѣзче, чѣмъ больше почва имѣеть воды и, при прочихъ равныхъ условіяхъ, влажныя почвы вообще нагрѣваются хуже сухихъ. Вліяніе влажности можно объяснить, во-первыхъ, тѣмъ, что при увеличеніи воды въ почвѣ повышается ее теплоемкость, а поэтому нагрѣваніе происходитъ хуже, во-вторыхъ, при увлажненіи почвы измѣняется цвѣтъ, а потому и нагрѣваніе.

Вообще, подѣ вліянемъ влажности температура почвы на поверхности будетъ тѣмъ ниже, чѣмъ темнѣе цвѣтъ, и тѣмъ выше, чѣмъ меньше въ почвѣ содержится влаги, такъ какъ при увлажненіи почвы хотя поверхность и дѣлается темнѣе и нагрѣваніе усиливается, но за то повышается теплоемкость и испареніе воды, вѣдѣтвѣе чего почва охлаждается. Такъ температура почвы была:

суглинокъ сухой бѣлаго цвѣта	20,01 ⁰ С.
„ мокрый чернаго „	19,21 ⁰
пахатная почва сухая бѣлаго цвѣта	22,24 ⁰
„ „ влажнаго чернаго „	21,06 ⁰
кварцевый песокъ бѣлый	17,47 ⁰
„ „ желтый	17,40 ⁰
известковый песокъ свѣтлосѣрый	17,06 ⁰
„ „ темнобурый	16,92 ⁰

Нагрѣваемость почвы, кромѣ цвѣта и влажности, обусловливается еще величиною частицъ и видомъ поверхности. Величина частицъ вліяеть въ томъ отношеніи, что въ зависимости отъ крупности частицъ измѣняется поверхность, поглощающая тепло; слѣдовательно, чѣмъ мельче частицы поч-

Вѣтъ, тѣмъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, должно быть выше нагрѣваніе, такъ какъ мелкія частицы образуютъ большую поверхность нагрѣванія, чѣмъ крупныя. Такъ, по опытамъ Ланга *) надъ кварцевымъ пескомъ различной крупности, при определенной температурѣ воздуха 35,3° С. нагрѣваніе было.

частицы кварц. песка.	температура воздуха.	температура песка на пов.	Разность.
2 мм. въ диаметрѣ	35,3°	38°	—2,3°
2 —1 " " "	"	37,6°	—1,1°
1 —0,5 " " "	"	38°	—2,3°
0,5—0,2 " " "	"	38,9°	—3,4°
менѣе 0,2 " " "	"	35,8°	—0,3°

Отсюда можно заключить, что уменьшеніе величины частицъ усиливаетъ нагрѣваніе, но до известнаго предѣла, ибо одновременно съ измѣненіемъ величины частицъ будетъ измѣняться цвѣтъ, наприм. кварцевый песокъ, менѣе 0,2 мм., имѣетъ болѣе свѣтлую поверхность, а потому нагрѣваніе должно ослабляться. Кроме того, параллельно съ величиною частицъ будетъ вліять и свойства ихъ поверхности, такъ какъ известно, что гладкая и шероховатая поверхность горизонтальная или наклоненная, нагрѣваются различно, а потому, при крупныхъ частицахъ съ гладкою поверхностью будетъ проходить большее отраженіе тепла, у мелкихъ же частицъ съ шероховатою поверхностью это отраженіе слабѣе, а слѣдовательно нагрѣваніе въ первомъ случаѣ будетъ хуже, чѣмъ во-второмъ. Въ практическомъ отношеніи эти условія имѣютъ тѣмъ болѣе вліяніе, чѣмъ сильнѣе производится при обработкѣ почвы измѣненіе величины частицъ и вида поверхности.

Очень часто при обработкѣ почвъ рыхлыхъ, въ сухое время года, почва приводится въ поронковатое или пылеватое состояніе; при обработкѣ почвы во влажномъ состояніи поверхность выходитъ гладкою, даже блестящею; у почвъ перегнойныхъ, глинистыхъ, иловатыхъ, вообще сильно набухающихъ, поверхность часто примазывается орудіями. Имѣя въ виду неравное отношеніе крупныхъ и мелкихъ частицъ, съ гладкою и шероховатою поверхностью, къ нагрѣванію и охлажденію, становится понятнымъ, какое неправильное отношеніе къ теплу получаетъ почва при несвоевременной, или несоотвѣтственной обработкѣ, такъ какъ при мелкихъ частицахъ, наприм. лѣтомъ, почва можетъ сильно нагрѣваться, при гладкой поверхности, наприм. осенью или весною, почва будетъ сильно охлаждаться, а это какъ въ томъ такъ и въ другомъ случаѣ должно измѣнять ходъ различныхъ процессовъ, протекающихъ въ почвѣ.

Лучеиспусканіе почвы. Нагрѣваясь съ поверхности, почва теряетъ часть, теплоты вслѣдствіе отраженія, что ведетъ къ охлажденію почвы. Известно, что нагрѣваніе и охлажденіе находятся въ тѣсной зависимости, выражаю-

*) Forschungen. I, S. 387—388.

щейся въ томъ, что тѣла, медленно нагревающіяся, медленно и охлаждаются и, наоборотъ, тоже должно относиться и къ почвамъ.

Исследование лучеиспускающей почвы производится при помощи прибора Лесли. Металлическій кубикъ, постоянно подогреваемый, устанавливается горизонтально и на него насыпается исследуемая почва. Отражаемая ею теплота падаетъ на зеркало, поставленное подъ угломъ въ 45°, отъ котораго тепловые лучи собираются въ термомультипликаторъ, соединенный съ гальванометромъ, по отключенію стрѣлки котораго и судятъ о лучеиспускании. Исследования Лауга, *) произведенныя этимъ способомъ, показали, что если лучеиспускание сажки принять за 1000, то отраженіе тепла другими веществами выразится слѣдующимъ образомъ:

Сажа	1000.
торфъ	936.
кварцъ (мелкій)	907.
мраморъ	859.
каолинъ	840.

Отсюда надо заключить, что наибольшую отражательную способностью обладает сажка, затѣмъ торфъ, кварцъ, мраморъ и каолинъ, вообще вещества темнаго цвѣта лучеиспускаютъ сильнѣе, чѣмъ свѣтлаго, шероховатыя поверхности больше, чѣмъ гладкія; далѣе чѣмъ мельче частицы, тѣмъ выше отраженіе тепла, уплотненіе также усиливаетъ охлажденіе.

По исследованиямъ Либенберга, однако оказалось, что самыя различныя почвы, при одинаковыхъ вѣднннхъ условіяхъ, обладают почти равною лучеиспускасемостью. Такой результатъ находится въ совершенномъ противорѣчій съ приведенными данными Лауга. Для объясненія лучеиспускасности почвъ необходимо имѣть въ виду, что эта способность ихъ является слѣдствіемъ взаимодѣйствія не только свойствъ самой почвы, но также различныхъ вѣднннхъ условій.

Количество отражаемаго почвою тепла будетъ зависѣть отъ степени ея нагреванія и всѣ тѣ причины, которыя дѣйствуютъ при нагреваніи (теплоемкость, цвѣтъ, влажность, величина частицъ, свойства поверхности), должны вліять и на лучеиспусканіе. Съ другой стороны отраженіе тепла въ значительной степени обусловливается состояніемъ атмосферы, облачности и т. п. Ночью, когда лучеиспусканіе почвы происходитъ всего сильнѣе, поверхность ея бываетъ однако теплѣе, нежели прилегающіе къ почвѣ воздушные слои. При ясномъ небѣ лучеиспусканіе происходитъ сильнѣе, чѣмъ при облачномъ, поэтому въ первомъ случаѣ температура почвы можетъ сильнѣе понижаться, чѣмъ во второмъ. Во всякомъ случаѣ лучеиспусканіе почвы опре-

*) Laug. Über Wärmeabsorption und Emission des Bodens. Wollny. Eorschungen. I. s. 402—407.

Дѣляется самыми разнообразными условіями, относительно дѣйствія которыхъ пока не имѣется точныхъ изслѣдованій, а поэтому о результатѣ отражательной способности почвы мы не можемъ судить непосредственно, а можемъ изслѣдовать лишь скорость охлажденія почвы, которая однако не есть слѣдствіе одного только лученепусканія, потому что почва охлаждается и отъ другихъ причинъ, наприм. отъ соприкосновенія съ холодными тѣлами, отъ испаренія воды, отъ растворенія твердыхъ тѣлъ въ почвенной жидкости и т. п. Шюблеръ *) стремится опредѣлить такъ называемую *теплозадерживательную силу* различныхъ почвъ, нагревая образчики ихъ въ металлическихъ сосудахъ до 50°R и опредѣляя потерю тепла въ комнатѣ при 13°. Оказалось, что теплозадерживательная сила была у известкового, кварцеваго песка, мергеля наибольшая, у магнезін, гумуса—наименьшая. Изслѣдуя эти вещества въ сухомъ и влажномъ состояніи, Шюблеръ нашелъ, что различіе въ теплозадерживательной силѣ въ послѣднемъ случаѣ было больше, чѣмъ въ первомъ. Впрочемъ, эти данныя не даютъ права дѣлать какихъ-либо выводовъ, потому что поверхность металлическаго сосуда лученепускаетъ больше, чѣмъ находившееся въ немъ вещество, а потому и степень охлажденія должна быть иная, чѣмъ это было въ опытахъ Шюблера.

Изъ другихъ изслѣдованій оказалось, что охлажденіе находится въ зависимости отъ удѣльнаго вѣса, такъ наприм. песокъ (уд. вѣсъ 2,723), охлаждается скорѣе, чѣмъ глина (2,361), глина же скорѣе, нежели известь (2,168), а гумусъ (1,225) охлаждается всего медленнѣе. Тѣла съ наибольшею теплоемкостью которая обратна пропорціональна удѣльному вѣсу, должны, напротивъ, охлаждаться скорѣе, поэтому перегной, теплоемкость котораго выше, долженъ охлаждаться скорѣе песку, который, имѣетъ меньшую теплоемкость, но большій удѣльный вѣсъ.

На основаніи изслѣдованій относительно нагреванія и охлажденія почвъ вообще можно заключить, что почвы темныя, бѣдныя водою, имѣющія незначительный удѣльный вѣсъ, при дѣйствіи солнечныхъ лучей нагреваются всего сильнѣе, но по прекращеніи инсоляціи также быстро охлаждаются, какъ наприм. перегнойныя почвы въ сухомъ климатѣ. Напротивъ, темныя, но влажныя почвы съ высокимъ удѣльнымъ удѣльнымъ вѣсомъ, нагреваются медленно, но за то трудно и охлаждаются и представляютъ вмѣстѣ съ тѣмъ незначительныя колебанія температуры; таковы нѣкоторыя песчанныя почвы, глинистыя и суглинистыя въ сухомъ климатѣ. Свѣтлыя почвы, богатыя влагою, съ высокимъ удѣльнымъ вѣсомъ, нагреваются трудно, но медленно и охлаждаются и имѣютъ невысокую среднюю температуру, наприм. глинистыя и суглинистыя почвы во влажномъ климатѣ. Почвы свѣтлаго же цвѣта, влагоемкія, но съ незначительнымъ удѣльнымъ вѣсомъ, нагреваются медлен-

*) *Agriculturchemie*. В. II. s. 89.

но, но быстро охлаждаются: такія почвы имѣютъ недостаточныя тепловыя отношенія, при незначительной средней температурѣ эти почвы будутъ об- наруживать большія ея колебанія.

Теплопроводность почвы. При нагреваніи верхняго слоя часть тепла не- редается въ болѣе глубокіе слои вълѣдствіе присущей почвы теплопровод- ности. Эта способность проводить теплоту въ глубь имѣетъ значеніе для нагреванія почвы въ нижнихъ слояхъ, которое будетъ вообще тѣмъ силь- нѣе, чѣмъ выше теплопроводность почвы и обратно.

Теплопроводность всякаго тѣла, какъ извѣстно, обуславливается его фи- зическимъ состояніемъ, плотностью, химическимъ составомъ и т. п., такъ наприм. твердыя тѣла болѣе теплопроводны, чѣмъ жидкія, газы проводятъ тепло труднѣе жидкостей, тѣла съ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ (плотностью) обладаютъ болѣею теплопроводностью, чѣмъ болѣе легкія; теплопровод- ность измѣняется также отъ химическаго состава тѣлъ.

Почва точно также подчиняется вѣсѣмъ этимъ условіямъ: именно, чѣмъ рыхлѣе почва, тѣмъ ниже ея теплопроводность, сухая и влажная почва не одинаково проводятъ теплоту, потому что въ сухой почвѣ находится много воздуха, который плохо проводитъ тепло, вода же лучше и т. д., величина частицъ, ихъ составъ имѣютъ также вліяніе на теплопроводность почвы.

Изслѣдованіе теплопроводности почвы производится въ приборѣ, состоя- щемъ изъ двухъ существенныхъ частей: цилиндрическаго сосуда для помѣ- щенія почвы и металлическаго ящика, служащаго постояннымъ источникомъ тепла; первый сосудъ дѣлается наименѣе теплопроводнымъ и въ него встав- ляется нѣсколько (5—6) термометровъ на разстояніи до 6 сантим. одинъ отъ другаго. Вторая часть прибора состоитъ изъ цилиндрич. ящика, окру- женнаго для лучшей проводимости тепла мѣдною пластинкою, онъ напол- няется или нагрѣтою водою, температура которой можетъ быть измѣняема охлажденіемъ или нагрѣваніемъ, или для регулированія температуры упот- ребляется термостатъ. Для наблюденія служитъ термометръ, раздѣленный на пятью части градуса и плотно прилегающій къ мѣдной пластинкѣ.

Изслѣдованія Вагнера ¹⁾ надъ теплопроводностью почвъ показали, что различныя составныя части неодинаково проводятъ теплоту, такъ въ те- ченіе 10 часовъ температура была:

Вещества мелкоизмельченныя и плотно утрамбованныя.	Термометры въ приборѣ съ почвою.						Среднее увеличеніе температуры у	
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	II	VI термот.
Торфъ	40°	14,61 ⁰	5,33 ⁰	1,71 ⁰	0,75 ⁰	0,36 ⁰	4,26 ⁰	С.
Гумусъ (изъ сахара)	40	13,44	6,11	2,13	0,71	0,36	4,56	"
Каолинъ	40	14,52	5,99	2,11	0,69	0,35	4,78	"
Углек. известь . . .	40	14,67	5,47	2,10	0,90	0,40	4,79	"

¹⁾ Untersuchungen über das relative Wärmeleitungsvermögen verschiedener Bo- denarten. Wollny. Forschungen. VI. 1—51.

Водная окись желѣза	40	14,92	5,62	1,97	0,90	0,68	4,82	"
Кварць	40	16,76	6,97	2,80	1,22	0,81	5,66	"

Отсюда слѣдуетъ, что изъ составныхъ частей почвы лучше всего проводить теплоту кварць, затѣмъ водная окись желѣза, углекислая известь и каолинъ, хуже всего перегной.

Теплопроводность почвы измѣняется съ скважностью, именно въ зависимости отъ разрыхленія или уплотненія, величины и формы частицъ почва неодинаково проводитъ тепло. По изслѣдованіямъ Габерландта и Потта теплопроводность въ среднемъ была:

	при плотномъ рыхломъ наполненіи.	
торфа	4,56 ⁰	4,81 ⁰ С.
гумуса (изъ сахара)	4,56	4,78 "
каолина	4,78	4,37 "
углекислой извести	4,79	4,11 "
водной окиси железе	4,82	4,61 "
кварца	5,66	5,11 "

Такимъ образомъ теплопроводность почвы тѣмъ выше, тѣмъ плотнѣе ея частицы прилегаютъ другъ къ другу, различіе увеличивается съ повыше- шемъ содержанія влажности. Теплопроводность рыхлой почвы уменьшается не только вслѣдствіе увеличенія разстоянія между частицами, но и потому что въ промежуткахъ находится больше воздуха, который плохо проводитъ теплоту, при уплотненіи же количество воздуха уменьшается.

Такъ какъ скважность измѣняется отъ величины частицъ, то и тепло- проводность мелкихъ частицъ почвы должна отличаться отъ крупныхъ, такъ, напр., суглинокъ и кварць имѣли температуру въ воздушно-сухомъ состояніи:

суглинокъ рыхло-насыпанный (порошокъ) . . .	4,99 ⁰ С.
" " " 0,5 — 1 mm. . .	5,38 "
" " " 1 — 2 " . . .	5,35 "
" " " 2 — 4,5 " . . .	5,62 "
" " " 4,5 — 6,75 " . . .	5,74 "
" " " 6,75 — 9 " . . .	5,96 "

Отсюда слѣдуетъ, что теплопроводность увеличивается вообще (при сухой почвѣ) съ возрастаніемъ величины частицъ и кампей. Если почва влажная, то это отношеніе будетъ еще рельефнѣе, напр. теплопроводность была:

кварцевая пыль 33,11% воды по объему	10,45 ⁰ С.
кварцевый песокъ до 0,25 mm. съ 28,27% воды по объему	9,69 "
" " 0,25—0,5 " " 19,52 " " "	9,45 "
" " 0,5 — 1 " " 12,01 " " "	10,03 "
" " 1 — 2 " " 8,33 " " "	10,91 "
смѣсь всѣхъ частицъ " 15,05 " " "	9,95 "
суглинокъ съ 48,1% воды	7,08 "
" 2—6,75 mm. съ 47,61% воды.	7,02 "

Очевидно, что съ увеличеніемъ содержанія воды въ почвѣ теплопроводность усиливается. поэтому чѣмъ меньше почвенныя частицы и выше влагоемкость, тѣмъ болѣе должна быть и теплопроводность. Однакожъ это бываетъ не всегда, потому что при этомъ вліяетъ болѣе химическій составъ, плотность или рыхлость, нежели содержаніе воды. Такъ, наприм., одна и та же почва при одинаковомъ содержаніи влаги, но въ разной степени рыхлости, обнаружила теплопроводность:

Известково-песчаная почва	рыхлая,	уплотн.	очень сильно утрамбов.
Влажная (16,61% воды).	6,72 ⁰	7,20	7,29 ⁰ с.
Сырая (22,73 " ").	7,39 ⁰	8,23 ⁰	8,43 ⁰
Разность . .	0,67	1,03	1,14 ⁰ с.

Такимъ образомъ несомнѣнно, что во влажной почвѣ теплопроводность значительное, чѣмъ въ сухой. Но съ другой стороны въ воздушно-сухомъ состояніи теплопроводность измѣняется въ зависимости отъ влажности воздуха, находящагося въ промежуткахъ, именно теплопроводность понижается съ уменьшеніемъ влажности воздуха и наоборотъ, такъ какъ сухой воздухъ хуже проводитъ тепло, чѣмъ влажный.

Подъ вліяніемъ теплопроводности въ различныхъ слояхъ почвы измѣняется температура, но величина этого измѣненія будетъ существенно зависеть отъ скорости распространенія тепла въ различныхъ слояхъ. Всѣ вышеприведенныя наблюденія надъ теплопроводностью касаются только верхнихъ слоевъ почвы, хотя *движеніе теплоты* можетъ проходить и въ обратномъ направленіи т.-е. снизу вверхъ. Съ цѣлью опредѣлить скорость распространенія тепла въ различномъ направленіи. Вагнеръ произвелъ изслѣдованія надъ торфомъ, суглинкомъ и кварцевымъ пескомъ, измѣряя температуру на разной глубинѣ отъ поверхности ежедневно и чрезъ каждые 5 дней; при этомъ оказалось, что повышение температуры во всѣхъ слояхъ кварцеваго песку въ первые 15 дней происходитъ значительное, чѣмъ въ торфѣ, суглинокъ же въ этомъ отношеніи занимаетъ средину. При пониженіи температуры торфъ во всѣхъ слояхъ охлаждается медленнѣе, чѣмъ кварцевый песокъ, суглинокъ и здѣсь занимаетъ средину. Но подобныя измѣненія температуры наблюдаются не только въ большіе промежутки времени, но и ежедневно, наприм. пониженіе температуры ночью оказываетъ на слои песку сильное вліяніе, между тѣмъ какъ на торфъ это вліяніе слабѣе. При повышеніи температуры, напротивъ, нагреваніе песка въ глубокихъ слояхъ происходитъ гораздо сильнѣе, чѣмъ торфа, въ которомъ вліяніе солнечныхъ лучей обнаруживается меньше.

Въ виду этого можно заключить, что движеніе теплоты сверху внизъ, такъ же, какъ и снизу вверхъ въ перегной проходитъ всего медленнѣе, а въ кварцевомъ пескѣ всего быстрѣе, суглинокъ же въ этомъ отношеніи обнаруживаетъ распространеніе тепла съ среднею скоростью. Эти явленія имѣютъ важное значеніе для измѣненій температуры въ различныхъ слояхъ почвы.

Температура почвы.

Въдѣствіе нагрѣванія съ поверхности и теплопроводности почва пріобрѣтаетъ извѣстную температуру на различной глубинѣ. Эта температура обуславливается не только вліяніемъ солнечныхъ лучей, но главнымъ образомъ теплопроводностью нижнихъ слоевъ почвы, а такъ какъ свойства послѣднихъ бываютъ весьма различны, то величина почвенной температуры опредѣляется тѣми условіями, которыя существуютъ въ нижнихъ слояхъ. Каково бы ни было нагрѣваніе верхняго слоя, температура у различныхъ почвъ на извѣстной глубинѣ можетъ быть одинакова, а съ другой стороны у одной и той же почвы на извѣстномъ разстояніи отъ поверхности можетъ оставаться болѣе или менѣе постоянная температура, не смотря на колебанія въ нагрѣваніи верхнихъ слоевъ. Температура почвы на поверхности зависитъ непосредственно отъ силы и продолжительности солнечнаго освѣщенія, въ зависимости отъ котораго можетъ повышаться или понижаться, наприм. Шюблеръ наблюдалъ на поверхности почвы въ Тюбингенѣ температуру $67,5^{\circ}$ С. (при $25,6^{\circ}$ С. на воздухѣ въ тѣни), Лоренцъ приводитъ для Фіуме температуру до $57,5^{\circ}$ С. Въ нижнихъ слояхъ почвъ температура никогда не достигаетъ такихъ предѣловъ, такъ какъ по причинѣ вообще малой теплопроводности, собственной землѣ, тепла верхняго слоя проникаетъ въ глубь медленно, а поэтому колебанія температуры воздуха замѣчаются въ глубинѣ почвы только чрезъ болѣе или менѣе продолжительное время; такъ наприм., уже на глубинѣ 1 метра отъ поверхности, ежедневныя колебанія температуры воздуха мало ощутительны, на глубинѣ $2,5$ — 3 метровъ не только мѣсячныя измѣненія воздушной температуры, но даже годичныя становятся мало замѣтными, а на 20 — 30 метрахъ глубины совершенно исчезаютъ.

Для культурныхъ цѣлей достаточно знать измѣненія почвенной температуры на глубинѣ 15 , 30 , 60 , 90 — 100 сантиметровъ, слѣдовательно въ тѣхъ слояхъ, которыя служатъ для развитія корней растений, большинство которыхъ распространяется преимущественно на глубинѣ 30 — 50 сантим. и лишь немногія растения (люцерна, эспарцетъ, древесныя растения и пр.) проникаютъ своими корнями глубже. Измѣненія, которымъ подвергается температура почвы на указанной глубинѣ, обуславливаются вѣдѣствіемъ различныхъ факторовъ, между которыми главнѣйшее вліяніе оказываютъ свойства нижележащихъ слоевъ, влажность, цвѣтъ почвы, рыхлость и плотность, свойства поверхности (ровная, голая, покрытая растениями и т. п.). Кроме того, температура почвы измѣняется въ зависимости отъ ея природнаго положенія, наприм. наклона къ горизонту, географическаго положенія, высоты надъ уровнемъ моря, близости лѣсовъ и водоемовъ и т. п.

Вліяніе ниже лежащихъ слоевъ выражается главнымъ образомъ въ ихъ теплопроводности: если почва хорошо нагрѣвается съ поверхности, а нижележащіе слои дурно проводятъ тепло, то температура на извѣстной глу-

бинѣ можетъ быть низкою. Такъ, наприм., если поверхность почвы будетъ темнаго цвѣта (наприм. песчаная почва съ примѣсью перегной), а нижележащій слой состоитъ изъ веществъ, плохо проводящихъ теплоту (торфъ и пр.), то не смотря на хорошее нагрѣваніе верхняго слоя, температура таковой почвы, на нѣкоторой глубинѣ, будетъ низка, если же нижележащій слой обладаетъ хорошею теплопроводностью (песокъ), то температура можетъ быть значительно выше. Наоборотъ, если поверхность плохо нагрѣвается (свѣтлая почва), то температура будетъ понижаться или повышаться, смотря по теплопроводности глубже лежащихъ слоевъ. При однородности въ составѣ почвы температура ея на глубинѣ будетъ опредѣляться прямымъ отношеніемъ ея къ нагрѣванію, лученепусканію и теплопроводности. Но теплопроводность существенно измѣняется отъ влажности, а также отъ степени разрыхленія и уплотненія, а потому температура почвы на глубинѣ будетъ зависѣть отъ того, сухая или влажная, рыхлая или плотная почва.

Какъ указано выше, нагрѣваніе сухой и влажной почвы съ поверхности происходитъ неодинаково; кромѣ того, почва влажная испаряетъ воду, а послѣ высыханія иногда образуетъ кору, а вѣдѣствіе всего этого различіе въ температурѣ сухихъ и влажныхъ почвъ будетъ весьма значительно.

Исслѣдованія Вольни, относительно *вліянія степени влажности* почвы на ея температуру, показали, что она измѣняется въ разное время года въ зависящности отъ количества воды и степени ея испаренія. Вообще, въ сырромъ состояніи почва холоднѣе, чѣмъ въ сухомъ и средне-влажномъ, но за то колебанія температуры мокрой почвы бывають меньше, чѣмъ сухой и средневлажной. Такъ температура почвы лѣтомъ, при различномъ содержаніи влаги, на глубинѣ 10 сантиметровъ, была въ среднемъ:

Почва.	I Мокрал.	II Средне-влажнал.	III Сухая.	I—III Разность.
Суглинокъ 5—14 июня	22,08 ⁰	23,47 ⁰	24,92 ⁰	—2,84 ⁰
„ 18—21 июля	21,42	21,86	22,93	—1,56
Кварцевый песокъ	21,80 ⁰	22,39	23,90	—2,10
„ „	20,96	22,09	22,19	—1,23
Известковый песокъ	19,98	19,99	21,56	—1,59
Торфъ	19,36	19,90	21,17	—1,61

Вообще, во время вегетационнаго періода температура почвы бываетъ чѣмъ ниже, чѣмъ больше содержится влаги.

Температура влажной почвы зимою, при ея замерзаніи и весною, при оттаиваніи, измѣняется слѣдующимъ образомъ:

	I Мокрый.	II Средне-влажнйй.	III Сухой.	I—III Разность.
Суглинокъ (5—8 января)	—0,84 ⁰	—1,97 ⁰	—3,19 ⁰	+2,35 ⁰
„ 27—28 „	—0,93	—0,86	—1,41	+3,48
Кварцевый песокъ	—1,46 ⁰	—2,87 ⁰	—2,74 ⁰	+1,29
„ „	—1,44	—3,11	—1,76	+3,32

Такимъ образомъ при замерзании почвы въ сухомъ состояніи происходитъ болѣе значительное пониженіе температуры, чѣмъ во влажномъ. Это можно объяснить тѣмъ, что при переходѣ воды въ ледъ освобождается тепло, вѣдствие чего температура влажной почвы, пока образуется ледъ, не будетъ слѣдовать за пониженіемъ температуры воздуха. Тогда какъ въ сухой почвѣ, въ которую легко проникаетъ холодный воздухъ, происходитъ сильное пониженіе температуры. Но когда уже образовался ледъ, то температура влажной почвы можетъ быть ниже, или такая же, какъ и сухой.

Вообще, наблюденія температуры почвы въ сухомъ и влажномъ состояніи показываютъ, что въ теплое время года (лѣтомъ) она тѣмъ выше, чѣмъ меньше въ почвѣ содержится воды. Причиной этого явленія служить испареніе, которое вызываетъ охлажденіе почвы. Кроме того, при увеличеніи влагоемкости повышается теплоемкость, вѣдствие чего влажная почва дурно нагревается. Въ періодъ суточного максимумъ температуры различіе между почвами съ неодинаковымъ содержаніемъ воды вообще бываетъ болынее, чѣмъ въ періодъ суточного минимумъ температуры. Но это различіе тѣмъ меньше, чѣмъ ниже испареніе и выше теплопроводность почвы, поэтому въ холодное время года (осенью и зимою), при недостаточной инсоляции, низкой температурѣ воздуха, безвѣтріи, высокой влажности воздуха и сильномъ высыханіи верхнихъ слоевъ почвы, разница въ температурахъ будетъ наименьшая, въ противоположныхъ случаяхъ наибольшая. Охлажденіе почвы вѣдствие испаренія при одинаковыхъ условіяхъ и болыной теплопроводности будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ суше почва и чѣмъ хуже воздухопроницаемость, т.-е. поднятіе воды изъ нижнихъ слоевъ. Колебанія температуры почвы уменьшаются съ возрастаніемъ ея влажности и повышеніемъ вѣдствие этой теплоемкости, но они возрастаютъ, если теплопроводность почвы увеличивается и превосходитъ все другіе, дѣйствующіе при этомъ, факторы. Поэтому отклоненія между крайними температурами во влажномъ состояніи почвы, въ теплое время года и при сильномъ высыханіи верхняго слоя, часто бываютъ болыныя, чѣмъ у сухой или очень мокрой почвы.

При наступленіи морозовъ почва охлаждается тѣмъ скорѣе, чѣмъ меньше она содержитъ воды, но какъ только образуется ледъ, то температура уравнивается. Съ повышеніемъ температуры воздуха нагреваніе мерзлой почвы происходитъ, напротивъ, тѣмъ медленнѣе, чѣмъ болыше было воды. При оттаиваніи почвы весною различіе въ температурахъ сухой и влажной почвы мало значительны.

Различіе въ температурахъ сухой и влажной поверхности зависитъ отъ испаренія, при которомъ поглощается теплота, почему происходитъ охлажденіе нижележащихъ слоевъ, которые могли бы нагреваться этою теплотою, и различіе это будетъ еще сильнѣе при уплотненіи верхняго слоя. Пониженіе температуры при уплотненіи можно объяснить тѣмъ, что у сухой почвы удаляется болыное количество нагрѣтаго воздуха, а у влажной усиливается

волосное поднятіе воды изъ нижнихъ слоевъ, вѣдѣствіе чего увеличивается испареніе. Кромѣ того, надо помнить, что поверхность влажной почвы темнѣе и даже при высыханіи она удерживаетъ болѣе темный оттѣнокъ сравнительно съ почвою, бывшею все время сухою, у которой вѣдѣствіе свѣтлаго цвѣта понижается температура, а по этимъ причинамъ разница въ температурахъ сухой и влажной почвы уменьшается не такъ значительно, какъ этого можно было бы ожидать отъ одного только испаренія. На этомъ основаніи надо заключить, что такіе атмосферные осадки, какъ наприм. мелкій дождь, увлажняютъ только верхній слой почвы, мало влияють на пониженіе температуры послѣдней. Съ другой стороны очевидно, что *разрыхленіе почвы или ея уплотненіе*, увеличивая или уменьшая высыханіе почвы, будутъ дѣйствовать вмѣстѣ съ тѣмъ и на ея температуру.

Такъ, наприм. температура суглинка и песка, въ зависимости отъ ихъ состоянія, измѣняется слѣдующимъ образомъ.

	Неразрыхлен.	Разрыхлен.
суглинокъ	19,65 ⁰ —22,23 ⁰	19,63 ⁰ —22,20 ⁰
кварц. песокъ	18,79 —21,61	18,11 —20,79
известко-перегнойная почва на поверхности	19,27	18,63
на 10 сант. глубины	19,86	18,31
та же почва, покрытая пескомъ	22,95 —24,97	23,37

Отсюда надо заключить, что разрыхленіе почвы съ поверхности, или покрываніе ея пескомъ, замѣтно понижаетъ температуру. Такой выводъ стоитъ въ противорѣчій съ тѣмъ, что поверхностное разрыхленіе и покрытіе пескомъ уменьшаетъ испареніе, а вѣдѣствіе меньшаго высыханія поверхность должна болѣе нагреваться. Но при разрыхленіи почвы измѣняется механическое состояніе верхняго слоя, частицы раздѣляются большими промежутками, тогда какъ у неразрыхленной почвы или уплотненной частицы тѣснѣе прилегають другъ къ другу, а вѣдѣствіе этого въ первомъ случаѣ понижается теплопроводность почвы, ибо находящіеся въ промежуткахъ воздухъ, какъ плохой проводникъ тепла, будетъ существенно вліять на нагреваніе такого разрыхленного слоя. При обыкновенномъ же состояніи почвы, или при уплотненіи, теплопроводность будетъ значительно выше, воздуха въ промежуткахъ содержится меньше, а потому и нагреваніе будетъ выше. Что же касается температуры почвы, покрытой пескомъ, сравнительно съ разрыхленной и неразрыхленной, то она должна быть ниже потому, что песокъ вѣдѣствіе своего свѣтлаго цвѣта плохо поглощаетъ тепло, а потому ниже лежащій слой мало нагревается. Степень разрыхленія и уплотненія также вліяетъ на температуру почвы.

Такъ какъ при разрыхленіи почвы измѣняется величина частицъ, то измѣненіе температуры будетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ крупнѣе частицы, но до извѣстнаго предѣла. Такъ Вольби нашелъ, что температура суглинка повышается, пока частицы не будутъ имѣть 2—4,3 мм. въ діаметрѣ, а за-

тѣмъ при болѣе крупныхъ частицахъ она понижается: у кварцеваго песка повышение температуры идетъ до частицъ величиною 1—2 мм. При этомъ, если почва влажна, то это отношеніе нѣсколько измѣняется, именно температура влажной почвы увеличивается съ крупностью частицъ и понижается съ ихъ измельченіемъ, потому что мелкія частицы задерживаютъ больше воды. Чѣмъ крупнѣе, вслѣдствіе чего больше испаряютъ, и потому охлаждаются.

Исследования далѣе показываютъ, что измѣненія *физическихъ свойствъ почвы и ея состава* сопровождаются измѣненіемъ температуры, такъ опыты Вагнера указываютъ такую зависимость вслѣдствіе удобренія почвы различными веществами °), въ особенности органическими, при разложеніи которыхъ выдѣляется теплота, а также измѣняется цвѣтъ, состояніе почвы, отношеніе ея къ влажности и т. п. Такъ, наприм. при удобреніи кварцеваго песку, содержащаго только 4,3% влаги, конскимъ навозомъ наблюдается повышение температуры, которое бываетъ тѣмъ больше, чѣмъ выше содержаніе воды, съ другой стороны качество и количество вносимаго удобрения оказываютъ существенное вліяніе. Температура почвы повышается при большемъ количествѣ удобрения, далѣе конскій навозъ дѣйствуетъ сильнѣе, чѣмъ овчій и свиной, навозъ же крупнаго рогатаго скота оказываетъ слабое дѣйствіе въ этомъ отношеніи. Это объясняется различною теплоемкостью удобрения, скоростью ихъ разложенія и другими свойствами. Но вліяніе удобрений съ теченіемъ времени исчезаетъ отъ взаимодѣйствія различныхъ причинъ и повышение температуры почвы на 1 — 2,8°, обнаруживающееся при удобреніи ея, вообще говоря, имѣетъ мало значенія для нагрѣванія почвы.

Гораздо интенсивнѣе вліяніе на температуру почвы *различныхъ покрововъ (растительныхъ и нерастительныхъ)* которыми почва отбѣняется.

Многочисленныя исследования этого вліянія показали, что температура голой почвы и отбѣненной измѣняется, какъ на поверхности, такъ и въ различныхъ слояхъ въ зависимости отъ свойства покрововъ, продолжительности и силы отбѣненія, и вообще почва отбѣненная нагрѣвается хуже, чѣмъ голая.

Наблюденія Вольши надъ вліяніемъ мертвыхъ и живыхъ покрововъ **) на температуру почвы указываютъ зависимость последней отъ времени года, качества покрововъ и значеніе различныхъ культуръ въ этомъ отношеніи.

Такъ измѣненіе температуры почвы, покрытой и непокрытой, въ теченіе года было:

*) Wollny. Forschungen. V, 373. 405.

**) Forschungen. VI. 197 — 256. XII. Untersuchungen über den Einfluss der Pflanzendecke und der Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens.

	Температура почвы на глубинѣ 10 сантим.			Разность.
	Трава.	Солома.	Парь.	
Суглинокъ	16,97 ⁰	18,00 ⁰	19,14 ⁰	2,17 ⁰
Кварц. песокъ	17,28	18,66	19,51	1,66
Известк. песокъ	17,16	18,21	18,71	1,55
Торфъ	16,79	17,90	19,55	2,16

Такимъ образомъ въ течение теплаго времени года температура почвы покрытой, въ среднемъ, бываетъ ниже, чѣмъ непокрытой (въ парю), а ежедневный максимумъ и температуры голой почвы бываетъ выше, чѣмъ отъѣняемой. minimum же наоборотъ, т.е. голая почва ночью бываетъ наприм. холоднѣе, чѣмъ покрытая. Но за то ежедневныя колебанія температуры голой почвы болѣе значительны, чѣмъ покрытой соломою или травою. Вообще надо замѣтить, какъ это установлено наблюдениями (Вольни, Эбермайера, Беккерелей и др.), что вліяніе покрововъ на почвенную температуру столь значительно, что даже свойства отдѣльныхъ почвъ, рѣзко отличающихся между собою по отношенію къ теплу, болѣе или менѣе сглаживаются.

Температура почвы въ течение года подъ травою и растительными остатками (живьемъ, навозомъ и пр.) претерпѣваетъ слѣдующія измѣненія. Лѣтомъ почва покрытая бываетъ до большой глубины въ среднемъ теплѣе, зимою же холоднѣе, чѣмъ непокрытая (въ парю); такое же различіе обнаруживается осенью и весною. При наступленіи же холодной погоды лѣтомъ, или теплою зимою, вліяніе покрововъ на температуру почвы обнаруживается въ противоположномъ указанному направленіи. Весною голая почва нагревается быстрѣе, но при наступленіи холодной погоды быстрѣе же и охлаждается, чѣмъ покрытая. Но вліяніе покрововъ въ сильной степени зависитъ отъ ихъ толщины, а также отъ продолжительности дѣйствія солнечныхъ лучей на почву, т.е. отъ степени инсоляціи и теплопроводности отъѣняемой почвы. Такъ въ почвахъ минеральнаго происхожденія, наприм. песчаныхъ, хорошо проводящихъ теплоту, покровы вызываютъ большее измѣненіе температуры, нежели въ почвахъ органическаго происхожденія (торфъ) съ меньшею теплопроводностью, вслѣдствіе чего въ первомъ случаѣ почва голая (въ парю), сравнительно съ покрытою, при повышеніи температуры, быстрѣе нагревается, а при пониженіи температуры скорѣе охлаждается, чѣмъ въ послѣднемъ.

Вліяніе различныхъ растений на температуру почвы измѣняется въ зависимости отъ развитія подземныхъ органовъ (листьяевъ), ихъ положенія, т.е. направлены ли они вверхъ (какъ у злаковъ), или расположены горизонтально (наприм. бобовыя, рапсъ и т. п.), далѣе періодъ развитія растений, время поѣва, густота стоянія и пр., измѣняя степень отъѣненія, будутъ вліять и на температуру почвы.

Такъ по наблюдениямъ Вольни *) средняя мѣсячная температура почвы

*) Ibid. XII. S. 9.

на глубинѣ 15 сантим. подъ различными растеніями и въ парѣ была (въ периодъ времени съ 1-го мая по 30-е сентября):

	Средняя температура.	Разность температура съ паромъ.
Подъ травою	15,66° С.	-1,38 ⁰
„ клеверомъ	15,56	-1,42
„ горохомъ	15,61	-1,31
„ бобами	15,81	-1,11
„ викою	15,87	-1,13
„ рожью	15,80	-1,04
„ овсомъ	15,99	-0,99
„ яровымъ рансомъ	15,76	-1,22
„ яровою сурфинцею	16,01	-0,97
„ турнепсомъ	16,31	-0,67
„ картофелемъ	16,19	-0,79
„ паромъ	16,98	—

Слѣдовательно, чѣмъ сильнѣе развиваются надземные органы растеній (горохъ, клеверъ, бобы и пр.) и чѣмъ болѣе влѣдетвіе этого отъбняется почва, тѣмъ болѣе понижается ея температура.

Время посѣва будетъ также вліять на температуру, именно, чѣмъ позже производится посѣвъ, тѣмъ рѣже стоятъ растенія, тѣмъ менѣе отъбненіе и тѣмъ выше будетъ температура почвы. Далѣе должно вліять количество высѣваемыхъ на единицу пространства сѣмянъ, потому что, по изслѣдованіямъ Гельригеля, Лемана, Марека и др., густота стоянія растеній, обуславливаемая способомъ посѣва (рядами, въ разбросъ и т. п.), вызываетъ также различіе въ температурѣ, такъ какъ въ одномъ случаѣ на определенномъ пространствѣ будетъ сосредоточено большее число растеній, въ другомъ меньше, а слѣдовательно и степень отъбненія будетъ неодинакова.

Но различные растенія представляютъ болѣе или менѣе большое препятствіе нагрѣванію почвы. Это вліяніе однако измѣняется въ зависимости отъ развитія растеній, такъ въ молодомъ состояніи оно незначительно, но возрастаетъ съ развитіемъ надземныхъ органовъ и между различными растеніями въ этомъ отношеніи существуетъ тѣмъ большее различіе, чѣмъ быстрѣе они развиваются и обратно. Дѣйствіе растеній на температуру почвы обнаруживается въ зависимости отъ густоты произрастанія, но при одинаковомъ отъбненіи это дѣйствіе, производимое различными растеніями, совершенно исчезаетъ. Вообще можно приять, что многолѣтнія растенія, густо произрастающія (наприм. бобовыя кормовыя травы), содѣйствуютъ наибольшему пониженію температуры почвы, затѣмъ слѣдуютъ однолѣтнія растенія съ широкими лезтьями и полегающими стеблями (горохъ, вика), далѣе рапсъ, зерновые злаки, сурфинца, наконецъ корнеплодныя и клубненосныя растенія (свекла, турнепсъ, картофель), вообще такія, которыя воздѣлываются съ большими промежутками (гнѣздовымъ посѣвомъ), представляя наименьшія

пренятетвіа для дѣйствіа солнечныхъ лучей (инсоляціи), будутъ всего менѣе содѣйствовать пониженію почвенной температуры.

Чтобы далѣе уяснить вліяніе растеній, необходимо обратить вниманіе на то, что почва, покрытая растеніями, въ большей или меньшей степени защищается ими отъ прямого дѣйствія солнечныхъ лучей и получаетъ теплоту почти исключительно отъ того слоя воздуха, который находится между ея поверхностью и растеніями, а въ зависимости отъ нагрѣванія этого слоя будетъ измѣняться температура почвы. Далѣе извѣстно, что растенія испаряютъ воду листьями и часто въ значительномъ количествѣ, при чемъ поглощается та именно теплота, которая должна служить для нагрѣванія почвы, а вълѣдствіе этого почва, покрытая какими бы то ни было растеніями, будетъ нагрѣваться неодинаково сравнительно съ голою почвою. Отсюда надо заключить, что потеря тепла при испареніи будетъ отчасти служить причиною того, что воздухъ надъ почвою, занятою растеніями, на одной и той же высотѣ долженъ быть холоднѣе, чѣмъ надъ паровымъ полемъ. А поэтому слой воздуха, находящагося между растеніями, вълѣдствіе производимаго ими отѣненія, будетъ мало нагрѣваться солнечными лучами, а кромѣ того растенія пренятетвуютъ воздуху смѣшиваться съ верхними слоями атмосферы, поэтому онъ будетъ холоднѣе и, находясь ближе къ почвѣ, способствовать ея охлажденію.

Съ другой стороны ночью, при ясномъ небѣ, растенія сильно лученеиспускаютъ, вълѣдствіе чего на ихъ поверхности образуется обильная роса, а при этомъ, какъ извѣстно, освобождается тепло, а потому пониженіе температуры подъ покровомъ растеній должно ослабляться. При охлажденіи же воздуха, ночью, подъ покровомъ растеній не обнаруживается прямого вліянія на температуру верхняго слоя почвы, потому что послѣдняя сама лученеиспускаетъ тепло, а эти два фактора, т.-е. лученеиспусканіе растеній и самой почвы, дѣйствуютъ въ противоположномъ направленіи: сильно охлажденный воздухъ стремится понизить почвенную температуру, а присутствіе растеній, задерживающихъ отражаемое почвою тепло, будетъ поддерживать ту температуру, которую почва получила въ теченіе дня. Поэтому ночью температура почвы подъ растеніями бываетъ всегда выше, чѣмъ въ пару (въ соответственномъ слое), не смотря на сильное лученеиспусканіе со стороны растеній, такъ какъ въ пару почва прямо отражаетъ теплоту, которая идетъ на нагрѣваніе прилегающаго къ ней слоя воздуха, температура косяго повышается.

Кромѣ того, надо принять во вниманіе, что теплота еще расходуется растеніями на поддержаніе различныхъ жизненныхъ процессовъ, наприм. для разложенія углекислоты во всѣхъ зеленыхъ частяхъ требуется извѣстное количество тепла, которое и теряется для нагрѣванія почвы.

Наконецъ плохая теплопроводность растительныхъ корней, а также почвы, богатой органическими остатками, будетъ содѣйствовать пониженію температуры.

Въ холодное время года влияние растительныхъ покрововъ будетъ совершенно обратное, чѣмъ лѣтомъ, потому что растительный покровъ, какъ дурной проводникъ тепла, защищаетъ почву отъ сильнаго охлаждения. Вслѣдствіе этого многолѣтнія растенія изъ отмирающихъ зимою надземныхъ частей образуютъ на поверхности почвы покровъ, который, обладая плохою теплопроводностью и высокою теплоемкостью, уменьшаетъ влияние температуры воздуха на охлажденіе почвы. На голую же поверхность вѣтряная температура дѣйствуетъ непосредственно, а потому не покрытая почва зимою будетъ всегда холоднѣе, чѣмъ покрытая. Влияніе мертвыхъ покрововъ (соломы, навоза и т. п.) совершенно сходно съ растеніями. Периодическія измѣненія почвенной температуры на различной глубинѣ. Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что температура почвы опредѣляется влияніемъ самыхъ разнообразныхъ причинъ, вслѣдствіе чего для сужденія о температурѣ извѣстнаго слоя приходится непосредственно измѣнять ее при помощи почвенныхъ термометровъ, устанавливаемыхъ на различной глубинѣ отъ поверхности. Термометры, употребляемые для опредѣленія температуры почвы, сходны съ обыкновенными ртутными термометрами, только трубка дѣлается длиннѣе и отгибается подъ угломъ, причемъ дѣленія наносятся лишь на отогнутой части; впрочемъ, употребляются термометры съ совершенно прямыми трубками. Для опредѣленія температуры на очень значительныхъ глубинахъ весьма удобенъ термоэлектрическій термометръ Беккереля.

Измѣренія почвенной температуры показали, что она претерпѣваетъ большія или меньшія колебанія только въ верхнихъ слояхъ не глубже 1—1,5 метра отъ поверхности и зависитъ существенно отъ теплопроводности почвы; температура глубокихъ слоевъ остается почти постоянной, или измѣняется весьма значительно. Такъ наприм. термометръ, установленный въ 1783 году Лавуазье и Кассини въ погребѣ Парижской Астрономической Обсерваторіи на глубинѣ 27,6 метра, показываетъ почти постоянную температуру $11,82^{\circ}\text{C}$.

По наблюденіямъ коммисіи для изслѣдованія температуры нижнихъ слоевъ почвы (состоящей при British Association) оказывается, что въ среднемъ повышеніе температуры на каждый футъ глубины равняется лишь $0,01566^{\circ}\text{F}$., или на каждый сантиметръ около $0,000233^{\circ}\text{C}$. Колебанія въ почвенной температурѣ въ глубокихъ слояхъ, т.-е. разица между максимум и минимум, уменьшается съ глубиною.

Вообще чѣмъ глубже отъ поверхности, тѣмъ постояннѣе становится средняя годовая температура почвы, которая къ тому же бываетъ всегда выше температуры воздуха.

Мѣсячныя измѣненія температуры почвы въ глубокихъ слояхъ въ общемъ слѣдуютъ тому же правилу, хотя по отдѣльнымъ мѣсяцамъ замѣчаются отклоненія, именно сравнительно съ температурою воздуха температура почвы въ нѣкоторые мѣсяцы повышается и понижается не равномерно, что обуславливается тѣмъ, что максимум и минимум температуры съ уве-

личіемъ глубины въ почвѣ наступаетъ позже, чѣмъ на поверхности. Именно максимумъ температуры воздуха наступаетъ, какъ извѣстно, около 20 часа, а максимумъ температуры почвы замѣчается:

на глубинѣ	6 дециметровъ	. . .	. 8 сентября
" "	12 "	. . .	. 8 октября
" "	24 "	. . .	. 3 декабря.

Слѣдовательно, когда на поверхности почвы наступаетъ максимумъ температуры, то на глубинѣ около 2¹/₂ метровъ будетъ минимумъ, а когда на поверхности будетъ минимумъ (около 20 января), то на той же глубинѣ наступитъ максимумъ температуры. Этимъ взаимнымъ отношеніемъ максимумъ и минимумъ температуры воздуха и почвы объясняется болѣе высокая температура въ глубокихъ погребахъ зимою и болѣе низкая—лѣтомъ.

Соотвѣтственно съ этимъ, по мѣрѣ углубленія въ почвахъ исчезаетъ разность между максимумъ и минимумъ температуры или годовая амплитуда, которая, на глубинѣ 18—20 метровъ (для разныхъ почвъ), равно приблизительно 0°. Такъ по изслѣдованіямъ Кетле годовая амплитуда равняется:

на глубинѣ	0,2 метра	. . .	. 13,1° С.
" "	1 "	. . .	. 10,8° "
" "	3 "	. . .	. 4,7° "
" "	8 "	. . .	. 1,3° "

Винновъ для большей глубины нашелъ слѣдующія амплитуды:

на глубинѣ	9,1 метра	. . .	. 1,23° С.
" "	11 "	. . .	. 0,65° "
" "	18 "	. . .	. 0,01° "

По наблюденіямъ Лесли въ Единбургѣ годовая амплитуда въ разныхъ почвахъ исчезаетъ:

въ рыхлой почвѣ	. . . . .	на 18 метрахъ
" пескѣ	. . . . .	" 21 "
" плотноиъ песчаникѣ	. . . . .	" 27 " и т. д.

Наконецъ суточный ходъ почвенной температуры для большей глубины точно также отличается отъ хода ея въ верхнихъ слояхъ и на поверхности почвы. Именно максимумъ и минимумъ суточной температуры наступаетъ тѣмъ позже, тѣмъ глубже отъ поверхности, наприм. максимумъ температуры воздуха бываетъ приблизительно въ 2 часа по полудни, а на глубинѣ 0,6 метра онъ наступаетъ на слѣдующій день въ 5 часовъ утра.

Такимъ образомъ на большой глубинѣ температура почвы претерпѣваетъ очень мало измѣненій, какъ въ течение года, такъ и въ отдѣльные теп-

ловые периоды и на некоторомъ разстоянн отъ поверхности температура почвы остается постоянной. Этотъ *слой постоянной температуры*, какъ показали наблюдения, лежитъ на различномъ уровнѣ отъ поверхности и зависитъ отъ географическаго положенія почвы и ея свойствъ. Именно, чѣмъ сѣвернѣе, тѣмъ ниже лежатъ слой постоянной температуры, подь тропиками такой слой находится недалеко отъ поверхности; даѣе, смотря по теплоемкости и теплопроводности почвы, глубина, на которой температура почвы не претерпѣваетъ ощутительныхъ колебанн, будетъ существенно измѣняться. Опредѣлене слоя постоянной температуры имѣетъ значене при рѣшенн многихъ практическихъ вопросовъ.

Температура верхнихъ слоевъ почвы подвергается болѣе значительнымъ колебаннямъ. Въ этомъ отношенн имѣютъ важное значене годовыя измѣненн, мѣсячныя и суточные, проходящн въ верхнихъ слояхъ почвы сравнительно съ температурою воздуха, отъ которой должны зависеть колебанн температуры прилегающихъ къ поверхности слоевъ. Исслѣдованн Эбермайера *) показываютъ, что на глубинѣ 0—120 сантиметровъ отъ поверхности, температура почвы зависитъ отъ колебанн температуры воздуха. Такъ наприм. *годовая температура* различныхъ почвъ (за 4 лѣтннй перюдъ) была въ среднемъ:

	мелкнй кварц. песокъ.	крупннй кварц. песокъ.	известк. песокъ.	суглинкы.	болотная почва.
Средняя температура воздуха	7,42 ⁰				
Температура на поверхности	9,33 ⁰	9,36 ⁰	9,36 ⁰	8,55 ⁰	8,74 ⁰
На глубинѣ 15 сантим.	9,27 ⁰	9,30 ⁰	8,63 ⁰	8,55 ⁰	8,92 ⁰
„ „ 30 „	9,21	9,26	9,10	8,71	9,17
„ „ 60 „	9,33	9,36	9,11	9,11	10,16
„ „ 90 „	9,42	9,43	9,23	9,16	10,03

То-есть средняя годовая температура почвы вообще выше, чѣмъ окружающаго воздуха; при этомъ свойства почвы оказываютъ незначительное влияние на годовую температуру верхнихъ слоевъ почвы до глубины 30 сантиметровъ, гдѣ она выше у кварцеваго песка и суглинка, а ниже у болотной почвы, у которой температура начинаетъ повышаться только на глубинѣ 60 сантим.

Годовые максимум и минимум температуры въ почвѣ наступаютъ позже сравнительно съ температурою воздуха, приблизительно на мѣсяцъ, но только въ болѣе глубокихъ слояхъ (60—90 сантим.), въ верхнихъ же почти совпадаетъ съ максимум температуры воздуха, который бываетъ въ июлѣ, въ глубокихъ же слояхъ этотъ максимум наступаетъ въ августѣ. Такое же отношене существуетъ и между минимум температуры почвъ и воздуха, а вмѣ-

*) Wollny: „Forschungen“. В. XVI, 1891, S. 195—220.

еть съ этимъ средняя амплитуда холоднаго и теплаго періода приблизительно одинакова у кварцеваго и известковаго песка, у суглинка же и въ особенности у перегнойа амплитуда холоднаго періода замѣтно болѣе, чѣмъ амплитуда теплаго періода. Иначе говоря, влажный суглинокъ и особенно перегной въ нижнихъ слояхъ удерживаютъ тепло въ холодное время года гораздо лучше, нежели сухой кварцевый и известковый песокъ, но за то въ теплое время года въ верхнихъ слояхъ нагрѣваніе влажныхъ почвъ, по причинѣ высокой теплоемкости воды, происходитъ хуже, чѣмъ сухихъ почвъ.

Зингеръ, на основаніи 25-лѣтнихъ наблюденій надъ колебаніями температуры почвы *), приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ:

Въ мягкія, обильныя осадками зимы приблизительный ходъ температуры не претерпѣваетъ существенныхъ измѣненій особенно въ глубокихъ слояхъ почвы. Усиленіе мороза имѣетъ слѣдствіемъ пониженіе температуры почвы, но при обилии снѣга это вліяніе значительно ослабляется и можетъ быть не существенно.⁹ Теплая погода весною при небольшомъ количествѣ осадковъ производитъ относительное повышеніе почвенной температуры. Если за холодною и снѣжною зимою наступаетъ теплая весна, то температура верхнихъ слоевъ можетъ повышаться, температура же нижнихъ слоевъ можетъ еще болѣе понизиться; при холодной веснѣ такое пониженіе можетъ простираться до значительной глубины. Холодная и сухая весна влечетъ за собою менѣе значительное пониженіе почвенной температуры, чѣмъ влажная. Теплое лѣто въ большинствѣ случаевъ соответствуетъ высокой температурѣ почвы, но повышеніе температуры въ глубокихъ слояхъ бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше осадковъ и выше температура воздуха; въ сухіе лѣтніе мѣсяцы повышеніе температуры глубокихъ слоевъ не отклоняется отъ нормальнаго. Теплая осень за немногими исключеніями содѣйствуетъ умѣренному повышенію почвенной температуры, холодная и дождливая — пониженію.

Всѣ эти общія измѣненія годовой температуры почвы претерпѣваютъ однако извѣстныя отклоненія въ зависимости отъ степени отѣненія почвы живыми и мертвыми растительными покровами, отъ топографическаго и географическаго положенія почвы (высоты надъ уровнемъ моря, наклона къ горизонту и т. п.) и эти вліянія оказываютъ дѣйствіе не только на верхніе слои почвы, но и на болѣе глубокіе.

Исслѣдованія М. и Е. Беккерелей **) надъ температурою почвы на поверхности и на глубинѣ до 36 метровъ, а также въ голой почвѣ и задернѣлою показали, что на глубинѣ 1 метра абсолютный минимумъ температуры

*) Singer: „Beobachtungen der meteorolog. Stationen im Königreich“. Bayern. 1839. Anfang.

**) Comptes rendus. T. LXXXVI. № 20, p. 1222—1227.

бываетъ 18 марта, а максимумъ—9 сентября. Суточный ходъ въ голой и задерятой почвѣ, на глубинѣ 0,05—0,60 метра измѣняется отъ 6 часовъ утра до 3 часовъ пополудни. Относительно проникновенія холода въ почву Беккерели пришли къ слѣдующимъ заключеніямъ:

Температура 0° наблюдается:

		въ голой почвѣ.		въ задерятой почвѣ.	
	на глубинѣ 0	метровъ 4	января		4 января
"	"	0,05	"	8	13
"	"	0,1	"	9	21
"	"	0,2	"	13	29
"	"	0,3	"	21	5 февраля
"	"	0,6	"	5 февраля	

Минимумъ температуры на глубинѣ:

		въ голой почвѣ.	въ задерятой почвѣ.
0	метровъ	—9,9°	—9,9°
0,05	"	—6,82°	—1,87°
0,1	"	—5,42°	—1,03°
0,2	"	—3,72°	—0,42°
0,3	"	—1,97°	—0,12°
0,6	"	—0,02°	+0,3°

Послѣдній минимумъ наступилъ 18 февраля. Изъ приведенныхъ данныхъ видно, что распространеніе холода въ задерятой почвѣ идетъ медленнѣе, чѣмъ въ голой.

Исследования Эбермайера *) надъ вліяніемъ различныхъ мертвыхъ покрововъ на годовую температуру различныхъ почвъ, сравнительно съ температурою воздуха, показываютъ, что колебанія ея обуславливаются глубиною, временемъ года и свойствами покрововъ.

Въ холодное время года температура почвы подъ покровами бываетъ вообще выше, чѣмъ въ теплое, сравнительно съ температурою воздуха, но это различіе исчезаетъ съ глубиною, именно на глубинѣ 90 сантиметровъ уже не зависитъ отъ вліянія покрововъ, которое вообще ослабляется по мѣрѣ углубленія въ почву.

Среднія мѣсячныя температуры почвы на глубинѣ отъ 0 до 60 сантиметровъ показываютъ, что почва, не покрытая во время зимы (октябрь—мартъ), по причинѣ значительнаго лученепусканія, бываетъ вообще холоднѣе, а лѣтомъ, напротивъ, теплѣе, вслѣдствіе прямого нагрѣванія солнцемъ, подъ покровами же какъ лученепусканіе, такъ и инсоляція болѣе или менѣе затруднены, а потому и получается разница въ температурахъ по временамъ года, сравнительно съ голою поверхностью.

Покровы оказываютъ также вліяніе на величину абсолютныхъ максимума и минимума почвенной температуры, именно абсолютныя измѣненія, соответ-

*) Wollny: „Forschungen“. В. XIV, s. 379—399.

ствуюція наибольшимъ различіемъ въ температурѣ или годовыя амплитуды достигаютъ въ воздухѣ значительно большей высоты, нежели въ почвѣ. Они уменьшаются въ послѣдней по направленію сверху внизъ и притомъ подъ покровами менѣе сильно, чѣмъ въ почвѣ голой. Наибольшія колебанія температуры до глубины 30 сантиметровъ замѣчены слѣдующія:

въ голой почвѣ	29,1°
подъ дервиною	27,1°
„ мхомъ . .	26,7°
„ букомъ . .	23,6°
„ ништою . .	22,1°

Вообще дѣйствіе растительныхъ покрововъ на крайнія температуры простирается преимущественно на верхніе слои почвы, до глубины 50 сантиметровъ, даже на 60—90 сантим. оно становится незначительнымъ и на глубинѣ метра отъ поверхности почти равно нулю. Это можно объяснить тѣмъ, что каждый слой почвы находится подъ вліяніемъ двухъ тепловыхъ дѣятелей: одного—который происходитъ отъ колебаній температуры воздуха, и другого—зависящаго отъ нагрѣваемаго слоя. Амплитуда простирающаяся отъ этихъ вліяній будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ толще слой почвы.

Къ числу вліяній, дѣйствующихъ на колебанія почвенной температуры, преимущественно въ верхнихъ слояхъ, необходимо отнести атмосферныя осадки, которые, увлажняя почву, измѣняютъ ее теплоемкость, а при неравнѣн поглощенной влаги происходитъ пониженіе температуры. Но дѣйствіе осадковъ въ этомъ отношеніи должно очевидно находиться въ связи съ ихъ количествомъ, а также со степенью сухости, въ которой находилась почва до смачиванія ее атмосферною влагою. Изслѣдованія Брентелопера, произведенныя надъ вліяніемъ дождя на температуру верхнихъ слоевъ почвы *) показали, наприм., слѣдующую зависимость между количествомъ дождя и температурою почвы:

а) при осадкахъ 6 миллиметровъ:

температура на солнцѣ	температура почвы на глубинѣ.				
	0	0,5	1	2	3 фута
38,0°	32,0°	23,9°	23,0°	21,0°	18,8° С.
26,9	27,1	24,8	23,8	21,8	18,8 „

б) при осадкахъ 18,1 миллиметра:

22,5°	25,0°	19,8°	18,0°	16,0°	15,1° „
15,6	18,8	20,7	18,2	16,6	15,1 „

в) при осадкахъ 6,18 миллиметра:

27,9°	32,0°	21,5°	20,8°	18,8	16,1° „
20,3	22,9	22,8	21,0°	18,9	16,1 „

*) „Bodentemperatur und Regenfall“.—Wollny: Forschungen. B. VII, S. 408—415.

Такимъ образомъ температура почвы на поверхности, послѣ дождя, или можетъ быть еще во время дождя, бываетъ выше, чѣмъ на глубинѣ 0,5 фута, хотя почва не поглощаетъ всей выпадающей влаги, потому что, проникающая въ почву дождевая вода испаряется, а образующіеся при этомъ водяной паръ отчасти снова поглощается сухими слоями почвы, а вълѣдствіе сгущенія водяныхъ паровъ температура можетъ повыситься. Такое же повышение, повидимому, происходитъ и при поглощеніи жидкой воды, и чѣмъ суше была почва, тѣмъ замѣтнѣе повышается температура ея (см. выше опыты Штельбага). Для различныхъ почвъ такое повышение температуры послѣ дождя, по наблюденіямъ Брейтшлонера, бываетъ:

въ торфѣ	на 5,90 ⁰
„ мергель	„ 2,25 ⁰
„ лессовомъ суглинкѣ	„ 1,93 ⁰

При повышеніи температуры вѣроятно обнаруживается совместное дѣйствіе теплоты, влажности, а также электричества, и этимъ можно объяснить благотворное вліяніе на растительность грозовыхъ дождей.

VI. Вліяніе строенія почвы на ея физическія свойства.

Механическій составъ почвы, опредѣляя различныя отношенія ея къ водѣ, газамъ, теплотѣ, измѣняется въ различныхъ почвахъ въ широкихъ предѣлахъ, а вълѣдствіе этого будутъ измѣняться и тѣ отношенія, которыя обуславливаются величиною и формою почвенныхъ частицъ. Количество же крупныхъ и мелкихъ частицъ опредѣляетъ извѣстное строеніе почвы, которое, въ зависимости отъ расположенія тѣхъ и другихъ частей скелета и мелкозема, можетъ быть плотнымъ, или рыхлымъ, комковатымъ, пылеватымъ и т. п. Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что то или другое строеніе почвы, вызывая различныя измѣненія въ распределеніи въ ней тепла и влаги, будетъ отражаться въ большей или меньшей степени на развитіи растений, которое находится въ самой тѣсной связи съ природными свойствами почвы, а также съ тѣми, которыя сообщаются ей различными культурными приемами.

Прежде всего существенное вліяніе на развитіе растений оказываетъ болѣе или менѣе плотное положеніе частицъ почвы по отношенію другъ къ другу, такъ какъ вълѣдствіе этого между ними образуются промежутки большей или меньшей величины. Величина же промежутковъ обуславливаетъ отношеніе почвы къ водѣ, воздуху и теплотѣ. А потому плотное или рыхлое состояніе почвы, величина и форма ея частицъ будутъ имѣть не одинаковое значеніе при поглощеніи воды и газовъ, а также при нагреваніи почвы.

Въ естественномъ состояніи почва бываетъ обыкновенно болѣе или мене уплотненной, такъ какъ она подвергается дѣйствию атмосферныхъ осадковъ (дождя и снѣга), а также дѣйствию растений, животныхъ и другихъ дѣятелей, разрушающихъ ея строеніе и уплотняющихъ верхній слой. Плотная же почва мало удобна для воздѣлыванія растений, потому что она трудно проницаема для корней, плохо пропускаетъ воду и газы. Для сообщенія почвѣ болѣе благоприятныхъ въ этомъ смыслѣ свойствъ ее, подвергаютъ обработкѣ, вслѣдствіе которой почва разрыхляется. Разрыхленіе же почвы сопровождается измѣненіемъ ея строенія, или отношенія между частицами и образуемыми ими промежутками, т.-е. скважности, а такъ какъ послѣдняя существенно вліяетъ на отношеніе почвы къ водѣ, газамъ и теплу, то очевидно, что свойства почвы въ уплотненномъ и разрыхленномъ состояніи будутъ весьма различны. Однако степень разрыхленія сильно измѣняется въ зависимости отъ разнообразныхъ причинъ. Такими причинами могутъ быть, во-первыхъ, разные естественные дѣятели, измѣняющіе плотность почвы, а во-вторыхъ, — искусственные.

Къ числу естественныхъ дѣятелей разрыхленія относятся: морозъ, растения и животныя. Искусственными средствами служатъ: обработка почвы и внесеніе въ нее различныхъ органическихъ и неорганическихъ удобрительныхъ веществъ.

Дѣйствіе мороза на почву весьма значительно, потому что, измѣняя ея строеніе, онъ вліяетъ и на различныя отношенія, пронесоудящія въ почвѣ. Первое дѣйствіе мороза, разрыхляющее, зависитъ существенно отъ количества воды, бывшей въ почвѣ до замерзанія, и, можно сказать, прямо пропорціонально содержанию воды въ почвѣ. Второе дѣйствіе мороза вызываетъ не одинаковое охлажденіе составныхъ частей почвы и обуславливается механическимъ и химическимъ составомъ, а также степенью охлаждения, т.-е. величиною низкой температуры, дѣйствующей на почву. Наконецъ морозъ вліяетъ на растения, если почва была ими занята.

Разрыхляющее дѣйствіе мороза состоитъ въ образованіи льда въ промежуткахъ влажной почвы и давленіи, которое производитъ образовавшійся ледъ на частицы почвы. Если почва осенью насытилась водою, то при наступленіи морозовъ ледъ появляется сначала въ болѣе широкихъ промежуткахъ (не волосныхъ), такъ какъ въ капиллярныхъ скважинахъ вода долго не замерзаетъ. Ледъ, образовавшійся въ широкихъ промежуткахъ, будетъ притягивать воду изъ узкихъ промежутковъ, вслѣдствіе чего количество льда все увеличивается, а вслѣдствіе съ этимъ возрастаетъ и то давленіе, которое ледъ оказываетъ на частицы почвы. Расширеніе воды при замерзаніи доходитъ до $\frac{1}{10}$ объема, такъ наприм. 10 с. с. воды могутъ образовать 11 с. с. льда. Подъ вліяніемъ давленія частицы тѣсно сблизаются другъ съ другомъ и замерзшая почва представляетъ поэтому плотную массу, раздѣленную трубчатыми промежутками, наполненными кристаллами льда. Вслѣд-

ствие расширения, которое обнаруживают при этом различные составные части почвы (глина, перегной и т. п.), объем почвы при замерзании увеличивается. Весною, когда почва оттаивает, вследствие присутствия в ней широких скважин, проницаемость увеличивается и образовавшаяся от таяния вода стечет вниз, а почва будет наполнена широкими трубчатыми пространствами. Такое действие мороза бывает тем выше, чем рыхлее была почва с осени и тем больше она содержит воды, поэтому вообще действие мороза сильнее проявляется в глинистых, суглинистых и перегнойных почвах, в легких почвах (песчаных, известковых и пр.), обладающих малою влагоемкостью, влияние мороза гораздо слабее. Но, с другой стороны для усиления этого действия плотные, тяжелые почвы необходимо подвергать обработке с осени (на зябь), для того чтобы земля запаслась влагою на большую глубину, ибо в таком случае она больше подвергнется зимою разрыхляющему действию мороза, превосходящему то, которое может быть достигнуто искусственными средствами.

Но действие мороза не ограничивается только разрыхлением, он может производить выветривание почвы, при значительном содержании скелета морозы, производя раздробление крупных обломков горных пород, увеличивают количество мелких частиц почвы, которые вследствие этого скорее подвергнутся химическому изменению.

Кроме этого, действие мороза обуславливается различным отношением составных частей почвы к понижению температуры. Известно, что перегной охлаждается очень медленно, а кварцевый песок быстро, поэтому при замерзании почвы в сухом состоянии температура кварцевого песка понижается сильнее, чем в глине и перегное; во влажном состоянии температура этих составных частей под влиянием мороза не будет так низка, как в сухом. Изменение объема различных составных частей почвы при замерзании также не одинаково: в сухом состоянии перегной (торф) сильнее уменьшается в объем, нежели глина, во влажном, наоборот, происходит увеличение объема. По изследованиям Ю. Сака (*), перегнойные почвы при замерзании и оттаивании теряют некоторое количество воды. Наприм. перегнойная почва предъ замораживанием содержала 108,8 частей воды, а послѣ оттаивания осталось 102,8, т.-е. влагоемкость ее уменьшилась на 6%. Весьма вероятно, что при замерзании изменяются молекулярные свойства гумуса, именно способность его набухать, как это можно заключить на основании аналогичных явлений. Фогель уже давно замѣтилъ, что крахмальный клейстеръ послѣ замерзания и оттаивания теряет воду и липкость, а высуненный при 100° дѣлается опять способнымъ клеить. То же явление наблюдается надъ глиною, которая подъ дѣйствиемъ

*) „Landwirthsch Versuchsstationen“ B. II, s. 193.

мороза терять свою пластичность. Такое влияние мороза на перегнойныя и глинистыя почвы не остается безъ влияния на ихъ физическія свойства. Точно также морозъ дѣйствуетъ на почвы, богатыя окисью желѣза, которая послѣ замерзанія дѣлается не растворимою въ кислотахъ. Въ почвѣ окись желѣза болышею частью соединена съ перегнойными и другими кислотами, и если удалить кислоту, то осаждается обыкновенно водная окись желѣза. Лимбергеръ и Витхеймъ однако нашли, что если заморозить водную окись желѣза, то она становится трудно растворимой, а въ слабыхъ кислотахъ, содержащихся въ почвѣ, конечно, совершенно не растворится. Это именно и можетъ случиться съ фосфорнокислою окисью желѣза, которая послѣ замерзанія сдѣлается менѣе доступною растеніямъ.

Такія отношенія составныхъ частей почвы къ дѣйствію мороза во всякомъ случаѣ показываютъ, что его значеніе можетъ быть не механическимъ только.

Наконецъ морозъ оказываетъ влияние и на растенія (дву= и многолѣтнія), производя разрушеніе ихъ корней, или механически разрываетъ корни при сжатіи и расширеніи частицъ почвы, или дѣйствуетъ на ткани. Изслѣдованія Геннерта показали, что дѣйствіе мороза на растенія увеличивается со влажностью почвы, продолжительностью и силою холода, но зависитъ также отъ свойствъ самихъ растеній. Во всякомъ случаѣ вредное дѣйствіе мороза на растительность гораздо значительнѣе, чѣмъ то полезное дѣйствіе, которое онъ оказываетъ на разрыхленіе почвы.

Другимъ естественнымъ дѣятелемъ разрыхленія служатъ растенія. *Дѣйствіе растеній* зависитъ собственно отъ развитія корневой системы, но нельзя отрицать, что и надземные органы (листья) также принимаютъ въ этомъ хотя и не прямое, а косвенное участіе. Такъ извѣстно, что сильное отѣненіе почвы поддерживаетъ ея строеніе, подъ растительными и мертвыми покровами почва очень часто бываетъ рыхлѣе, чѣмъ безъ нихъ, хотя это обуславливается какъ самими растеніями такъ и свойствами отѣняемой ими почвы. Далѣе при разложеніи растительныхъ остатковъ въ почвѣ разрыхленіе ея увеличивается вслѣдствіе образованія въ почвѣ перегноя, особенно не вполне разложившагося.

Разрыхляющее дѣйствіе, производимое корнями, ясно уже изъ того, что эти послѣдніе обладаютъ силою проникновенія, такъ наприм. многія растенія—не только деревянистыя, но и травянистыя—проникаютъ въ самыя твердыя, каменистыя почвы, и даже въ горныя породы и способствуютъ ихъ разрыхленію. Поэтому корни растеній, проникая въ почву, раздвигаютъ ея частицы и, оплетая ихъ своими мочками, сдавливаютъ, отчего комочки почвы уплотняются. Правда, такое проникновеніе и распространеніе корней въ почвѣ происходитъ медленно, но эта медленность имѣетъ болыше значенія для разрыхленія, чѣмъ быстрое измельченіе частицъ, производимое наприм. орудіями, потому что подъ дѣйствіемъ корней почва равномернѣе и оплѣте раздроб-

ляется и не так скоро утрачиваетъ полученное состояніе, какъ это часто бываетъ при обработкѣ ея орудіями, когда часть почвы можетъ легко превратиться въ пыль и при послѣдующемъ увлажненіи образовать кору или большіе комки. Послѣ отмиранія корней и разложенія ихъ составныхъ частей, почва получаетъ трубчатое строеніе, число и величина трубчатыхъ промежутковъ будетъ соответствовать числу и толщинѣ корешковъ, причемъ эти промежутки заполнятся водою или воздухомъ. Само собою разумѣется, что такое дѣйствіе корней будетъ находиться въ зависимости отъ степени ихъ развитія и скорости разложенія корневыхъ остатковъ, а потому, очевидно, что тѣ растенія, у которыхъ корневая система развита сильнѣе и корни быстро разлагаются, будутъ дѣйствовать на почву болѣе разрыхляющимъ образомъ, чѣмъ растенія съ меньшимъ числомъ и болѣе деревянистыхъ корней. Таковы многія мотыльковыя растенія (клеверъ, люцерна, эспарцетъ и т. п.), которыя оставляютъ послѣ себя почву въ хорошемъ физическомъ состояніи. Хуже вообще дѣйствуютъ злаки, имѣющіе мало корней, не глубоко проникающихъ въ землю, а также другія растенія, хотя и образующія много корней, но деревянистыхъ, трудно разлагающихся, а потому часто не только не разрыхляютъ почву, но способствуютъ ея уплотненію (многія сорныя травы).

Наконецъ къ числу естественныхъ дѣятелей, разрыхляющихъ почву, необходимо причислить и *животныхъ*, особенно низшихъ (насекомыхъ, червей и др.). Такъ личинки многихъ насекомыхъ, различныя копающія насекомыя, живущіе въ землѣ, дождевыя черви и т. п. пронизываютъ почву по разнымъ направленіямъ, образуютъ ходы, открывая такимъ образомъ доступъ воздуху и влагѣ въ почву, содѣйствуютъ ея разрыхленію и вывѣтриванію. Особенно замѣчательнымъ, какъ показали изслѣдованія Гензена, Дарвина и другихъ, въ этомъ отношеніи является дѣйствіе дождевыхъ червей. Наблюденія Дарвина показали, что эти животныя принимаютъ существенное участіе въ образованіи самой почвы. Такъ во многихъ мѣстностяхъ Англій дѣятельностью дождевыхъ червей отлагается ежегодно болѣе 10 тоннъ сухой земли на каждый акръ поверхности (или болѣе 620 пудовъ на 2, 6972 десятины), такъ что въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ весь растительный слой почвы можетъ образоваться исключительно дѣятельностью дождевыхъ червей. При этомъ такой слой отличается большимъ плодородіемъ и лучшими физическими свойствами, чѣмъ обыкновенная почва, по причинѣ большого накопленія гумуса, который собственно и составляетъ ближайшій результатъ жизнедѣятельности дождевыхъ червей. Если признать, что послѣдняя роль дождевыхъ червей не составляетъ чего-либо выдающагося, такъ какъ гумусъ образуется и безъ всякаго участія червей и подобныхъ имъ животныхъ, то нельзя совершенно игнорировать способность дождевыхъ червей приводить почву въ мелкораздробленное состояніе. Это дѣйствіе, наблюдаемое во всякой почвѣ, въ которой жи-

вуть черви, завянуть отъ того, что послѣдніе питаются различными органическими остатками и, передвигаясь въ землѣ, оставляютъ свои экскременты, смѣшанные съ мельчайшими частицами почвы. Изслѣдованіе тонкихъ трубчатыхъ ходовъ, образуемыхъ дождевыми червями, показываетъ, что стѣнки ихъ бываютъ выложены выделеніями кишечнаго канала этихъ животныхъ, вследствие чего эти ходы приобретаютъ извѣстную прочность, а потому трубчатое строеніе почвы, производимое червями, долго не утрачивается. Если принять во вниманіе, что такое разрыхленіе дождевые черви производятъ въ глубокихъ слояхъ, наприм. въ подпочвѣ, которая въ рѣдкихъ случаяхъ подвергается обработкѣ, то станетъ понятнымъ важность разрыхляющаго дѣйствія червей, такъ какъ мелкораздробленное состояніе почвы отразится весьма благопріятно на пропускаемости почвы для воздуха, на отношеніи ея къ водѣ, а слѣдовательно и на ея химическихъ свойствахъ; въ результатъ всего этого производительность почвы, обитаемой червями, можетъ значительно повыситься. Но такія полезныя послѣдствія, вызываемыя червями въ почвѣ, идутъ параллельно съ тѣмъ вредомъ, который они приносятъ, питаясь растительными органами (корнями) живыхъ растений.

Вольни изслѣдовать экспериментальнымъ путемъ результаты жизнедѣятельности дождевыхъ червей и замѣтилъ *), что обитаемая ими почва очень скоро пронизывается множествомъ трубчатыхъ ходовъ, а на поверхности покрывается кучками землѣстыхъ экскрементныхъ массъ, что, впрочемъ, впервые было наблюдено еще Дарвиномъ. Все это существенно содѣйствуетъ разрыхленію почвы. Для подтвержденія этой дѣятельности червей Вольни наполнилъ два цилиндрическихъ сосуда мелкопросѣянною влажною перегнойною землею, въ которую было положено 5 дождевыхъ червей. По прошествіи 6 недѣль почва была не только совершенно разрыхлена, но и замѣтно измѣнилась своей объемъ, именно:

безъ червей объемъ былъ 232,34 с. с.
съ червями " " 296,21 "

увеличеніе объема абсолютное 63,9 сс., относительное — 27,5%. Соответственно измѣненію связности вследствие разрыхленія въ почвѣ, обитаемой червями, измѣняются отношенія къ водѣ и воздуху, наприм.

	Объемъ въ сс.			Въ процентахъ.		
	почвы.	воздуха.	воды.	почвы.	воздуха.	воды.
Почва безъ червей	252,8	52,7	283,5	42,9	8,9	48,2 ⁰ / ₁₀
" съ червями	236,5	183,5	169,0	40,2	31,2	28,6 "

*) „Forschungen“. В. XIII. 1890, S. 381.

Отсюда надо заключить, что подъ влияніемъ разрыхляющаго дѣйствія червей въ почвѣ уменьшается влагоемкость, но увеличивается пропускаемость для воздуха. Это можно объяснить тѣмъ, что трубчатые каналы, производимые дождевыми червями, представляютъ не капиллярныя промежутки, а такіе, чрезъ которые быстро движется какъ воздухъ, такъ и вода вълѣдствіе увеличенія проницаемости, а что это дѣйствительно происходитъ, подтверждаютъ слѣдующія данныя:

	Проницаемость воздуха въ часть.	Проницаемость для воды въ 10 часовъ.
Почва съ червями . . .	430 ₁₆₂ литра.	740 ₀₀
„ безъ червей . . .	3 ₃₈ „	29 ₂₀

Вообще дѣятельность дождевыхъ червей для измѣненія физическаго состоянія почвы должна весьма благоприятно отзываться на произрастаніи растеній, такъ какъ почва разрыхляется и дѣлается легко проницаемой для воздуха и воды. А это будетъ имѣть важное значеніе для такихъ почвъ, которыя обильно заселяются дождевыми червями, каковы, наприм., почвы низменныхъ, сырыхъ мѣстъ, почвы съ высокою влагоемкостью, въ которыхъ вообще трудно движется воздухъ и медленно совершается разложеніе органическихъ веществъ. Подъ влияніемъ разрыхляющаго дѣйствія дождевыхъ червей такія почвы будутъ лучше провѣтриваться, освобождаются отъ избытка влаги, а потому скорѣе нагреваться, — словомъ, пріобрѣтатъ болѣе благоприятствующія растительности свойства, несмотря на то, что черви поѣдаютъ часть растительныхъ органовъ. Изслѣдованія показали также, что въ почвахъ, занятыхъ червями, увеличивается количество растворимыхъ соединеній азота (амміака, азотной кислоты) и минеральныхъ веществъ вообще, что является слѣдствіемъ разрыхленія, производимаго червями, которое, усиливая вѣтрянное и разложеніе органическихъ веществъ, повышаетъ содержаніе растворимыхъ соединеній въ почвѣ.

Искусственныя средства, служащая для сообщенія почвѣ извѣстнаго строенія, состоятъ главнымъ образомъ въ механической обработкѣ почвы орудіями и въ удобреніи ея преимущественно органическими веществами. *Механическое разрыхленіе* почвы дѣйствуетъ весьма различно въ зависимости отъ свойствъ самой почвы и тѣхъ орудій, которыми она обрабатывается. Такъ какъ свойства какъ почвы, такъ и пахотныхъ орудій бываютъ различны, то поэтому и строеніе, которое почва получаетъ при обработкѣ, будетъ не всегда одинаково. Именно, одніе почвы могутъ быть приведены въ комковатое состояніе, другія, при тѣхъ же условіяхъ легко превращаются въ пыль; даже одна и та же почва, смотря по времени ея обработки и устройству орудія, можетъ получить или очень крупныя комки, или пылеватыя частяцы. Это обуславливается прежде всего влажностью почвы и ея механическимъ составомъ, а затѣмъ конструкціею того орудія, которымъ производится обработка.

Вліяніе влажности почвы выражается въ томъ, что почва, съ измѣненіемъ въ ней содержанія воды, получаетъ не одинаковую связность, по причинѣ которой будетъ образованъ при обработкѣ или очень крупныя комья, или раздробятся на очень мелкія частицы. Въ этомъ отношеніи замѣчается существенное различіе между почвами, содержащими много иловатыхъ частицъ, и почвами съ преобладаніемъ крупныхъ, песчаныхъ зеренъ. Такъ глинистыя, иловатыя, перегнойныя почвы, при избыткѣ въ нихъ влаги, труднѣе разрыхляются и образуютъ крупныя комки, которые послѣ высыхания очень часто не могутъ быть раздробляемы дальнѣйшею обработкою. Въ сухомъ состояніи такія почвы еще труднѣе обрабатываются, влѣдствіе значительной связности и тренія, которое они представляютъ движущейся части орудія, а на преодоленіе этихъ сопротивленій затрачивается очень много силы; но если и удастся обработать такую сухую почву, то она все-таки съ большимъ трудомъ и многократною обработкой можетъ быть приведена въ болѣе или менѣе достаточное строеніе, ибо сухіе комья земли очень трудно измельчаются. Кроме того надо имѣть въ виду, что почвы, содержащія иловатыя частицы, набухающія отъ воды, легко при обработкѣ примазываются и образуютъ отъ высыхания плотную кору. Напротивъ, почвы крупнозернистыя, песчаныя, супесчаныя и т. п. обрабатываются легко какъ въ сухомъ, такъ и во влажномъ состояніи; но въ первомъ случаѣ при обработкѣ часто образуются пылеватыя частицы, во второмъ же случаѣ почва легко сбивается въ комки и даже при избыткѣ влаги,—такія почвы не образуютъ большихъ глыбъ. Почвы, содержащія известь, наприм. мергельныя, послѣ обработки приобретаютъ хорошее строеніе влѣдствіе свойства мергеля разсыпаться на воздухъ подъ вліяніемъ увлаженія и послѣдующаго высыхания.

Въ виду приведенныхъ фактовъ, механическая обработка только тогда достигаетъ цѣли разрыхленія, когда она производится въ надлежащее время, которымъ опредѣляется содержаніе влаги въ почвѣ и ея связность. Почвы съ преобладаніемъ иловатыхъ частицъ лучше всего будутъ разрыхляться весной, когда онѣ нѣсколько просохнутъ, почвы же песчаныя, напротивъ, въ возможно влажномъ состояніи. Лѣтомъ песчаныя почвы, влѣдствіе сильнаго высыхания, при обработкѣ часто превращаются въ пылеобразное состояніе, тогда какъ иловатыя почвы, благодаря большей влагоемкости, не такъ скоро высыхаютъ и потому чаще могутъ быть обрабатываемы лѣтомъ. Осенью, напротивъ, производительнѣе обрабатывать иловатыя почвы пораньше, до дождей, песчаныя же лучше разрыхлять тогда, когда онѣ достаточно промокнутъ. Само собою, разумѣется что этими соображеніями можно руководствоваться только въ связи съ другими условіями, вліяющими на измѣненіе строенія почвы, такъ какъ на полноту разрыхленія почвы вліяютъ разныя побочныя причины, наприм. родъ предшествующаго растенія, удобреніе и т. п.

Орудія, которыми почва разрыхляется, качества движущей силы (родъ

животныхъ) и пр. дѣйствуютъ не одинаково: такъ наприм. плугомъ съ крутымъ отваломъ (типа рыхадю) земля дробится сильнее, чѣмъ съ винтовымъ положимъ отваломъ; дагѣ, различныя орудія, смотря по устройству работающихъ частей (лапъ, зубьевъ, отваловъ), производятъ разное дѣйствіе, а потому и степень разрыхленія при употребленіи тѣхъ или другихъ орудій и повторяемости обработокъ будетъ весьма различна.

Внесеніемъ въ почву различныхъ *удобрительныхъ веществъ* органическаго происхожденія, каковы, наприм., навозъ, растительные остатки (жнивье), компостъ и т. п., или неорганическихъ, какъ мергель, известь, достигается также измѣненіе строенія почвы. Такъ навозъ, особенно солоmistый, при разложеніи его въ почвѣ, содѣйствуетъ ей разрыхленію; урожайные остатки, листья и другія вещества клубчатого строенія дѣйствуютъ аналогично. Поэтому примѣненіе подобныхъ веществъ на плотныхъ глинистыхъ почвахъ увеличиваетъ ихъ рыхлость. Мергель дѣйствуетъ разрыхляющимъ образомъ не всегда одинаково, смотря по его составу: такъ песчаный, известковый мергель хорошо разрыхляетъ тяжелыя почвы, тогда какъ глинистый мергель лучше дѣйствуетъ на легкихъ почвахъ. Дѣйствіе извести (гашеной и не гашеной) на разрыхленіе почвы состоитъ въ томъ, что, обладая небольшою связностью, она понижаетъ ее въ тѣхъ почвахъ, къ которымъ примѣнивается. Но степень разрыхленія почвы, достигаемая примѣненіемъ всѣхъ означенныхъ удобреній, обусловливается количествомъ ихъ на единицу пространства, скоростью разложенія и распределенія въ почвѣ, повторяемостью удобреній и пр.

Подъ влияніемъ различныхъ естественныхъ и искусственныхъ дѣятелей почва получаетъ определенное строеніе, въ ней измѣняется отношеніе между частями разноразличныя. Смотря по величинѣ комочковъ, можно различать болѣе или менѣе рѣзко два рода *строенія*: грубое и пѣжное. Грубое строеніе характеризуется преобладаніемъ крупныхъ комковъ или пылеобразнымъ состояніемъ частицъ: какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ физическія отношенія въ почвѣ будутъ крайне неправильны. Пѣжнымъ строеніемъ можно назвать такое мелкозернистое состояніе почвы, когда она почти не содержитъ, или содержитъ очень мало пыли, а состоитъ главнымъ образомъ изъ мелкихъ комочковъ, или по крайней мѣрѣ такихъ, которые не превышаютъ 1—2 мм. въ діаметрѣ.

Для различныхъ почвъ признаки грубого и пѣжнаго строенія, получающагося при обработкѣ, будутъ зависѣть отъ ихъ свойствъ: такъ тяжелыя почвы пріобрѣтаютъ грубое строеніе въ очень сыромъ или сухомъ состояніи, потому что какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ образуютъ большія глыбы и почти никогда не превращаются въ пыль; легкія почвы, напротивъ, получаютъ грубое строеніе въ сухомъ состояніи, при которомъ онѣ легко превращаются въ пыль. Слѣдовательно пѣжное строеніе у плотныхъ почвъ достигается при средневлажномъ ихъ состояніи, а у легкихъ даже при пѣ-

которомъ избытокъ влажности. Определить то или другое строеніе почвы на практикѣ не представляетъ затрудненій, и часто уже на глазъ можно судить по состоянію поверхности о строеніи, или по степени крошенія почвы при раздавливаніи комочковъ рукою. Точнѣе о величинѣ послѣднихъ можно судить проѣвваніемъ высушенной земли чрезъ сита, причемъ комки величиною отъ 2 до 5 и болѣе миллиметровъ надо считать крупными, отъ 2 до 0,25 мм. — мелкими, а еще менѣе — пылеватыми. Еще лучше для практическихъ цѣлей знать степень измѣненія связности почвы въ зависѣмости отъ содержанія въ ней влаги. Если извѣстна будетъ степень связности почвы при различномъ содержаніи въ ней влажности, то, опредѣляя только въ каждомъ случаѣ для данной почвы количество влаги (по разности вѣсовъ сырой и высушенной почвы), можно получить прямое указаніе для достиженія того или другого строенія почвы при обработкѣ.

Подъ влияніемъ того или другаго строенія въ почвѣ будутъ измѣняться внутреннія и внѣшнія физическія свойства. Такъ при разрыхленіи почвы существенно измѣняется кажущіеся удѣльный вѣсъ, а слѣдовательно и объемныя отношенія, скважность и связность. Вслѣдствіе же измѣненія этихъ внутреннихъ свойствъ отношеніе почвы къ водѣ, газамъ и теплотѣ въ разрыхленной почвѣ совершается иначе, чѣмъ въ почвѣ плотной. Вмѣстѣ съ измѣненіемъ физическихъ свойствъ, главнымъ образомъ — отношеній къ водѣ, газамъ и теплу, въ почвѣ должны измѣняться и химическія свойства, т. е. различныя реакціи, при которыхъ образуются новыя формы соединеній болѣе доступныхъ корнямъ растений.

Измѣненія въ кажущемся удѣльномъ вѣсѣ будутъ очевидно зависѣть отъ величины комочковъ: чѣмъ они мельче, тѣмъ выше кажущіеся удѣльный вѣсъ, а потому наибольшая величина его будетъ при пылеватомъ строеніи почвы, а наименьшая тогда, когда почва содержитъ много большихъ комьевъ.

Такъ наприм. почва въ естественномъ уплотненномъ состояніи имѣла кажущіеся удѣльный вѣсъ 1,65, при разрыхленіи же, когда величина комковъ

была 1—0,3	миллиметровъ. . . .	1,15
" 3—5	"	0,95

Соотвѣтственно измѣненію кажущагося удѣльнаго вѣса будутъ колебаться и объемныя отношенія почвы. Измѣненія объема почвы имѣютъ важное значеніе какъ для растений, покрывающихъ ее, такъ и для самой почвы. При увеличеніи объема вслѣдствіе разрыхленія корни растений могутъ сильнѣе развѣтвляться и распространяться въ почвѣ, будутъ получать питательныя вещества изъ большей массы земли, которыя, представляя при большомъ объемѣ и большую поверхность, лучше доступны движенію газовъ и паровъ, лучше освобождается отъ избытка влаги, а вслѣдствіе этого лучше обогрѣвается, процессы вѣвѣтриванія и разложенія органическихъ веществъ въ ней усиливаются. Поэтому измѣненіе объема почвы при разрыхленіи вліяетъ на отношеніе ея къ водѣ, газамъ и теплу, а главнымъ образомъ на отно-

шение ее къ растениямъ. Выше было указано, что измѣненія объема почвы зависятъ отъ количества влажности и строения и у разныхъ почвъ колеблются отъ 0 до 30%. Ближайшя изслѣдованія показали, что объемныя отношенія колеблются, смотря по величинѣ частицъ или комочковъ, которыя получаютъ при разрыхленнн почвы и при извѣстной крупности послѣднихъ объемъ остается болѣе или менѣе постояннымъ, наприм. объемъ:

	Суглинка.	Кварцеваго песка.
При частицахъ до 0,25 mm. . . .	1,292	1,364
" " 0,5—1 "	1,075	1,571
" " 1—2 "	1,059	1,609
" " 2—4 "	1,035	1,615

Чѣмъ крупнѣе комки, тѣмъ менѣе вообще ощутительно измѣненіе объема, въ почвахъ же съ мелкими частицами объемъ можетъ сильно уменьшаться, поэтому содержаніе въ почвѣ глины, гумуса, песчаной пыли вызываетъ болѣе значительное измѣненіе объема, нежели приеутствие песку, хряща, камешковъ и т. п. Такимъ образомъ почвы песчаныя хотя и будутъ нѣсколько увеличиваться въ объемъ при разрыхленн, но за то мало уменьшаться при уплотненн, тогда какъ почвы глинистыя, иловатыя и подобныя обнаруживаютъ значительныя колебанія въ объемѣ въ рыхломъ и плотномъ состоянн. Особенно важное значеніе измѣненіе объема имѣеть у такихъ почвъ, которыя, обладая способностью набухать, при разрыхленн сильно увеличиваются въ объемъ (вздуваются), каковы, наприм., перегнойныя, глинистыя почвы, но при испаренн воды вслѣдствіе сильнаго высыхания могутъ такъ уменьшаться въ объемъ, что часто образуютъ трещины болшей или меншей ширины по причинѣ горизонтальнаго сжиманія почвы.

Образованіе трещинъ въ почвѣ имѣеть не маловажныя послѣдствія какъ для физическихъ свойствъ почвъ, такъ и для растений. Трещины являютъ слѣдствіемъ измѣненія объема у почвъ, содержащихъ частицы, способныя поглощать много воды и обладающія большою связностью, каковы: глина, перегной и другія вещества, образующія тонкій илъ. При поглощенн воды всѣ такія вещества значительно увеличиваются въ объемъ, отъ приеущаго имъ набуханія, наприм. при разрыхленн объемъ перегной, поглотившаго воды 5119 се. былъ равенъ 10480 се., объемъ суглинка съ 5670 се. воды было 10040 се. Вслѣдствіе высыхания отъ испаренія воды всѣ такія вещества постепенно сжимаются, т.-е. въ нихъ происходитъ уменьшеніе объема, причежъ частицы будутъ плотно прижиматься другъ къ другу; для образованія же трещины въ почвѣ необходимо раздѣленіе частицъ, которое происходитъ тѣмъ труднѣе, чѣмъ болѣе сила, съ которою частицы прилегаютъ другъ къ другу, т.-е. чѣмъ выше связность, а у тонкаго ила она именно очень велика.

Слѣдовательно уменьшеніе объема при высыханн должно быть на столько значительнымъ, чтобы преодолѣть силу связности. Опытъ показалъ, что у связныхъ почвъ при быстромъ высыханн объемъ можетъ уменьшаться

такъ, что частицы, невзирая на значительную связность, разъединяются, вследствие чего образуются трещины. Но при образовании трещинъ замѣчается нѣкоторое различіе между плотною и рыхлою почвами. Именно у плотной почвы, по причинѣ значительной связности и большой волосности вода лучше распределяется во всѣхъ слояхъ почвы, чѣмъ у рыхлой, у которой связность меньше, влага держится преимущественно въ верхнихъ слояхъ почвы, частицы сильнѣе набухаютъ, а потому изменение объема ощутительнѣе, чѣмъ въ плотной почвѣ. Вслѣдствіе же всего этого трещины, образующіяся въ верхнемъ слое, проходятъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ рыхлѣе была почва; у почвъ не разрыхляемыхъ, слежавшихся (припадливыхъ), трещины появляются не скоро. Притомъ чѣмъ быстрѣ рыхлая почва высыхаетъ, тѣмъ больше въ ней образуется трещинъ. Въ плотной почвѣ, вследствие значительной связности и меньшаго набуханія, число трещинъ, ихъ размѣры и форма при прочихъ равныхъ условіяхъ бываетъ меньше, чѣмъ у рыхлой, но за то они бывають глубже и могутъ располагаться по разнымъ направленіямъ.

Образованіе трещинъ въ почвѣ вызываетъ большее проникновеніе воды въ глубокіе слои, усиленіе провѣтриванія, большее охлажденіе, наприм. зимою, когда холодный воздухъ проникаетъ на значительную глубину, или болѣе сильное нагрѣваніе, наприм. лѣтомъ. При высыханіи почвы образованіе трещинъ губительно дѣйствуетъ на корни растений, которые разрываются, а это особенно вредно дѣйствуетъ на молодыя растения, не успѣвшіе достаточно укорениться, не говоря о томъ, что сильное высыханіе почвы способствуетъ отмиранію коренковъ еще до появленія трещинъ. Трещины и щели, которыя образуются въ почвѣ зимою, обуславливаются указаннымъ раньше дѣйствіемъ мороза на влажную почву, которая сильно охлаждается и трескается.

Измѣненіе скважности при разрыхленіи почвы обуславливается величиной образующихся при этомъ комочковъ и слѣдовательно, смотря по тому получила ли почва грубое или нѣжное строеніе, скважность ея будетъ неодинакова; такъ, наприм., у одной и той же почвы:

при величинѣ частицъ	скважность была:
2—1 mm.	37,9 ⁰ ₀
1—0,3 „	55,3
0,3 и ниже	55,3

Вообще съ увеличеніемъ частицъ скважность понижается, съ уменьшеніемъ же повышается, но до извѣстнаго предѣла, за которымъ измѣненіе скважности происходитъ весьма незначительно. Чѣмъ плотнѣе, съ другой стороны, будетъ почва, тѣмъ меньше ея скважность, а чѣмъ рыхлѣе, тѣмъ больше, но, разумѣется, въ зависности отъ степени разрыхленія и уплотненія, величины и формы частицъ.

Связность почвы также сильно изменяется под влиянием разрыхления, что очевидно уже потому, что одна и та же почва в естественном состоянии всегда бывает плотнее, т.-е. обладает большою связностью, нежели при обработке, или под влиянием естественных дѣятелей разрыхления (мороза, растений, животных и т. п.). Величина частиц и содержание воды также будут изменять связность; именно чѣмъ мельче частицы и влажнѣе почва, тѣмъ вообще связность выше. Въ зависимости отъ степени разрыхления у одной и той же почвы, мелкаго суглинка, связность изменялась слѣдующимъ образомъ:

при пылеватомъ строеніи:

	Рыхлый.	Уплотненный.	Очень уплотненный.
Суглинокъ въ воздушно сухомъ состояніи	3758	6025	9692 грам.
Суглинокъ во влажномъ состояніи	1025	1925	3225 "
„ совершенно насыщенный водою	33	75	93 "

при комковатомъ строеніи:

Суглинокъ воздушно сухой	808	17358	20000 "
„ влажный	492	9500	17330 "
„ насыщ. водою	58	175	708 "

образомъ уплотненіе увеличиваетъ связность, даже при различной величинѣ частицъ, и тѣмъ болѣе, чѣмъ суше почва; но при этомъ вліяетъ составъ почвы, именно прирѣзь глины и гумуса при этихъ условіяхъ повышаетъ связность, прирѣзь извести и нескучу будетъ ее понижать.

Наконецъ отношенія почвы къ водѣ и теплу будутъ существенно различны въ уплотненномъ и разрыхленномъ состояніи. Капиллярныя явленія въ почвѣ зависятъ, какъ извѣстно, отъ величины промежутковъ и свойства частицъ, а потому, очевидно, чѣмъ рыхлѣе будетъ почва, т.-е. чѣмъ крупнѣе ея комки, тѣмъ меньше будетъ ея волосность или высота и скорость поднятія воды; такъ наприм. одна и та же почва проводила воду:

Поднятiе воды.	Величина частицъ.			
	менѣе	0,25 до	0,5	3—7 мм.
черезъ 3 часа	17,5	14	8,5	сантим.
„ 6 „	23,5	16,2	9,8	„
„ 5 „	73,3	30	33	„
„ 11 „	84,5	31	—	„
„ 27 „	100	33,3	—	„

Отсюда слѣдуетъ, что при разрыхленіи почвы влѣдствіе уменьшенія волосности снизу верхній слой, теряя воду чрезъ испареніе, скоро высыхаетъ, а это наприм. важно весною, когда на хорошо обработанной съ осени почвѣ можно раньше приступить къ работамъ (посѣву и пр.), чѣмъ на не разрыхленной. Влѣдствіе измененія волосности очевидно будетъ измениться вла-

гоемкость почвы, т. е. абсолютное и относительное количество воды, задерживаемое почвою; именно найдено въ разныхъ почвахъ:

Название почвъ.		Абсолютное количество воды.	Вѣсовое содержаніе воды.	Объемное въ процентахъ.
Суглинокъ	уплотненный . . .	117,881 кил.	18,03 %	28,31 ⁰ 0
	рыхленый . . .	119,919 "	18,29 "	27,76 "
Перегнойно - известк. почва	плотная . . .	139,952 "	24,31 "	36,79 "
	рыхлая . . .	137,897 "	24,03 "	32,19 "
Кварцевый песокъ	плотный . . .	43,605 "	6,02 "	10,39 "
	рыхлый . . .	33,111 "	4,68 "	7,26 "
Торфъ	плотный . . .	177,891 "	57,21 "	40,99 "
	рыхлый . . .	166,982 "	55,52 "	32,71 "
Известковый песокъ.	плотный . . .	105,002 "	15,27 "	25,74 "
	рыхлый . . .	100,413 "	14,71 "	22,13 "

Степень разрыхленія имѣеть тѣмъ большее вліяніе на влагоемкость тѣмъ чаще почва подвергается обработкѣ.

Вообще механическая обработка почвы въ сухое время года понижаетъ содержаніе воды въ почвахъ, и тѣмъ больше, чѣмъ меньшею влагоемкостью обладаетъ данная почва: такъ песчаная, известковыя почвы вследствие многократнаго разрыхленія будутъ сильнѣе иссушаться, глинистыя, суглинистыя и перегнойныя вообще менѣе, потому что обладаютъ большею влагоемкостью. Но такъ какъ при разрыхленіи почвъ увеличивается поверхность испаренія, то слѣдуетъ избѣгать перенашки верхняго слоя въ сухую погоду, такъ какъ это ведетъ къ сильному высыханію.

Далѣе въ рыхлой почвѣ измѣняются проницаемость и испареніе воды. Почва въ естественномъ состояніи, находясь въ уплотненномъ видѣ, очевидно мало проницаемая для воды, нежели при разрыхленіи ея подъ вліяніемъ различныхъ дѣятелей. А такъ какъ большая или меньшая проницаемость для воды обуславливается, какъ извѣстно, кажущимся удѣльнымъ вѣсомъ (величиною частицъ), то очевидно степень разрыхленія будетъ вызывать неодинаковую проницаемость почвы для воды. Вообще проницаемость почвы для воды уменьшается съ ея уплотненіемъ и мелкою частицъ, т. е. чѣмъ сильнѣе почва разрыхляется, особенно въ сухомъ состояніи, тѣмъ болѣе она становится проницаемою для воды; но при этомъ если почва получитъ пылеватое строеніе, то проницаемость ея будетъ значительно ниже, чѣмъ при комковатомъ состояніи, когда чрезъ почву просачивается вдвое болѣе воды. Это обуславливается тѣмъ, что проницаемость стоитъ въ прямомъ отношеніи къ величинѣ частицъ; при мелкихъ частицахъ увеличивается волосность, препятствующая проницаемости, а чѣмъ крупнѣе частицы, тѣмъ меньше въ почвѣ образуется волосныхъ промежутковъ и тѣмъ болѣе будетъ ея проницаемость.

Что касается испарения воды из почвы при изменении ее строения, то само собою понятно, что вследствие изменения площади поверхности и капиллярного поднятия воды при разрыхлении почвы, испарение должно измениться. В зависимости от степени разрыхления, крупности образующихся при этом комочков и волосного поднятия воды из нижних слоев.

Влияние величины частиц на испарение состоит, как известно, в том, что с уменьшением частиц оно увеличивается: такъ совершенно чистый бѣлый кварцевый песокъ испаряетъ:

при частицахъ	$0,10 - 0,25$ мм.	. . . . .	2970	с. с.	воды.
"	"	$0,25 - 0,5$	"	. . . . .	2130 " "
"	"	$0,5 - 0,1$	"	. . . . .	1530 " "
"	"	1 — 2	"	. . . . .	1250 " "

Но такъ какъ при величинѣ частицъ болѣе $0,5$ мм. капиллярное поднятие воды изъ нижнихъ слоевъ становится невозможнымъ, то поэтому испарение понижается, а если и происходитъ, то лишь поверхностное, т. е. испаряется вода, удерживаемая частицами вследствие притяжения съ поверхности, а также та, которая находилась въ промежуткахъ; иначе говоря, испарение въ крупныхъ частицахъ будетъ зависеть отъ количества бывшей въ нихъ воды. При мелкихъ частицахъ капиллярность возрастаетъ, поверхность, испаряющая воду, увеличивается, а потому и высыхание почвы дѣлается значительнымъ. Поэтому различіе въ испарении воды изъ почвы, находящейся въ пылеватомъ и комковатомъ состояніи, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ растительнаго или пахатнаго слоя, будетъ вообще, велико и тѣмъ болѣе, тѣмъ рѣзче выражается разница въ строеніи. Но, съ другой стороны, величина промежутковъ зависитъ отъ болѣе или меньше плотности почвы, и тѣмъ ближе прилегаютъ частицы ея другъ къ другу, тѣмъ болѣе волосность, а потому тѣмъ сильнѣе испаряется вода. Въ разрыхленной почвѣ находится много не волосныхъ промежутковъ, затрудняющихъ поднятие воды изъ нижнихъ слоевъ на поверхность, а потому влажность верхняго слоя не можетъ поддерживаться капиллярною водою, и какъ только высохнетъ верхній разрыхленный слой, такъ дальнѣйшее испарение должно прекратиться. Въ почвѣ же, находящейся въ болѣе уплотненномъ состояніи, образуется много волосныхъ промежутковъ, скоро доставляющихъ воду на поверхность, которая вследствие этого сильнѣе увлажняется, а потому будетъ болѣе испарять.

Съ другой стороны, при уплотненіи почвы изменяется провѣтриваніе и нагрѣваніе ея, что также вліяетъ на испарение. Именно при уплотненіи уменьшается движеніе воздуха, но увеличивается теплопроводность почвы, при разрыхленіи же наоборотъ, а вследствие этого при высокой температурѣ плотная почва можетъ высыхать сильнѣе, тѣмъ рыхлая. Вообще, при малой влажности воздуха, высокой температурѣ, сильною и продолжитель-

номъ освѣщеніи почвы солнцемъ, быстрое движениі воздуха (сухіе вѣтры) почва плотная будетъ высыхать болѣе, чѣмъ рыхлая. Поэтому припатываніе почвы лѣтомъ ведетъ къ большому высыханію, нежели разрыхленіе, которое вліяетъ на испареніе воды только изъ слоя почвы, подвергаемаго разрыхленію. Но такія отношенія совершенно измѣняются въ дождливое время, когда рыхлая почва болѣе пропускаетъ воды въ глубину, нежели плотная, когда дождь ударами своихъ капель можетъ разбивать комочки разрыхленной почвы, уплотняетъ ее, переводитъ, такъ сказать, не капиллярные, промежутки въ капиллярные, вслѣдствіе чего волосное поднятіе воды усиливается, а потому увеличивается и испареніе. Подъ вліяніемъ же дождя непроницаемая для воды плотная почва увеличиваетъ свою влагоемкость, отчего испареніе ея воды можетъ также увеличиться. Другими словами, при избыткѣ влаги различіе въ испареніи (высыханіи) рыхлой и плотной почвы бываетъ менѣе значительнымъ, нежели въ сухое время года.

Наконецъ нарушеніе строенія почвы вызываетъ измѣненіе отношеній ея къ теплотѣ и газамъ. Именно нагрѣваніе почвы рыхлой и плотной совершается неодинаково: извѣстно, что теплопроводность и лученспусканіе почвы различны въ зависимости отъ расположенія ея частицъ, а потому и температура почвы подъ вліяніемъ разрыхленія должна существенно измѣняться, но на степень этого измѣненія будутъ вліять, кромѣ того, величина частицъ, влажность, цвѣтъ почвы, состояніе поверхности и т. и. При уплотненіи почвы увеличивается теплопроводность, а также влагоемкость, но понижается пропускаемость почвы для воздуха, за то усиливается испареніе, а слѣдовательно и охлажденіе почвы, а вслѣдствіе этого температура плотной почвы лѣтомъ и зимою будетъ выше, чѣмъ почвы разрыхленной, въ которой нагрѣваніе верхняго слоя лѣтомъ происходитъ сильнѣе, такъ какъ онъ суше, зимою же температура рыхлой почвы понижается, потому что по тѣмъ же причинамъ охлажденіе верхняго слоя бываетъ сильнѣе. Однако наблюденія показали, что колебанія въ температурѣ почвы бываютъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ плотнѣе ея строеніе. Но въ томъ и другомъ состояніи почвы тепловыя отношенія будутъ опредѣляться величиною частицъ, именно: чѣмъ крупнѣе комочки почвы, тѣмъ лучше она нагрѣвается, при пылеватомъ же строеніи температура можетъ значительно понизиться по причинѣ увеличенія испаренія почвою воды, усиленія лученспусканія, теплопроводности и теплоемкости. Поэтому, въ зависимости отъ величины частицъ, температура почвы въ верхнемъ слое будетъ ниже при мелкихъ частицахъ и выше при крупныхъ.

Вообще комковатая почва зимою сильнѣе охлаждается, нежели пылеватая, лѣтомъ же происходитъ обратное отношеніе: пылеватая почва по причинѣ возрастанія испаренія и лученспускаемости теряетъ больше тепла, чѣмъ комковатая. Уплотненіе почвы можетъ содѣйствовать на этомъ основаніи, какъ лѣтомъ, такъ и зимою, большому охлажденію, разрыхленіе же лѣтомъ

может усилить нагревание, а зимою способствует большому охлаждению верхняго слоя почвы.

Въ отношеніи колебаній суточной температуры почвы комковатой и пылеватой, уплотненной и разрыхленной, наблюдаются наприм., слѣдующія измѣненія: температура пылеватой почвы въ продолженіе сутокъ обнаруживаетъ вообще большіе колебанія, чѣмъ комковатой; именно суточный максимумъ температуры почвы комковатой бываетъ выше, нежели у пылеватой, различіе же между минимумъ температуры той и другой почвы менѣе значительно. Однако такія отношенія становятся менѣе замѣтными при сухомъ состояніи комковатой и пылеватой почвы, при повышеніи же влажности, при пониженіи испаренія, различіе между максимумъ и минимумъ температуры комковатой и пылеватой почвы значительно увеличивается.

Всѣ эти отношенія, безъ сомнѣнія, будутъ имѣть влияние на пользованіе растениями почвенною теплою при различномъ строеніи почвы.

Вслѣдствіе измѣненія скважности подѣ влияніемъ разрыхленія очевидно отношеніе почвы къ газамъ должно обуславливаться величиною частицъ, если другія условія, какъ-то: влажность, температура, толщина слоя и т. п. останутся одинаковыми. Такъ, почва съ мелкими частицами должна больше поглощать газовъ, но за то хуже ихъ пропускать, т.-е. провѣтриваться, нежели почва, имѣющая комковатое строеніе. Въ послѣднемъ случаѣ, вслѣдствіе присутствія большихъ промежутковъ и болыней сухости почвы, свободнѣе движется воздухъ, но по причинѣ меньшей поверхности соприкосновенія комковатая почва хуже поглощаетъ газы.

Всѣ вышеуказанныя измѣненія физическихъ свойствъ почвы въ зависмости отъ строенія должны обнаруживать влияние на различныя отношенія между составляющими почву веществами. Отношенія почвы къ водѣ, газамъ и теплу, обнаруживающіяся при разрыхленіи или уплотненіи, оказываютъ дѣйствіе на тѣ химическіе процессы, которые зависятъ отъ этихъ отношеній. Такъ въ почвѣ разрыхленной энергичнѣе происходитъ вывѣтриваніе безводныхъ силикатовъ, образуется больше водныхъ соединений и другихъ конечныхъ продуктовъ разрушенія составныхъ частей скелета почвы, быстрѣе происходитъ гниеніе органическихъ остатковъ, вслѣдствіе чего накаплиются перегнойныя вещества и различные газы, въ особенности углекислота, процессы нитрификаціи тоже, какъ извѣстно, лучше совершаются въ разрыхленномъ состояніи почвы. Вслѣдствіе же усиленія всѣхъ подобныхъ химическихъ реакцій разрыхленная почва накаплиетъ питательныя вещества для растений и распределяетъ въ болынемъ объемѣ, изъ котораго корни легче и полнѣе ихъ замѣтуютъ.

Всѣ такія измѣненія физическаго и химическаго состоянія, возникающія въ почвѣ подѣ влияніемъ ея строенія, обуславливаютъ такъ-называемую *спѣлость почвы*. Спѣлость представляетъ такимъ образомъ совокупность физическихъ и химическихъ свойствъ, благоприятно дѣйствующихъ на развитіе

растений, такъ какъ проростаніе сѣмянъ, развитіе корневой системы, ростъ надземныхъ органовъ, въ значительной степени обусловливаются строеніемъ почвы, ея влажностью, отношеніемъ къ теплу и запасомъ удобопріемлемыхъ питательныхъ веществъ. Признаки сѣлой почвы выражаются въ болѣ темномъ цвѣтѣ, отъ увеличенія влагоемкости и накопленія перегноя, въ рыхлости, которая происходитъ отъ избытка строенія, получаемого сѣлою почвою, далѣе въ увеличеніи объема и упругости, потому что изменяется связность, образуется много крупныхъ промежутковъ, наполненныхъ водою и газами, выдѣляющимися отъ разложенія органическихъ остатковъ, а газы влѣдствіе приущей имъ упругости вздуваютъ почву, которая и получаетъ отъ этого нѣкоторую эластичность, обнаруживаемую при надавливаніи, а поверхность сѣлой почвы принимаетъ болѣе гладкій, иногда блестящій видъ.

Влѣдствіе измененія строенія въ сѣлой почвѣ происходитъ равномерное распределеніе воды, отъ измененія волоености и непорочія, отчего она получаетъ нормальную степень влажности, далѣе лучше поглощаетъ водяные пары, болѣе пропускаетъ воздухъ, т.-е. лучше провѣтривается, наконецъ сѣлая почва лучше нагрѣвается и распределяетъ тепло и, обладая избыткомъ строенія, представляетъ меньше колебаній въ своей температурѣ. Означенныя физическія отношенія имѣютъ слѣдствіемъ измененіе химическихъ процессовъ, которыми подготавлиются питательныя вещества въ почвѣ, а это, вмѣстѣ съ благопріятнымъ состояніемъ сѣлой почвы относительно рыхлости, влажности и нагрѣванія, вызываетъ быстрое развитіе сорной растительности, которою обыкновенно покрывается сѣлая почва. Такъ какъ физическія и, въ особенности, химическія измененія требуютъ для своего совершенія извѣстнаго времени, то на практикѣ, для сообщенія почвѣ сѣлости, ее оставляютъ на болѣе или менѣе продолжительное время (паръ, залежь) безъ воздѣлыванія растений съ тѣмъ, чтобы искусственно (механическою обработкою, удобреніемъ), или естественнымъ путемъ (въ залежи) подготовить въ почвѣ тѣ измененія, которыя сообщаетъ ей сѣлое состояніе.

Но почва, получившая однажды извѣстное строеніе, пріобрѣтшая сѣлость, съ теченіемъ времени утрачиваетъ такое состояніе влѣдствіе уплотненія. Это происходитъ отъ дѣйствія воды, животныхъ, а также растений не только воздѣлываемыхъ, но и дикорастущихъ.

Всѣ эти причины дѣйствуютъ на почву по существу совершенно одинаково, потому что разрушаютъ комки, отчего почва сплывается, заболачивается, — словомъ, уплотняется и теряетъ первоначальное строеніе. Однако различныя почвы не въ одинаковой степени поддаются уплотняющимъ силамъ, разрушающимъ ихъ строеніе, что зависить, какъ указано выше, отъ способности комочковъ противустоять раздавливанію, или отъ свойственной имъ твердости, или прочности строенія. Поэтому почвы, содержащія перегной, глинну, водную окись желѣза и т. п., обладающія болѣею прочностью, труд-

иѣ теряють свое строеніе. нежели почвы несчанія, известковыя, легче подвергаются уплотняющимъ силамъ.

Вода разрушаетъ строеніе почвы или вѣдствие удара о частицы, или давленія оказываемаго ей вѣсомъ на почву. Первое дѣйствіе обнаруживается во время дождей, особенно проливныхъ, которые, падая съ значительною скоростью и принося сразу большое количество воды, разбиваютъ комки, а при движеніи водяныхъ потоковъ по поверхности, особенно наклонной, размываютъ почву, сносятъ мелкія, иловатыя частицы, которыми заполняются болѣе широкіе промежутки, и такимъ образомъ нарушается однородность частицъ и происходитъ уплотненіе почвы. Такому уплотняющему дѣйствію дождей особенно сильно подвергаются почвы, обладающія высокою влагоемкостью, набуханіемъ и незначительною проникаемостью, вѣдствие чего на поверхности скопляется избытокъ воды, которая можетъ заболачивать верхній слой. Зимною разрыхленная почва подвергается уплотняющему дѣйствію снѣгового покрова, который своимъ вѣсомъ давитъ на комочки и разрушаетъ ихъ, при томъ тѣмъ болѣе, чѣмъ толще снѣговой покровъ, а почва, находящаяся подъ нимъ, не замерзла. При тонкомъ снѣговомъ покровѣ и низкой температурѣ почвы на поверхности давленіе снѣга будетъ незначительно и уплотненіе слабо. Во время таянія снѣга образующаяся вода содѣйствуетъ размыванію комочковъ и уплотненію почвы, также какъ и дождевая, часто даже сильнѣе, если сразу образуется много снѣговой воды на почвѣ, которая медленно оттаиваетъ и много поглощаетъ влаги, но мало ее пропускаетъ, въ виду этого уплотняющее дѣйствіе снѣга не на всякихъ почвахъ одинаково. Вліяніе дождевой воды, снѣга, града, ледяной коры и т. п. определяется существенно твердостью почвы или прочностью строенія, а также степенью разрыхленія или величиною комочковъ, находящихся въ почвѣ. Такъ почва въ пылеватомъ состояніи, въ видѣ очень большихъ комьевъ, скорѣе подвергается размывающему дѣйствію воды, чѣмъ при иѣжномъ строеніи, когда комки ея бываютъ средней величины (не болѣе 2 мм.) и при достаточной прочности противустоятъ удару дождевыхъ струй, или давленію снѣга и льда. У пылеватой почвы дождевая вода, не имѣя возможности проходить въ глубь, застаивается на поверхности и уплотняетъ почву; у почвъ же съ очень крупными комками, вѣдствие присутствія широкихъ промежутковъ, большое количество просачивающейся въ нижніе слои воды размываетъ комочки, заноситъ широкія скважины мелкими частицами и скоро разрушаетъ строеніе почвы, а при незначительной твердости комковъ (напр. у несчанистыхъ почвъ) такое уплотненіе можетъ произойти уже послѣ перваго сильнаго дождя. Въ виду этихъ обстоятельствъ, для того чтобы предохранить почву отъ размывающаго дѣйствія воды, необходимо при обработкѣ придать ей иѣжное строеніе, т. е. комки иѣкоторой средней величины, избѣгая образованія пыли и большихъ глыбъ.

Уплотнение почвы может производиться еще животными, при движении их по разрыхленной почве, особенно при несколько влажном ее состоянии. Так, наприм., пастба скота, въ особенности овецъ, на почве не вполне просохшей весной, или на свеже обработанной и поросшей травой может быть вредна въ этомъ отношеніи. Уплотнение въ такихъ случаяхъ можетъ быть иногда (наприм при толокѣ мякотныхъ земель) очень значительнымъ.

Наконецъ растенія также вліяютъ на строеніе, точнѣе говоря, растенія могутъ въ большей или меньшей степени поддержать полученное почвою строеніе, или даже содѣйствовать ея дальнѣйшему разрыхленію. Первое дѣйствіе растеній обуславливается отъніемъ, второе зависитъ отъ развитія и силы проникновенія корней въ почву. Вообще говоря, отъніе почвы не только живыми растеніями, но и различными мертвыми растительными покровами (соломою, листвою, навозомъ и т. п.) предохраняетъ комочки почвы отъ разрушенія, потому что ослабляетъ дѣйствіе дождевой и снѣговой воды. Но, съ другой стороны, такое предохраняющее дѣйствіе зависитъ какъ отъ прочности самой почвы, такъ и отъ толщины покрова, или густоты стоянія растеній, а также отъ свойствъ надземныхъ органовъ (листьевъ и стеблей), покрывающихъ поверхность почвы; сопротивленіе удару дождевыхъ капель во всѣхъ этихъ случаяхъ будетъ весьма не одинаковое.

Въ практикѣ земледѣлія давно извѣстно, что почва выходитъ не въ одинаковомъ физическомъ состояніи изъ-подъ различныхъ растеній: одни изъ нихъ оставляютъ почву въ рыхломъ состояніи, послѣ другихъ же растеній почва выходитъ болѣе или менѣе уплотненной. Такъ густо произрастающія, широколиственные растенія, требующія наименьшей культурной площади и потому разводимыя съ небольшими промежутками другъ отъ друга, дѣйствуютъ хорошо на поддержаніе строенія почвы и даже содѣйствуютъ ея разрыхленію своими корнями и урожайными остатками. Таковы именно мотыльковыя растенія, какъ однолѣтнія (горохъ, вика и др.), такъ въ особенности многолѣтнія кормовыя травы (клеверъ, люцерна, эспарцетъ). Напротивъ растенія мало листовныя, рѣдко произрастающія и развивающія слабую корневую систему, каковы, наприм., злаки и сходящія съ ними въ этихъ отношеніяхъ растенія, плохо защищаютъ почву отъ дѣйствія атмосферныхъ осадковъ, а потому послѣ нихъ почва скорѣе утрачиваетъ первоначальное строеніе. Такъ называемыя плугоположныя растенія, т.-е. такія, которыя воздѣлываются съ большими промежутками, допускающими обработку почвы во время своего произрастанія, какъ наприм. корнеплоды (свекла, турнепсъ, брюква, морковь), картофель и другія, занимаютъ въ этомъ отношеніи особое мѣсто, такъ какъ во время произрастанія подобныхъ растеній посредствомъ пропахиванія (мотыженія, окучиванія) междурядіи можно возстановить строеніе почвы, если оно было нарушено дѣйствіемъ атмосферныхъ осадковъ.

Такимъ образомъ, для возстановленія надлежащаго строенія почвы, въ

практикѣ можно пользоваться разнообразными средствами, изъ которыхъ, одни прямо, а другія косвенно предохраняють почву отъ вліянія уплотняющихъ ее силъ. Къ числу такихъ средствъ надо отнести: выборъ растений и порядокъ разведенія ихъ другъ за другомъ (плодосмѣна), прикрытіе почвы различными растительными покровами (дершиною, соломою, листовою мхомъ и т. п.), надлежащее пользованіе урожанными остатками, образующимися при разложеніи перегной, увеличивающій прочность комочковъ, удаленіе сорныхъ травъ (полотье), густоту и способъ посѣва, промежуточную (междурядную) культуру растений, оставленіе земли въ пару, надлежащее распределеніе и захаиваніе навоза въ достаточномъ количествѣ, воздѣлываніе многолѣтнихъ растений, особенно бобовыхъ кормовыхъ травъ, примѣненіе зеленого удобрения, т.-е. воздѣлываніе и захаиваніе въ почву такихъ растений, которыя быстро развиваются и образуютъ значительную растительную массу, такъ какъ послѣднія, при гніеніи въ почву, будутъ абсолютно обогащать ее перегноемъ и тѣмъ содѣйствовать ея строенію, не говоря о томъ, что при зеленомъ удобрѣніи достигаются всѣ благопріятныя для почвы послѣдствія отбѣненія, производимаго растениями.

VII. Мѣстныя свойства почвы.

(Эпитомическій характеръ).

Почва занимаетъ на земной поверхности опредѣленное положеніе, т.-е. находится обыкновенно тамъ, гдѣ скопляются минеральныя и органическія вещества, ее образующія. Коренныя или первичныя почвы въ большинствѣ случаевъ занимають то же природное положеніе, которое свойственно материнскимъ породамъ, дающимъ имъ начало. Наносныя или вторичныя почвы, являясь результатомъ смыванія водою вывѣтрившихся частицъ, отлагаются не на тѣхъ породахъ, изъ которыхъ онѣ образовались, а въ другихъ мѣстахъ, болѣе или менѣе отдаленныхъ отъ послѣднихъ. Въ періодъ наибольшаго размывающаго дѣйствія воды пронеходило въ обширныхъ размѣрахъ такое перемѣщеніе почвъ съ одного мѣста на другое, слѣдствіемъ чего и явилось распределеніе разныхъ почвъ на земномъ шарѣ; въ настоящее время, и вообще въ историческій періодъ, хотя и продолжается размывающее и наносное дѣйствіе воды (но берегамъ, въ устьяхъ рѣкъ и т. п.), по сравнительно медленно и ограниченно. Поэтому почвы занимають на земной поверхности всегда извѣстное географическое и топографическое положеніе, въ слѣдствіе котораго они подчиняются самымъ разнообразнымъ вышнимъ вліяніямъ. Такъ какъ климатическія условія въ различныхъ мѣстахъ земного шара весьма не одинаковы, то количество тепла и влаги, а также интенсивность и продолжительность освѣщенія и другіе факторы растительной

жизни будутъ дѣйствовать весьма различно, смотря по положенію, занимаемому почвою въ природѣ, а вѣдѣствіе этого свойства и значеніе почвы должно существенно измѣняться. Совокупное дѣйствіе вышнихъ вліяній на почву, обусловливаемое извѣстными ея положеніемъ, носитъ названіе энтоническаго характера почвы или ея мѣстныхъ свойствъ. Подъ вліяніемъ такихъ мѣстныхъ свойствъ, физическія и химическія отношенія въ почвѣ претерпѣваютъ измѣненія, которыя должны очевидно отражаться на развитіи растений, покрывающихъ почву, вѣдѣствіе чего техническое значеніе послѣднихъ, при каждомъ ея положеніи на мѣстности, будетъ весьма различно, въ виду этого такія свойства, вліяющія на продуктивность почвы, можно назвать ея техническими свойствами.

Къ числу мѣстныхъ свойствъ надо относить: географическое положеніе т. е. широту и долготу, возвышеніе надъ уровнемъ океана, наклонъ къ горизонту, положеніе почвы относительно странъ горизонта, вліяніе наслоеній, рельефа, вліяніе лѣсовъ, водоемовъ и т. п. Все эти вліянія измѣняютъ главнымъ образомъ отношеніе почвы къ водѣ и теплу, но при этомъ, конечно, и все другія свойства также не останутся безъ измѣненій, хотя и трудно прослѣдить до конца ходъ подобныхъ измѣненій, ибо вліяніе энтоническихъ условій обнаруживается во всей совокупности, а не порознь и отдѣлить вліяніе одного условія отъ другого въ большинствѣ случаевъ невозможно. Кроме того, нѣкоторые энтоническія свойства еще мало изучены и о степени ихъ дѣйствія можно судить лишь по аналогіи, а потому изученіе энтоническаго характера почвы въ большинствѣ случаевъ должно ограничиваться указаніями его вліянія на главнѣйшія отношенія почвы къ влажности и теплотѣ, а также свѣту, и по этимъ отношеніямъ можно сдѣлать заключеніе о тѣхъ измѣненіяхъ, которымъ должны подвергаться все другія свойства почвы.

Вліяніе географическаго положенія почвы.

Занимая различное положеніе относительно широты и долготы на земной поверхности, почва въ разной степени подвергается вліянію тепла и влаги, которое выражается въ различіи температуры и количествѣ атмосферныхъ осадковъ, которымъ пользуются почвы сѣвернаго и южнаго, восточнаго и западнаго полушарій. Извѣстно, что тепловыя отношенія мѣста существенно обусловливаются географическимъ положеніемъ, такъ, наприм., подъ экваторомъ мѣстности отличаются наивысшею годовою температурою и наименьшими колебаніями температуры отдѣльныхъ временъ года, тогда какъ по мѣрѣ приближенія къ полюсамъ замѣчается пониженіе температуры и большія ея колебанія.

Въ южномъ полушаріи наблюдается нѣкоторое отличіе въ тепловыхъ отношеніяхъ, именно тамъ въ низшихъ широтахъ температура бываетъ ниже, а въ высшихъ выше, чѣмъ въ сѣверномъ полушаріи, что надо прини-

сать неравномерному распределению суши и воды, существующему в южном полушарии.

Точно также замечается различие в ходе температур в зависимости от долготы: такъ, наприм., восточныя мѣстности Европы отличаются большею разницей между температурою зимы и лѣта, нежели западныя, поэтому климатъ Россіи отличается болѣе континентальнымъ характеромъ, а западной Европы—морскимъ.

Тепловыя отношенія въ почвѣ должны слѣдовать такому же измѣненію, т.-е. почвы южныхъ странъ отличаются вообще болѣе высокою среднею температурою, нежели почвы сѣверныя, равно какъ и отклоненія температуръ въ первомъ случаѣ будутъ меньшія, чѣмъ во второмъ. На основаніи имѣющихся наблюденій надъ температурою почвъ въ разныхъ пунктахъ. Кунферъ соединилъ всѣ мѣста, имѣющія равныя годовыя температуры почвы, и получилъ такъ-называемыя *изогеотермическія линіи*, аналогично изотермическимъ, т.-е. линіямъ равной годовой температуры воздуха. При этомъ оказалось, что изогеотермы для южной Европы и средней Азіи, для температуръ 15° — 20° С., почти сливаются съ соответствующими изотермами, иначе говоря, температура воздуха и почвы для всѣхъ мѣстъ, лежащихъ на этой линіи, почти одинакова. Для болѣе низкихъ температуръ однако получается значительная разница, именно въ сѣверныхъ широтахъ температура почвы значительно выше температуры воздуха, такъ, наприм., изогеотерма $+5^{\circ}$ С. совпадаетъ съ изотермою 0° С.; въ тропическихъ широтахъ изогеотермы съ низкою температурою приближаются къ изотермамъ съ высокою температурою, иначе говоря, въ тропическихъ странахъ почва бываетъ немного холоднѣе воздуха. Но зато въ сѣверныхъ широтахъ, лежащихъ выше изогеотермы 0° , существуютъ слои вѣчно мерзлыя, какъ это подтверждено наблюденіями въ Сибири и въ Лапландіи, чего не существуетъ въ южныхъ широтахъ. Граница вѣчно мерзлой почвы проходитъ отъ Ледовитаго океана и обнимаетъ сѣверныя части Тобольской и Енисейской губерній и почти всю Якутскую область, въ которой уже на глубинѣ 20 футовъ наблюдается температура $-10,2$, при чемъ слои вѣчно мерзлой земли достигаетъ 300—620 фут. (по Миддендорфу). Наблюденія надъ температурами сѣверныхъ и южныхъ почвъ показываютъ также, что периодическія колебанія (годовыя, мѣсячныя и суточные) въ сѣверныхъ широтахъ вообще значительнѣе (амплитуда выше), чѣмъ у почвъ, находящихся ближе къ экватору. Хотя имѣющіеся въ настоящее время матеріалъ относительно почвенной температуры, наблюденія надъ которой сравнительно еще малочисленны и обнимаютъ небольшой періодъ времени, не даютъ возможности сдѣлать болѣе подробныя выводы, тѣмъ не менѣе вліяніе географическаго положенія на тепловыя отношенія, совершающіяся въ почвѣ, несомнѣнно, по крайней мѣрѣ

в зависимости отъ широты мѣста.

Подобное же вліяніе замѣчается и въ отношеніи влажности почвъ, ле-

жаницъ въ разныхъ широтахъ. Такъ какъ влажность почвъ обуславливается количествомъ атмосферныхъ осадковъ, то географическое положеніе должно вліять на гидрометрическія отношенія почвъ потому, что распределеніе осадковъ въ сѣверныхъ и южныхъ, а также въ восточныхъ и западныхъ мѣстностяхъ весьма различно. Изъ наблюденій относительно осадковъ извѣстно, что количество дождя бываетъ самое большое въ тропическихъ странахъ, именно подъ экваторомъ, при чемъ тропическіе дожди отличаются обиліемъ выпадающей влаги и своею продолжительностью; по мѣрѣ удаленія отъ экватора количество осадковъ вообще уменьшается не только относительно высоты атмосферной влаги, выпадающей въ годъ, но и въ смыслѣ распредѣленія ея по отдѣльнымъ временамъ года.

Но въ среднихъ широтахъ количество выпадающихъ осадковъ зависитъ также отъ положенія даннаго мѣста относительно водныхъ бассейновъ и горныхъ кряжей. Поэтому широта мѣста имѣетъ вообще не рѣзкое вліяніе на количество выпадающихъ осадковъ, такъ какъ оно компенсируется многими другими, наприм., рельефомъ поверхности, направленіемъ господствующихъ вѣтровъ, морями и т. п. Географическая долгота, напротивъ, имѣетъ болѣе опредѣленное вліяніе на влажность мѣста, по крайней мѣрѣ въ предѣлахъ отдѣльныхъ материковъ, такъ, наприм., въ Европѣ количество осадковъ увеличивается къ западу и уменьшается на востокъ, — такое распределеніе зависитъ отъ направленія влажныхъ вѣтровъ и вліянія Атлантическаго океана.

Поэтому влажность почвы будетъ наибольшая въ мѣстностяхъ западныхъ и наименьшая въ восточныхъ и южныхъ. Но влажность почвы будетъ обуславливаться въ разныхъ мѣстахъ не только количествомъ выпадающихъ осадковъ, но также величиною испаренія, сила же испаренія зависитъ прежде всего отъ физическихъ свойствъ почвы, а затѣмъ отъ различныхъ внѣшнихъ вліяній. Въ виду этого вліяніе географическаго положенія на влажность почвы надо разсматривать только со стороны общаго количества влаги, которое почва можетъ получать въ теченіе года въ тѣхъ или другихъ широтахъ и долготахъ; но этимъ положеніемъ еще не опредѣляется распределеніе влажности въ почвѣ въ различные періоды, потому что это распределеніе, зависящее отъ свойствъ самой почвы и преимущественно отъ способности ея испарять влагу, при одномъ и томъ же географическомъ положеніи, будетъ въ значительной степени измѣняться. Крімъ того, надо имѣть въ виду, что гидрометрическія отношенія почвы зависятъ еще отъ другихъ эпитопическихъ условій, наприм. близости лѣсовъ и водоемовъ, рельефа, наслоеній и т. п.

Географическое положеніе почвы далѣе весьма существенно вліяетъ на количество свѣта, которымъ пользуются почва и растенія, такъ какъ продолжительность и сила освѣщенія на земной поверхности измѣняются въ зависимости отъ положенія мѣста. Что касается продолжительности освѣщенія, то она, какъ извѣстно, измѣняется по направленію отъ экватора къ

полосамъ, именно: чѣмъ ближе лежитъ мѣсто къ полосамъ, тѣмъ дольше оно пользуется въ теченіе вегетаціоннаго періода освѣщеніемъ, такъ какъ на сѣверѣ лѣтомъ день длиннѣе ночи, а къ югу наоборотъ. Интенсивность или сила освѣщенія зависитъ отъ высоты солнцестоянія и подл разными широтами будетъ весьма различна: самая высокая на экваторѣ и самая слабая близъ полюсовъ, а потому чѣмъ дальше мѣсто отстоитъ отъ экватора, тѣмъ продолжительнѣе, но менѣе интенсивно будетъ дѣйствіе свѣта, а слѣдовательно и нагрѣваніе почвы. Такъ, наприм., наблюденія показали, что изъ 1000 свѣтовыхъ лучей на поверхность земли попадаеть:

подъ экваторомъ	378 лучей.
„ 45° с. ш.	228 „
въ полярныхъ странахъ	110 „

Отсюда понятнo, что по мѣрѣ приближенія къ сѣверу степень освѣщенія и нагрѣванія почвы будетъ замедлять развитіе и созрѣваніе растений, а по мѣрѣ приближенія къ экватору ускорять; это обуславливается тѣмъ, что сумма тепла въ вегетаціонный періодъ въ послѣднемъ случаѣ гораздо больше, чѣмъ на сѣверѣ, наприм. найдено, что сумма тепла подл экваторомъ въ 18 разъ больше таковой же подл 75° сѣв. широты.

Но степень освѣщенія въ одной и той же широтѣ должна опредѣляться еще другими энтопическими факторами, наприм. возвышеніемъ надъ уровнемъ моря, наклономъ почвы къ странамъ горизонта и т. п.

Вліяніе высоты положенія почвы надъ уровнемъ моря.

Извѣстно, что нагрѣваніе воздуха зависитъ отъ теплоты отражаемой почвою и сравнительно небольшая часть тепла получается отъ прямого дѣйствія солнечныхъ лучей, т.-е. непосредственно поглощается воздухомъ. Нагрѣваніе это обуславливается, какъ показали опыты Тиндаля, теплопрозрачностью, т.-е. способностью пропускать солнечные лучи, а чѣмъ болѣе теплопрозрачность воздуха, тѣмъ менѣе онъ нагрѣвается и тѣмъ болѣе почва получаетъ солнечнаго тепла. Теплопрозрачность же воздуха измѣняется не только въ зависмости отъ содержанія въ немъ водяныхъ паровъ, углекислоты, пыли, которые понижаютъ теплопрозрачность, но также въ зависмости отъ высоты слоя воздуха: именно чѣмъ дальше находится воздухъ отъ поверхности земли, тѣмъ онъ менѣе поглощаетъ солнечныхъ лучей и тѣмъ болѣе эти послѣдніе будутъ дѣйствовать на почву. Поэтому на высокихъ мѣстахъ нагрѣваніе почвы солнцемъ должно происходить сильнѣе, чѣмъ въ низменностяхъ, если только воздухъ не быстро движется и тепло не уносится холодными теченіями, какъ это бываетъ у вершинъ высокихъ горъ. Но чѣмъ сильнѣе почва нагрѣвается днемъ, тѣмъ болѣе она можетъ охлаждаться ночью, вслѣдствіе лучеспусканія, какъ это происходитъ на плоскихъ возвышенностяхъ. Если температура почвы на извѣстной глубинѣ достигаетъ величины равной тем-

пературѣ воздуха, то для такого же равновѣсія на возвышенныхъ мѣстахъ необходимо, чтобы на той же глубинѣ почва имѣла болѣе высокую температуру. Вѣдствие сильнаго нагрѣванія днемъ и охлажденія ночью температура почвы на возвышенныхъ мѣстахъ обнаруживаетъ большія суточные колебанія, чѣмъ въ низменностяхъ. Съ другой стороны замѣчено, что температура воздуха, по мѣрѣ поднятія отъ подошвы горы къ вершинѣ, постепенно понижается, наприм. Гумбольдтъ наблюдалъ пониженіе температуры въ Андахъ на каждые 1000 футовъ около $1,33^{\circ}$, Барраль и Бикейо даже на $1,3^{\circ}$. Поэтому на возвышенностяхъ должны протекать большія годовыя колебанія температуры, чѣмъ въ низменностяхъ. Такимъ образомъ тепловыя отношенія почвы на высокихъ и низкихъ мѣстахъ будутъ весьма различны, а слѣдовательно и различно отражаться на развитіи растительности, какъ это видно изъ распредѣленія ея на высокихъ горахъ. Ближайшія наблюденія указали на тѣсную связь высоты положенія почвы надъ уровнемъ океана съ ходомъ ея температуры. По наблюденіямъ (за 10 -- 12 лѣтъ), среднія годовыя температуры почвы на различныхъ высотахъ измѣняются.

Высота надъ уровнемъ моря.	Средняя годовая температура почвы на 0—120 сант. глубины.
136 метровъ.	$10,33^{\circ}$ С.
333 "	$8,93^{\circ}$
390 "	$8,82^{\circ}$
489 "	$8,67^{\circ}$
529 "	$8,82^{\circ}$
604 "	$8,73^{\circ}$
777 "	$6,37^{\circ}$
925 "	$6,33^{\circ}$
1136 "	$5,03^{\circ}$

Такимъ образомъ съ возвышеніемъ положенія почвы надъ уровнемъ моря замѣчается пониженіе температуры, какъ годовой, такъ и по отдѣльнымъ временамъ года. Наблюденія показываютъ далѣе, что съ поднятіемъ на высоту становятся менѣе замѣтными годовыя максимума, температуры и болѣе значительны минимума, иначе говоря, колебанія въ температурѣ почвы съ повышеніемъ надъ уровнемъ моря значительно возрастаютъ.

Колебанія температуры въ теченіе сутокъ видны изъ слѣдующихъ наблюденій Кернера на различныхъ высотахъ.

Высота надъ уровнемъ моря.	В р е м я н а б л ю д е н і я .												
	6 ч.	8 ч.	10 ч.	Полд.	2 ч.	4 ч.	6 ч.	8 ч.	10 ч.	Полд.	2 ч.	4 ч.	
575 метровъ.	Температура воздуха.	$3,0_8$	$1,0_2$	$0,0_3$	$1,0_0$	$1,0_9$	$2,0_2$	$2,0_1$	$2,0_0$	$4,3^0$	$10,0_1$	$12,0_5$	$9,0_2$
	Температура почвы.	$2,1$	$0,3$	$0,6$	$1,6$	$2,0$	$2,1$	$3,3$	$3,4$	$7,0$	$15,4$	$15,9$	$7,6$
1227 метровъ.	Температура воздуха.	$4,9$	$3,3$	$3,0$	$2,3$	$2,5$	$2,4$	$3,3$	$7,9$	$14,0$	$17,3$	$16,7$	$12,3$
	Температура почвы.	$7,1$	$3,7$	$2,8$	$2,1$	$1,8$	$1,3$	$0,4$	$1,1$	$10,1$	$18,4$	$20,0$	15

Высота надъ уров- немъ моря.		В р е м я н а б л ю д е н і й.											
		6 ч.	8 ч.	10 ч.	Полн.	2 ч.	4 ч.	6 ч.	8 ч.	10 ч.	Полд.	2 ч.	4 ч.
1229 метровъ.	Температура воздуха.	4,6	3,9	3,5	3,2	3,0	3,0	4,4	4,3	4,3	6,5	7,0	7,2
	Температура почвы.	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,6
2240 метровъ.	Температура воздуха.	.	.	.	.	.	.	3,9	2,8	2,0	4,8	5,7	1,1
	Температура почвы.	.	.	.	.	.	.	2,1	1,8	0,7	6,3	6,3	1,0

Вліяніе плоскихъ возвышенностей на температуру имѣеть большое значеніе, такъ какъ на плоскогоріяхъ гораздо чаще находится удобная для культуры почва, чѣмъ это встрѣчается на холмахъ, горахъ и т. п., но это вліяніе въ значительной степени обусловливается величиною плоскогорій и ихъ положеніемъ относительно странъ горизонта. Годовыя же и суточные колебанія температуры на большихъ плоскогоріяхъ бывають весьма значительны. Такъ, наприм., по наблюденіямъ А. Гумбольдта, на плоскогоріяхъ Перу на высотѣ 4.300 футовъ средняя годовая температура бываетъ 16°, днемъ термометръ показываеть 25°, а вѣкорѣ передъ восходомъ солнца только 8°, и тамъ пшеница часто померзаеть ночью, тогда какъ, наприм., въ Берлинѣ годовая температура только 7,13°, и этого не бываетъ, потому что нѣтъ столь рѣзкихъ колебаній въ температурѣ, какъ на большихъ плоскогоріяхъ.

Температура почвы въ низменностяхъ претерпѣваеть меньшія колебанія, остается болѣе равномерною, но это зависить также отъ положенія низменностей надъ уровнемъ моря и относительно господствующихъ вѣтровъ. Такъ, наприм., долины, открытыя для холодныхъ (сѣверныхъ и восточныхъ) вѣтровъ, будутъ имѣть температуру воздуха и почвы ниже, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда они подвержены дѣйствию теплыхъ (южныхъ и западныхъ) вѣтровъ. Поэтому даже въ горныхъ долинахъ часто наблюдается болѣе высокая температура, чѣмъ на возвышенностяхъ, находящихся ниже надъ уровнемъ моря.

Отношеніе почвы къ влажности точно также значительно обусловливается высотой положенія мѣста надъ уровнемъ моря. Прежде всего здѣсь измѣняется количество атмосферныхъ осадковъ (дожди и снѣга), но при этомъ осадки распределяются различно, смотря по направленію господствующихъ вѣтровъ (влажныхъ или сухихъ). Такъ всѣ возвышенности, подверженныя дѣйствию западныхъ вѣтровъ, будутъ получать болѣе осадковъ, чѣмъ восточныя.

Возвышенное положеніе почвы будетъ оказывать значительное вліяніе на испареніе ея воды, такъ какъ свойства воздуха измѣняются съ поднятіемъ на высоту. Чѣмъ выше слой воздуха, тѣмъ меньше онъ содержитъ водяныхъ паровъ; съ другой стороны, при поднятіи на высоту, давленіе возду-

ха понижается, а чѣмъ суше воздухъ и ниже его давленіе, тѣмъ больше почва должна испарять воды, потому что точка кипѣнія воды при уменьшеніи давленія понижается. Но испареніе воды изъ почвы происходитъ сильнѣе при повышеніи температуры и слабѣе при пониженіи, а такъ какъ съ поднятіемъ на высоту температура воздуха понижается, то испареніе почвы должно ослабѣвать съ возвышеніемъ почвы надъ уровнемъ океана. Однакожъ, испареніе воды какъ почвою, такъ и растеніями на плоскихъ возвышенностяхъ, по причинѣ сильнаго нагрѣванія ихъ днемъ, будетъ происходить болѣе, чѣмъ въ низменныхъ мѣстахъ, а потому на возвышенностяхъ вообще почвы бывають суше, чѣмъ въ низкихъ мѣстахъ, при одинаковыхъ условіяхъ, потому что влагоемкость почвы и испареніе изъ нея воды обуславливаются, кромѣ всего прочаго, климатическими причинами (количествомъ осадковъ) и въ особенности вліяніемъ вѣтровъ.

Во всякомъ случаѣ различіе въ температурѣ и влажности почвъ, лежащихъ на разной высотѣ отъ уровня моря, не останется безъ послѣдствій для другихъ ихъ свойствъ и производительности. Чѣмъ ниже температура почвы, тѣмъ вообще влажнѣе она будетъ, такъ какъ при пониженіи температуры уменьшается испареніе, а при большомъ количествѣ осадковъ повышается содержаніе влаги въ почвѣ, все это имѣетъ мѣсто въ низменностяхъ, которыя защищены отъ вліянія сухихъ вѣтровъ.

На возвышенностяхъ почва вообще будетъ суше, но здѣсь также важно вліяніе вѣтровъ: такъ если надъ возвышенностью проносятся теплые и влажные вѣтры, то они охлаждаются на высотахъ, а вѣдствіе этого тамъ можетъ выпадать много дождя. Напротивъ, если возвышенности подвержены дѣйствію сухихъ вѣтровъ, то при сильномъ нагрѣваніи почвы могутъ тамъ отличаться сухостью, такъ какъ увеличивается испареніе; но, съ другой стороны, на такихъ мѣстахъ почва можетъ образовать много росы отъ обилія водяныхъ паровъ въ воздухѣ и сильнаго пониженія температуры ночью. Въ виду этого на возвышенностяхъ, отапливающихся влажностью, будутъ продуктивнѣе почвы известковыя и песчаныя, характеризующіяся малою влагоемкостью и потому лучше нагрѣвающимися, тогда какъ на возвышенностяхъ съ высокою температурою и большимъ испареніемъ предпочтительнѣе почвы связныя, хорошо задерживающія воду.

Высота мѣста надъ уровнемъ моря, кромѣ различія въ отношеніяхъ къ теплотѣ и влажности, обуславливаетъ даже *основной характеръ почвы*. Такъ въ долинахъ и вообще въ низменностяхъ встрѣчаются почвы преимущественно наноснаго происхожденія, образовавшіяся тамъ подъ дѣйствіемъ рѣчной или морской воды; рѣчные наносы часто смѣшиваются съ морскими отложениями, вѣдствіе чего получаютъ почвы богатые плодотворными продуктами. Таковы, наприм., обширныя пространства почвъ, находящихся въ сѣверной Германіи, Даніи, Голландіи (марши и польдеры), таковы почвы, лежащія на низменныхъ берегахъ и въ устьяхъ большихъ рѣкъ. Подъ дѣй-

ствием морской воды въ низменностяхъ, а иногда и на возвышенныхъ мѣстахъ (по причинѣ вулканическаго поднятія поверхности), образуются почвы богатыя морскими солями, каковы, наприм., солончаки, расположенныя въ низменностяхъ Каспійскаго и Чернаго морей, въ придунанскихъ низменностяхъ и пр. Вода, содержащая много извести, содѣйствуетъ образованію въ низменностяхъ известковыхъ почвъ. Наконецъ низменности отличаются присутствіемъ болотъ, торфяныхъ почвъ и т. п. Напротивъ почвы возвышенныхъ мѣстъ бываютъ болѣею частью коренного или первичнаго происхожденія. Вообще выше 600 футовъ надъ уровнемъ моря рѣдко попадаются наносныя почвы. Фаллу считаетъ, что всѣ европейскія почвенныя образованія можно распределить по происхожденію въ двѣ области: коренныхъ почвъ, находящихся выше 1000 футовъ, всѣ же почвы, лежащія ниже этой линіи, должны быть признаны наносными. Въ большинствѣ случаевъ, исключая горныхъ долинъ, такое распределеніе почвъ подтверждается. Въ горныхъ долинахъ, иногда даже на плоскогоріяхъ, существуютъ тоже наносныя почвы, что объясняется снесеніемъ съ горъ мелкихъ обломковъ и пловатыхъ частицъ, присутствіе же такихъ частицъ на плоскогоріяхъ можно объяснить существованіемъ тамъ озеръ, вода которыхъ послѣ удаленія оставила много мелкихъ частицъ. Въ большинствѣ случаевъ вообще возвышенности отличаются почвами богатыми остовами, крупнозернистыми, съ характерными физическими свойствами, низменныя же мѣста имѣютъ почвы наносныя, богатыя мелкоземомъ, а вѣдѣтвіе этого и производительность возвышенныхъ и низменныхъ образованій будетъ различаться.

Вліяніе положенія почвы относительно странъ горизонта.

Положеніе почвы на мѣстности обуславливаетъ количество тепла и влаги, а также продолжительность и силу освѣщенія главнымъ образомъ вѣдѣтвіе того или другого наклона ея къ странамъ горизонта. На южныхъ и западныхъ склонахъ сильнѣе происходитъ нагрѣваніе и освѣщеніе, болѣе выпадаетъ влаги отъ вліянія теплыхъ и сырыхъ вѣтровъ, тѣмъ на сѣверныхъ и восточныхъ, гдѣ интенсивность освѣщенія и нагрѣванія, а также количество влаги, получаемой почвою, находятся въ совершенно другихъ отношеніяхъ. Всѣ эти данныя, выведенныя изъ непосредственныхъ наблюденій надъ явленіями, происходящими въ почвѣ при различномъ ея положеніи къ странамъ горизонта, имѣютъ существенное вліяніе не только для развитія, цвѣтенія и созрѣванія растеній на тѣхъ или другихъ склонахъ, но и на самую возможность культуры растеній при данномъ положеніи почвы на мѣстности. Такъ какъ на южныхъ склонахъ снѣгъ быстро таетъ, почва скорѣе и сильнѣе нагрѣвается и освѣщается, то развитіе и созрѣваніе растеній ускоряется, тогда какъ на сѣверныхъ покатостяхъ, имѣющихъ обрат-

ныя отношенія къ свѣту и теплу, растенія начинаютъ свое развитіе поздно, медленно двигаются въ ростъ и запаздываютъ въ созрѣваніи, озимыя растенія часто подвергаются вымерзанію, а яровыя—дѣйствию весеннихъ утренниковъ. А потому въ одной и той же мѣстности растенія могутъ удаваться только на определенныхъ склонахъ, такъ, наприм., въ Шотландіи озимая пшеница хорошо растетъ на южныхъ склонахъ, а на сѣверныхъ часто вымерзаетъ, а если и растетъ, то созрѣваніе ея въ послѣднемъ случаѣ замедляется на 2—3 недѣли. Въ Германіи замѣчаютъ, что каргофель плохо произрастаетъ на сѣверныхъ склонахъ, виноградники и фруктовые сады стараются помѣщать на южныхъ или югозападныхъ склонахъ, такъ какъ на сѣверныхъ развитіе и созрѣваніе плодовъ происходитъ плохо. Далѣе различные склоны подвержены дѣйствию различныхъ вѣтровъ: такъ южное положеніе почвы способствуетъ вліянію южныхъ и югозападныхъ вѣтровъ, приносящихъ влажноть; при сѣверномъ положеніи вліяніе сухихъ и холодныхъ вѣтровъ понижаетъ температуру почвы и содѣйствуетъ сильному ея высыханію лѣтомъ, а зимою влечетъ за собою сильное охлажденіе и даже вымерзаніе растеній. Наконецъ, нельзя отрицать, что не только сплошное положеніе почвы относительно той и другой стороны горизонта измѣняетъ тепловыя и гидрометрическія отношенія, но даже и въ томъ случаѣ, когда поверхность почвы имѣетъ холмистый или волнообразный видъ, какой часто она принимаетъ при обработкѣ, наприм. вѣдѣствіе окучиванія, устройства грядокъ, загоновъ и т. п.,—все это не остается безъ вліянія на нагрѣваніе, освѣщеніе и увлажненіе почвы.

Вліяніе странъ горизонта на нагрѣваніе почвы выражается существенно въ томъ, что максимумъ температуры почвы бываетъ то на одномъ склонѣ, то переходитъ на другой. Именно замѣчено, что съ ноября до апрѣля максимумъ температуры почвы наблюдается на югозападныхъ склонахъ, съ мая до августа онъ переходитъ на юговосточный, въ сентябрѣ и октябрѣ опять возвращается на южную сторону и наконецъ переходитъ на югозападный склонъ. Такое передвиженіе максимум'а температуры можно объяснить тѣмъ, что почва на различныхъ склонахъ подвержена дѣйствию то холодныхъ и сухихъ, то теплыхъ и влажныхъ вѣтровъ,—именно восточные и юговосточные склоны подъ дѣйствіемъ сухихъ вѣтровъ скорѣе высыхаютъ сравнительно съ западными. А такъ какъ сухая почва легче и скорѣе нагрѣвается, чѣмъ влажная, то вѣдѣствіе этого лѣтомъ болѣе сухая почва юговосточныхъ склоновъ должна пріобрѣсти высшую температуру, сравнительно съ болѣе влажною почвой югозападныхъ покатостей. Поэтому, несмотря на болѣе интенсивную инсоляцію, которой подвергаются преимущественно югозападные склоны и менѣе юговосточные, лѣтомъ температура до известной степени умѣряется и не будетъ очень высока. Ближайшія измѣненія въ ходѣ годовой, мѣсячной и суточной температуры почвы на различныхъ склонахъ состоятъ въ томъ, что южное положеніе вообще содѣйствуетъ боль-

шему нагреванию, съверное—охлаждению почвы; колебанія температуръ болѣе значительны на южныхъ склонахъ, меньшія—на съверныхъ, и при томъ разница въ температурѣ бываетъ тѣмъ большая, чѣмъ обширнѣе склоны.

Такъ какъ почва очень часто обрабатывается въ грядки, наприм. въ огородной и садовой культурѣ, при венанкѣ полей на сырыхъ мѣстахъ и т. п., то направление, въ которомъ располагаются грядки, имѣетъ важное значеніе для скорого нагреванія грядокъ, ибо они въ различной степени могутъ быть подвержены дѣйствию солнца. Сравненіе температуръ одной и той же почвы съ ровною (гладкою) поверхностью и обработанной въ грядки показываетъ, что ровная поверхность и южное положеніе грядокъ содѣйствуютъ наибольшему нагреванію почвы, а поэтому благоприятѣе для растений, чѣмъ восточное и западное, а тѣмъ болѣе съверное, какъ холодное. Такъ, наприм., въ періодъ наибольшаго нагреванія почвы въ іюнѣ мѣсяцѣ температура ея, на глубинѣ 15 сантиметровъ, была:

ровная поверхность.	при направленіи грядъ. съ 0 на W.		при направленіи грядъ. съ N на S.	
	съверная сторона.	южная сторона.	восточная сторона.	западная сторона.
20,28°	19,32°	20,71°	20,11°	20,22°.
колебанія 9,57°	8,52°	9,53°	9,13°	9,45°.

Такимъ образомъ наибольшія колебанія температуры почвы наблюдаются на южной сторонѣ, наименьшія на съверной, хотя въ последнемъ случаѣ температура бываетъ ниже, чѣмъ на другихъ склонахъ. Суточный ходъ температуры при тѣхъ же положеніяхъ былъ слѣдующій:

температура воздуха.	ровная поверхность.	при направленіи грядъ.			
		съ 0 на W.	съ N на S.	восточная сторона.	западная сторона.
15,60°	18,20°	17,86°	18,18°	17,92°	18,00°
колебан. 10,4	3,3	2,9	3,2	3,0	3,2

Такимъ образомъ и въ суточномъ ходѣ температуры замѣчается то же отношеніе, какъ и въ мѣсячныхъ. Отсюда надо заключить, что при обработкѣ почвы въ грядки она хуже нагревается, чѣмъ при ровной поверхности.

Различія въ температурѣ, вызываемыя положеніемъ почвы относительно странъ горизонта, зависятъ отъ вліянія степени освѣщенія, которому подвергается въ такихъ случаяхъ почва, различнаго дѣйствія вѣтровъ на склоны и наконецъ отношеніемъ атмосферныхъ осадковъ къ почвѣ при данномъ ея положеніи. Степень освѣщенія, которому подвергаются различные склоны, бываетъ весьма неодинакова: такъ южная сторона покатоети въ теченіе цѣлаго дня находится подѣ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей, тогда какъ восточная освѣщается болѣе всего съ утра и до полудня, западная съ полудня до вечера, а съверный склонъ освѣщается, и притомъ слабо, лишь

утренними и вечерними лучами, а въ остальное время дня пользуется отраженнымъ свѣтомъ. Само собою понятно, что такъ какъ солнечные лучи въ различное время дня падаютъ на поверхность подъ разными углами, то и сила ихъ дѣйствія, или нагрѣваніе почвы, къ теченію дня, на разныхъ склонахъ должно быть различно. Больше всего будутъ нагрѣваться, очевидно, южная и западная сторона, а меньше всего восточная и въ особенности сѣверная покатость, получающая преимущественно отраженный свѣтъ, который вообще производитъ меньшій тепловой эффектъ, чѣмъ прямые солнечные лучи. Кромѣ того интенсивность освѣщенія находится въ тѣсной связи съ продолжительностью и степенью облачности, а также съ количествомъ влаги въ воздухѣ, отчасти съ направлениемъ и силою вѣтра и падающаго дождя.

Изъ наблюдений Фритча относительно распредѣленія облачности въ различные часы дня оказывается, что она замѣтно усиливается около того времени дня, въ которое освѣщеніе, при югозападномъ положеніи почвы, можетъ дѣйствовать всего сильнѣе на ея нагрѣваніе; напротивъ, при юговосточномъ положеніи почвы облачность представляетъ меньше препятствій для прямого дѣйствія солнечныхъ лучей на почву. Это подтверждается и наблюдениями Кернера надъ максимумомъ почвенной температуры, а именно: лѣтомъ максимумъ температуры, при юговосточномъ положеніи, приходится въ тѣ часы дня, когда разница въ облачности бываетъ наибольшая; зимою же максимумъ бываетъ при югозападномъ положеніи въ то время, когда разница въ облачности наименьшая; наконецъ, весною и осенью максимумъ температуры почвы бываетъ при южномъ положеніи при одинаковой облачности. Вліяніе влажности воздуха на интенсивность инсоляции состоитъ въ томъ, что воздухъ влажный поглощаетъ большую часть солнечныхъ лучей, нежели сухой (теплопрозрачность различна), а потому утромъ, когда воздухъ вообще влажнѣе, инсоляция будетъ дѣйствовать на почву слабѣе, чѣмъ послѣ полудня, когда воздухъ бываетъ суше. Вліяніе вѣтровъ понятно изъ того, что свойства ихъ не одинаковы, а потому испареніе влаги изъ почвы подъ вліяніемъ сухихъ вѣтровъ идетъ сильнѣе, чѣмъ подъ вліяніемъ влажныхъ, слѣдовательно лѣтомъ восточные склоны будутъ сильнѣе высыхать, а вслѣдствіе этого сильнѣе нагрѣваться, нежели западные. Очевидно, не только направленіе, но и сила вѣтра, дѣйствуя на испареніе, будетъ оказывать косвенное вліяніе и на интенсивность освѣщенія склоновъ. Наконецъ, нагрѣваніе различныхъ покатостей подвержено отчасти дѣйствію дождя, который, смотря по углу его паденія относительно склона, можетъ различно увлажнить почву, а вслѣдствіе этого будетъ измѣняться испареніе послѣдней, а потому и нагрѣваніе. Само собою разумѣется, что всѣ эти факторы могутъ дѣйствовать сообща, и притомъ въ различной комбинаціи, иногда прямо противоположно другъ другу, а потому степень нагрѣванія почвы будетъ колебаться въ разныхъ предѣлахъ. Изъ это-

го же протекають важныя послѣдствія для растений, покрывающихъ почву: распространѣніе растений на земной поверхности, границы ихъ разведенія, несомнѣнно, находятся въ тѣсной зависимости съ интенсивностью и продолжительностью инсоляціи, обуславливаемой положеніемъ мѣста. При ослабленіи или отсутствіи инсоляціи не только культурныя, но и дикорастущія растения или вовсе не развиваются, или развиваются ненормально и ненадежно, несмотря на достаточное количество влаги, питательныхъ веществъ и другихъ условій роста.

Отношеніе почвы къ влажности также зависитъ отъ ея положенія къ странамъ горизонта, что явствуетъ уже изъ того, что количество осадковъ, получаемое почвою, а также сила испаренія бывають весьма различны, смотря по тому, какому вѣтру подверженъ тотъ или другой склонъ. Западные покатости, получающія большое количество осадковъ, будутъ отличаться и большею влажностью, чѣмъ восточныя, а сѣверныя будутъ болѣе влажны, чѣмъ южныя; при этомъ между сѣверными и южными склонами замѣчается болѣе различія во влажности, чѣмъ между восточными и западными. Съ другой стороны, различіе во влажности должно зависеть въ извѣстное время года отъ свойства вѣтра, отъ присутствія растений, а также отъ вліянія другихъ мѣстныхъ условій (лѣсовъ, горъ, водоемовъ), модифицирующихъ вліяніе склона. Изслѣдованія Вольни *) показали, что почва голая и покрытая растениями въ вегетационный періодъ (апрѣль—сентябрь) получаетъ слѣдующее количество влаги въ среднемъ:

положеніе. почвы.	почва голая.	почва покры- тая травою.
сѣверное . . .	24,26%	23,35%
южное . . .	21,89	21,08
восточное . .	22,31	21,00
западное . .	23,23	22,19

А такъ какъ нагрѣваніе этихъ склоновъ неодинаково, то испареніе воды изъ почвы будетъ проходить болѣе при южномъ положеніи, затѣмъ при восточномъ, меньше должны испарять сѣверные и западные склоны. По опытамъ Эзера **), въ среднемъ испаряется на 1000 се. граммовъ воды:

при сѣверномъ положеніи почвы	4609 грам.
„ южномъ „	6496 „
„ восточномъ „	5598 „
„ западномъ „	5460 „

Въ практическомъ отношеніи имѣетъ болѣе значенія вліяніе ровной поверхности и поверхности, представляющей гряды при различномъ положеніи послѣднихъ, наприм. содержаніе воды въ почвѣ измѣняется:

*) Forschungen. B. VI, S. 377—388.

**) Ibidem. B. VII, S. 97—100.

свойства поверхности и положеніе почвы.	почва голая.	почва, завятая озимую рожью.
ровная поверхность	19,32 ^{0/0}	18,72 ^{0/0}
обработанная въ гряды, распо- ложенныя съ О на W:		
сѣверная сторона	20,33	19,73
южная "	18,45	17,26
гряды располож. съ X на S:		
" восточная сторона	18,70	17,56
" западная "	19,01	18,37

Такимъ образомъ при обработкѣ почвы грядами она получаетъ больше всего влаги, сравнительно съ ровною поверхностью, только при сѣверномъ и западномъ положеніи грядъ, южная и восточная сторона грядъ менѣе влажна, т. е. будетъ сильнѣе высыхать, чѣмъ ровная поверхность.

Но, помимо содержанія влаги, важно также, чтобы эта послѣдняя равномерно распредѣлялась въ почвѣ, т. е. чтобы различныя ея слои, а главнымъ образомъ верхніе, содержали одинаковое количество влаги, ибо въ противномъ случаѣ будетъ происходить неравномерное развитіе растений въ разныхъ мѣстахъ склона или гряды. Опытъ показалъ, что грядная обработка въ этомъ отношеніи представляетъ большое неудобство, потому что различныя стороны грядъ обнаруживаютъ большія различія въ содержаніи въ нихъ влаги. Такъ, наприм., Вольни, опредѣляя вѣсовое содержаніе воды на ровной поверхности и на грядкахъ, нашелъ, что въ теченіе лѣта, на глубинѣ 25 сантиметровой, сверху и снизу, почва имѣла влаги при различномъ направленіи грядъ (въ среднемъ):

ровная поверхность.		гряды съ востока на западъ:				гряды съ сѣвера на югъ:			
1 проб.	2 проб.	сѣверная сторона сверху.	южная сторона снизу.	южная сторона сверху.	сѣверная сторона снизу.	западная стор. сверху.	восточная стор. снизу.	восточная стор. сверху.	западная стор. снизу.
17,63	17,23	18,61	19,81	16,17	17,69	15,88	18,70	16,13	17,77
разница 0,43		1,17		1,92		2,18		1,58	

Изъ этого видно, что при ровной поверхности почвы влажность не обнаруживаетъ такихъ колебаній, какъ на грядкахъ, при всякомъ положеніи послѣднихъ, при чемъ въ нихъ верхній слой бываетъ болѣе сухъ, чѣмъ нижній части почвы. Это объясняется, конечно, тѣмъ, что гряды представляютъ большую поверхность испаренія сравнительно съ ровною поверхностью почвы.

Изъ вышеизложеннаго слѣдуетъ, что отношеніе волнообразной поверхности почвы, обработанной въ гряды, балки, узкіе загоны и т. п. къ теплотѣ и влажности показываетъ, что ровная поверхность въ этомъ имѣетъ значительныя преимущества, а это необходимо имѣть въ виду при обработкѣ почвъ сухихъ или вообще въ сухомъ климатѣ.

Вліяніе наклона почвы на ея физическія свойства.

Наклонъ почвы подъ тѣмъ или другимъ угломъ къ горизонту, независимо даже отъ направленія покатости, имѣеть весьма большое значеніе какъ для почвы, такъ и для покрывающей ее растительности. При томъ или другомъ наклонѣ почвы въ ней не только измѣняются тепловыя явленія (нагрѣваніе, лучеспусканіе), отношеніе къ водѣ (влагоемкость, испареніе) и разныя другія физическія свойства, но почва, расположенная на склонѣ, часто претерпѣваетъ существенное измѣненіе въ механическомъ составѣ и химическихъ свойствахъ. Вліяніе наклона на растительность существенно выражается въ неодинаковомъ количествѣ свѣта, тепла и влаги, которое приходится на долю растений; далѣе при значительныхъ скатахъ укорененіе и развитіе растений затрудняется и дѣлается иногда даже совсемъ невозможнымъ; наконецъ, существованіе самой почвы обуславливается угломъ наклоненія мѣста: извѣстно, наприм., что крутыя скалы вовсе не имѣють на своей поверхности почвы. Вообще при самомъ небольшомъ склонѣ дѣйствіе атмосферной воды, двигающейся по направленію ската, ведетъ къ размыванію почвы и тѣмъ большому, чѣмъ круче склонъ, а потому на скатахъ почвы всегда будутъ находиться въ ненормальныхъ условіяхъ въ отношеніи строенія (механическаго состава), мощности, физическихъ и химическихъ свойствъ.

Наклонъ почвы къ горизонту сильно отражается на ея продуктивности собственно потому, что при этомъ измѣняется инсоляція, т.-е. продолжительность и интенсивность дѣйствія солнечныхъ лучей, температура и влажность почвы, а также другія ея свойства, отъ которыхъ зависить правильное развитіе растений.

Инсоляція мѣста, т.-е. дѣйствіе падающихъ на земную поверхность солнечныхъ лучей, зависить между прочимъ отъ угла паденія послѣднихъ. Такъ на горизонтальную поверхность, во время нахождения солнца въ зенитѣ (въ полдень), лучи падаютъ почти перпендикулярно (подъ угломъ около 90°, ибо этотъ уголъ опредѣляется широтою), на поверхность же выпуклую или наклонную лучи будутъ падать подъ угломъ, величина котораго измѣняется смотря по наклону поверхности, а какъ извѣстно изъ физики, чѣмъ больше уголъ паденія лучей на поверхность, тѣмъ болѣе и уголъ ихъ отраженія отъ послѣдней; но чѣмъ больше будетъ отраженіе лучей, тѣмъ менѣе данное тѣло должно нагрѣваться. Инсоляція и нагрѣваніе поверхности поэтому будутъ тѣмъ выше, чѣмъ болѣе уголъ, образуемый солнечными лучами, приближается къ прямому. Почва также обладаетъ способностью отражать солнечныя лучи, хотя и въ разной степени, а поэтому интенсивность инсоляціи почвы при различномъ наклонѣ ея къ горизонту должна имѣть существенное значеніе. Изслѣдованія Эзера показали, что интенсивность освѣщенія за-

виситъ отъ высоты стоянiя солнца и продолжительности дѣйствiя солнечныхъ лучей. Въ зависимости отъ высоты солнца, впрочемъ, будетъ находится не только сила освѣщенiя, но и его продолжительность, которая, при различномъ углѣ наклона мѣстности, бываетъ весьма различна въ теченiе дня; по мѣсяцамъ и временамъ года.

Именно сила освѣщенiя склоновъ, съ различнымъ паденiемъ, во время лѣтняго періода болѣе или менѣе одинаковая, но по мѣрѣ приближенiя къ зимнему періоду все болѣе и болѣе различается и въ концѣ декабря даетъ наибольшую разность. При этомъ интенсивность освѣщенiя измѣняется съ направлениемъ склона, а именно: зимою она наибольшая на южной сторонѣ и наименьшая на сѣверной; лѣтомъ тѣ южные склоны, которые имѣютъ паденiе болѣе 10° , меньше освѣщаются днемъ, сравнительно съ горизонтальною поверхностью; при углѣ наклона болѣе 20° они освѣщаются даже хуже, чѣмъ сѣверные склоны съ угломъ паденiя 10° . То же относится къ восточнымъ и западнымъ склонамъ, которые лѣтомъ освѣщаются слабѣе, нежели горизонтальная поверхность. Сѣверные покатости при всякомъ углѣ паденiя пользуются меньшею интенсивностью освѣщенiя сравнительно съ горизонтальною поверхностью въ теченiе всего года. Восточные и западные склоны зимою освѣщаются тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе они наклонены къ горизонту, лѣтомъ наоборотъ. То же самое относится къ южнымъ склонамъ въ періодъ времени отъ 20 мая по 20 июля. На сѣверныхъ склонахъ въ теченiе всего года интенсивность освѣщенiя возрастаетъ съ уменьшенiемъ угла паденiя. Наконецъ въ періодъ наивысшаго стоянiя солнца въ году интенсивность освѣщенiя склоновъ бываетъ не одинакова, въ зависимости отъ угла паденiя и направленiя склоновъ относительно странъ горизонта. Именно сѣверные покатости хуже всего освѣщаются въ этотъ періодъ, при углѣ паденiя 30° , затѣмъ слѣдуютъ: N 20° , S 30° , W и O 30° , W и O 20° , N 10° , S 20° , O и W 10° , S 10° и наконецъ горизонтальная поверхность.

На этомъ основанiи различiе въ наклонѣ почвы къ горизонту будетъ существенно опредѣлять ходъ тепловыхъ явленiй, которыя являются прямымъ слѣдствiемъ интенсивности освѣщенiя. Поэтому ходъ почвенной температуры и колебанiя, которымъ она подвергается въ различные періоды, зависятъ отъ величины угла паденiя и направленiя склона, и вообще склоны дѣйствуютъ на нагрѣванiе почвы тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе уголъ паденiя. Такъ напр., по наблюденiямъ Вольши, температура почвы въ естественномъ состоянiи, на глубинѣ 15 сантиметровъ, измѣнялась по мѣсяцамъ въ зависимости отъ склона:

	Температура почвы при наклонѣ къ горизонту.		
	10°	20°	30°
Январь	$-0,33^{\circ}$	$-0,38$	$-0,91^{\circ}$
Февраль	$-1,1^{\circ}$	$-1,46$	$-1,18$
Мартъ	$6,92$	$7,13$	$7,48$

	Температура почвы при наклонѣ къ горизонту.		
	10°	20°	30°
Апрѣль	6,57	7,30	7,52
Май	12,56	12,81	13,02
Июнь	16,42	16,86	16,93
Июль	21,11	21,71	21,91
Августъ	18,73	18,91	19,07
Сентябрь	12,62	13,01	13,26
Октябрь	4,78	5,01	5,15
Ноябрь	1,10	4,30	4,69
Декабрь	0,95	0,82	0,77

Отсюда слѣдуетъ, что почва тѣмъ сильнѣе нагревается въ теченіе теплаго времени года и тѣмъ сильнѣе охлаждается зимою, чѣмъ болѣе уголъ наклона къ горизонту. То же самое наблюдается и относительно суточной температуры, напр., въ среднемъ она была:

при склонѣ	0°	25,57° C
"	" 10°	26,53°
"	" 20°	26,89°
"	" 30°	27,42°

Величина колебанія температуры почвы увеличивается съ ея нагреваніемъ и эти колебанія тѣмъ больше, чѣмъ больше уголъ паденія (30°). Почва, покрытая растительностью и находившаяся подъ паромъ, при тѣхъ же условіяхъ имѣла слѣдующую температуру на глубинѣ 15 сантиметровъ:

	трава.	паръ.
при склонѣ 10°	19,09°	22,83°
" " 20°	19,16	23,42
" " 30°	19,51	23,48

Наконецъ на склонахъ замѣчается вообще болѣе быстрое таяніе снѣга, чѣмъ на ровной поверхности. Именно чѣмъ болѣе уголъ паденія склона, обращеннаго на югъ, тѣмъ скорѣе сходитъ снѣгъ, при чемъ разница въ таяніи снѣга простирается до недѣли и болѣе сравнительно съ ровною поверхностью.

Такимъ образомъ нагреваніе почвы, при различномъ наклонѣ ея къ горизонту, измѣняется во всѣхъ случаяхъ, но это измѣненіе обуславливается не только одною интенсивностью освѣщенія, но и другими факторами. Именно почва лежащая на склонахъ испытываетъ значительныя колебанія въ отношеніи къ влажности, а такъ какъ послѣдняя можетъ дѣйствовать прямо противоположно нагреванію, то очевидно, что тепловыя явленія на склонахъ будутъ находиться въ тѣсной связи съ содержаніемъ воды въ почвѣ и съ ея испареніемъ. Содержаніе влаги въ почвѣ вообще уменьшается съ увеличеніемъ угла паденія, а такъ какъ нагреваніе почвы происходитъ тѣмъ

силыѣе, чѣмъ она суше, то, казалось бы, влажность наклоненой почвы должна не только не ослаблять ея нагрѣванія, а при большомъ углѣ паденія оно должно даже возрастать. Но при этомъ дѣйствуетъ другой факторъ, именно испареніе, которое усиливается по мѣрѣ нагрѣванія почвы, а при испареніи воды, какъ извѣстно, часть полученной почвою теплоты переходитъ въ скрытое состояніе, что ведетъ къ охлажденію почвы.

Такимъ образомъ, лѣтомъ, при сильной инсоляціи ровной поверхности и наклоненной къ горизонту почвы, при одинаковомъ содержаніи влаги, не обнаруживается значительнаго различія въ нагрѣваніи, а потому и температура обѣихъ почвъ не представляетъ замѣтныхъ отклоненій. Зимой почва, при значительномъ наклонѣ, сильно охлаждается, потому что она суше въ этомъ случаѣ, а извѣстно, что охлажденіе (промерзаніе) почвы бываетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ меньше въ ней содержится воды. Во время оттепелей и повышенія температуры нагрѣваніе ровной поверхности и склоновъ происходитъ обратное, т.-е. температура почвы на склонѣ, по причинѣ меньшей влажности, будетъ выше, чѣмъ на ровной поверхности. Вообще инсоляція и испареніе будутъ дѣйствовать на нагрѣваніе почвы различно, смотря по вышнимъ условіямъ, именно: весной и осенью, а также зимой при повышеніи температуры взаимодѣйствіе обѣихъ факторовъ вызываетъ наибольшія различія въ температурѣ почвы на склонахъ; лѣтомъ и зимою, при пониженіи температуры, влажность почвы вліяетъ противоположно интенсивности освѣщенія. Все эти различія въ нагрѣваніи склоновъ будутъ значительнѣе при обширности послѣднихъ, а также въ зависимости отъ географической широты мѣста, которая вліяетъ на интенсивность дѣйствія солнечныхъ лучей. Такъ, въ сѣверныхъ широтахъ различіе въ температурѣ почвъ, наклоненныхъ къ горизонту и ровныхъ, будетъ всегда большее, чѣмъ въ тропическихъ странахъ, гдѣ эти отношенія стремятся уравниваться.

Отношеніе почвы къ влажности въ зависимости отъ наклона къ горизонту выражается въ томъ, что склоны всегда пользуются меньшимъ количествомъ воды сравнительно съ ровною поверхностью, такъ, наприм., дождевая и снѣговая вода стекаетъ по склону быстро, вслѣдствіе чего почва не успѣваетъ поглотить достаточно влаги. Далѣе различныя части склона содержатъ не одинаковое количество влаги, ибо вода движется къ болѣе низкимъ мѣстамъ, гдѣ ея больше и задерживается, чѣмъ въ верхнихъ частяхъ склона; наконецъ, склоны подвержены вообще болѣе сильному испаренію, нежели ровная поверхность почвы. Но, съ другой стороны, при одномъ и томъ же углѣ паденія различіе во влажности почвы будетъ зависетьъ отъ направленія склона къ странамъ горизонта, потому что вслѣдствіе различнаго нагрѣванія почвы склоны испаряютъ разное количество воды, а потому и ея содержаніе обуславливается скоростью испаренія на различныхъ покатостяхъ. Такъ, при углѣ паденія 30° почва подъ паромъ и подъ траву содержала воды:

		парц.	трава.
при сѣверномъ положеніи склона		23,31	21,52 ^{0/0}
„ южномъ	„	20,10	18,48 [„]
„ восточномъ	„	20,77	18,51 [„]
„ западномъ	„	22,13	20,41 [„]

Такимъ образомъ при одинаковомъ углѣ паденія сѣверные склоны будутъ отличаться большею влажностью, затѣмъ западные и восточные; наименѣе влажными оказываются южные склоны, какъ испаряющіе много воды. Но отношенія измѣняются съ уменьшеніемъ угла паденія, потому что при этомъ усиливается доступъ атмосферной влаги въ почву и ослабляется испареніе.

Въ недавнее время Вольни опубликовалъ свои изслѣдованія надъ проникновеніемъ атмосферныхъ осадковъ въ почву при различномъ наклонѣ ея къ горизонту *). Онъ нашелъ, что при сильномъ наклонѣ почвы къ горизонту она теряетъ, вълѣдствіе стеканія съ поверхности, очень много атмосферной воды. Въ этомъ отношеніи хуже всего дѣйствуетъ склонъ сѣверный, а затѣмъ западный и восточный; наименьшее количество дождевой воды стекаетъ съ поверхности почвы при южномъ положеніи склона. Что касается вліянія самой почвы и состоянія ея поверхности, то оно выражается въ томъ, что тѣмъ мелкозернистѣе и связнѣе почва, тѣмъ больше она теряетъ воды отъ стеканія, напротивъ, почва рыхлая съ крупными частицами больше ея задерживаетъ. Почва покрытая растительностью при прочихъ равныхъ условіяхъ теряетъ меньше воды, чѣмъ почва голая, но при этомъ имѣетъ значительное вліяніе строеніе почвы, именно въ началѣ, когда поверхность еще сохраняетъ комковатое строеніе, суглинокъ теряетъ почти столько же воды, какъ и легко проницаемый известковый песокъ, но затѣмъ, когда почва уплотнится отъ дождя, начнетъ заплывать, то между обѣими почвами обнаруживается большая разница, а такъ какъ въ естественныхъ условіяхъ почва часто утрачиваетъ свое строеніе, то означенная разница выражается еще рѣзче. Имѣя въ виду эти отношенія, необходимо заключить, что количество атмосферной влаги, которое почвы, расположенныя на склонахъ, будутъ терять и задерживать, должно опредѣляться тремя причинами: во-первыхъ, угломъ паденія и положенія склона относительно странъ горизонта, во-вторыхъ, физическими свойствами почвы и главнымъ образомъ ея влагоемкостью и проницаемостью и, наконецъ, тѣмъ, покрыта почва растеніями, или нѣтъ. При движеніи воды по склону только верхній слой почвы бываетъ влаженъ, ибо вода, двигаясь въ силу тяжести по покатой поверхности, очень медленно можетъ проникать въ почву, а при крутыхъ склонахъ, вълѣдствіе увеличенія скорости движенія воды, особенно когда ея много, и совсѣмъ не просачивается. Чѣмъ слабѣе дождь и чѣмъ меньше уголъ паденія скло-

*) Forschungen. В. XIII. 1890, S. 316—328.

на, тѣмъ больше можетъ почва задержать воды. Если же до дождя почва была суха, то она поглотитъ тѣмъ болѣе воды, чѣмъ суше она была, иначе говоря, чѣмъ больше уголъ паденія склона.

Направленіе склона къ той или другой странѣ горизонта имѣетъ вліяніе на количество просачивающейся воды, потому что склоны получаютъ при этомъ разное количество воды, а кромѣ того направленіе дождя измѣняется съ положеніемъ склона; наконецъ нагрѣваніе почвы и направленіе вѣтра будутъ опредѣлять какъ количество стекающей съ поверхности, такъ и просачивающейся въ почву дождевой воды. Сѣверные склоны, отличающиеся наибольшою влажностью, теряютъ подъ вліяніемъ покатости наибольшее количество воды, между тѣмъ какъ южные, съ болѣе сухою поверхностью, задерживаютъ и больше дождевой воды. Восточные, болѣе сухіе, чѣмъ западные, склоны теряютъ также много воды отъ стеканія. Уголъ паденія дождя на поверхность склона вызываетъ различіе въ этомъ отношеніи, именно: если падающій на западные и сѣверные склоны дождь сопровождается тѣми же вѣтрами, то въ почву попадетъ больше воды, чѣмъ при южномъ или восточномъ склонѣ, такъ какъ послѣдніе могутъ задерживать только прямой дождь, а вслѣдствіе этого подъ вліяніемъ западныхъ или сѣверныхъ вѣтровъ будетъ стекать больше воды, чѣмъ съ западныхъ и сѣверныхъ склоновъ. Физическія свойства почвы, находящейся на склонѣ, обуславливаютъ количество поступающихъ въ нее осадковъ, въ зависмости отъ влагоемкости и проницаемости. Почвы медленно пропускающія воду, наприм. глинистыя, иловатыя, будутъ болѣе отводить ее въ нижележащія части склона, между тѣмъ какъ рыхлость и проницаемость почвъ (песокъ, известь) содѣйствуютъ большому поступленію воды, несмотря на меньшую влагоемкость такихъ почвъ, которая подъ вліяніемъ склона дѣйствуетъ почти обратнo тому, какъ на горизонтальной поверхности.

Наконецъ почвы, покрытыя растительностью, представляютъ больше препятствіи стеканію воды по склону, вслѣдствіе чего она движется съ меньшею скоростью, а потому можетъ болѣе просачиваться въ почву. Но при этомъ почва, покрытая растеніями, испаряетъ больше воды, нежели голая, а потому часть поступившей въ нее влаги снова переходитъ въ атмосферу.

Съ другой стороны, свойства растительнаго покрова могутъ также вліять на количество проникающей въ почву воды: такъ, наблюденія показываютъ, что склоны, покрытые древесною растительностью, задерживаютъ больше воды, нежели въ томъ случаѣ, когда почва занята травянистыми растеніями, потому что въ первомъ случаѣ проникновеніе воды совершается легче, чѣмъ тогда, когда поверхность склона покрыта болѣе или менѣе плотною дерниною, или подобными ей растительными образованіями, ибо въ этомъ случаѣ вода быстро двигается по ихъ поверхности и мало задерживается на склонахъ.

Таковы отношенія почвы къ теплотѣ и влажности, обуславливаемыя на

клономъ ея къ горизонту. По этимъ отношеніями, однако, не печеривается вліяніе склоновъ, оно вызываетъ измѣненія въ самомъ составѣ почвы, именно въ отношеніи остова къ мелкозему, вследствие чего почва теритъ свое строеніе, изъ рыхлой часто переходитъ въ плотную, а потому всѣ ея физическія свойства, а вмѣстѣ съ тѣмъ и химическія, претерпѣваютъ существенныя измѣненія, которыя въ большинствѣ случаевъ вредно отражаются на развитіи растений и даже дѣлаютъ почву непригодною для культуры.

Прежде всего, подъ вліяніемъ склоновъ почва измѣняется въ своей мощности и въ механическомъ составѣ, потому что она подвергается размывающему дѣйствию воды, а также вѣтра. Подъ дѣйствіемъ дождевой и снѣговой воды, двигающейся по склону, и притомъ тѣмъ съ болынею скоростью, тѣмъ больше уголъ паденія, мелкія частицы почвы (песчаная пыль и гль) подвергаются отмучиванію и, смываясь водою, отлагаются у подошвы склона. А вследствие этого, по мѣрѣ приближенія къ подошвѣ, толщина почвы будетъ увеличиваться, какъ въ этомъ убѣждаютъ непосредственныя измѣренія толщины почвы въ различныхъ мѣстахъ склона. Такъ, наприм., по набл.оденіямъ Земятченскаго *) въ Лукояновскомъ у., Нижегородской губ., толщина почвъ измѣнялась:

вершина склона.		его середина.			основаніе склона.	
1 футъ	11 дюйм.	2 ф.	2 д.	2 ф.	3 д.	
1 "	1 "	1 "	10 "	3 "	1 "	
1 "	5 "	2 "	2 "	2 "	7 "	
1 "	1 "	1 "	6 "	2 "	7 "	
1 "	6 "	1 "	8 "	2 "	1 "	

Такое измѣненіе мощности почвы будетъ тѣмъ интенсивнѣе, чѣмъ рыхлѣе почва и чѣмъ круче склонъ, на которомъ она расположена, поэтому въ оврагахъ, долинахъ и т. н. размываніе боковъ ведетъ къ отложенію на днѣ болѣе или менѣе толстаго наноса. Такого рода размывающее дѣйствіе воды можетъ, правда, совершаться и на ровныхъ мѣстахъ, гдѣ подъ дѣйствіемъ воды нижележащіе слои могутъ обогащаться мелкоземомъ вследствие отмучиванія. Но въ этомъ случаѣ почва не претерпѣваетъ такого рѣзкаго измѣненія въ своемъ механическомъ составѣ и мощности, такъ какъ осажденіе иловатыхъ частицъ происходитъ гораздо правильнѣе и равномернѣе, нежели на склонахъ, гдѣ верхнія части почвы, уносясь въ нижележащій мѣста, сильно измѣняются въ своихъ свойствахъ и могутъ съ теченіемъ времени едѣлаться непригодными для произрастанія растений, такъ какъ вмѣстѣ съ смываніемъ мелкозема почва утрачиваетъ свое плодородіе, корни растений обнажаются и даже совсѣмъ уносятся водою. Такой процессъ размыванія почвы, нарушая ея механическій составъ, измѣняетъ слѣдовательно кореннымъ образомъ не только физическія, но и химическія ея свойства.

*) Докучаевъ: „Русскій черноземъ“, 1883, стр. 58.

Не меньшее значение въ этомъ же отношеніи имѣеть вѣтеръ. Именно верхнія части склоновъ, особенно южныхъ и восточныхъ, подвергаясь сильному высуханію, легко теряють пловатыя частицы подѣ дѣйствіемъ вѣтра, которыя сдуваетъ болѣе легкія частицы и тѣмъ нарушаетъ строеніе почвы и ея толщину. Зимой же подѣ влияніемъ вѣтра вершины склоновъ часто обнажаются, лишаясь снѣга, а потому не только мало запасаютъ снѣговой воды весной, но и сильнѣе промерзають, чѣмъ мѣста, расположенныя ближе къ подножью склона. Такое промерзаніе почвы на склонѣ губитъ растительность и влечетъ за собою крайне неравномѣрное распределеніе тепла, отъ чего колебанія температуры возрастають: такъ, максимум и минимумъ ея въ различныхъ мѣстахъ склона сильно разнятся: т.-е. годовая амплитуда на склонѣ всегда будетъ значительнѣе, чѣмъ на ровной поверхности. Такія же колебанія, обусловливаемые наклономъ, замѣчаются и въ меньшіе промежутки времени, особенно весной, когда подѣ влияніемъ склона мѣста, расположенныя внизу, подвергаются большому охлажденію, нежели верхнія части склона. Это охлажденіе часто вызываетъ весеннее вымерзаніе растений и загниетъ отъ того, что во время сильнаго лученспусканія почвы ночью на вершинѣ склона охлажденный воздухъ, дѣлаясь тяжелѣе, спускается внизъ по склону и охлаждаетъ соприкасающуюся съ нимъ почву до того, что температура ея понижается ниже 0° и вызываетъ промерзаніе растений. Такъ, на склонахъ, занятыхъ многолѣтними растеніями, подѣ влияніемъ этого замѣчается пожелтѣніе и отмираніе ихъ въ нижнихъ частяхъ склона, тогда какъ въ верхнихъ они остаются зелеными. Подобное дѣйствіе склона можетъ усиловать вредное влияніе весеннихъ утренниковъ.

Въ виду всего вышесказаннаго *значеніе склоновъ для культуръ растений* будетъ опредѣляться угломъ паденія, и чѣмъ онъ больше, тѣмъ меньше пригоденъ для означенной цѣли данный склонъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ, вслѣдствіе быстрого движенія воды, почва будетъ постоянно размываться, утрачивать мелкія частицы, уплотняться, хотя и не всегда одинаково. Такъ, болѣе связныя почвы лучше удерживаются на склонахъ, но во всякомъ случаѣ отъ дѣйствія движущейся воды уплотняются и со временемъ теряють мелкоземъ, хотя и медленнѣе, чѣмъ менѣе связныя почвы. При склонахъ $40-50^{\circ}$ почва теряетъ даже и болѣе крупныя частицы и не представляетъ уже въ сельско-хозяйственномъ смыслѣ почвы, потому что состоитъ изъ голыхъ камней, обломковъ горныхъ породъ, покрывающихся развѣ лишайниками и другими низшими растеніями. Въ трещинахъ и щеляхъ такихъ обломковъ, куда смываются земляныя частицы, могутъ укореняться лишь сосна (горная) или береза. А поэтому угломъ паденія склона опредѣляется пригодность почвы для культуры и выборъ тѣхъ или другихъ растений.

Такъ склоны, не превышающіе $15-20^{\circ}$, могутъ еще обрабатываться и защищаться отъ дѣйствія воды (напр. расположеніемъ бороздъ поперекъ или поперекъ склона и т. п.), а потому до извѣстной степени могутъ быть при-

годными для разведения полевых растений, но различных смотря по крутизне склона: такъ, напр., злаки и другія мелкоукореняющіяся растения плохо держатся уже на склонахъ въ $12-15^{\circ}$, следовательно такія мѣста лучше отводить подъ бобовыя растения, съ глубокими корнями; склоны до 20° лучше занимать картофелемъ, корнеплодами, запускать подъ огородныя овощи, плодовые кустарники и пр.

Склоны до 30° не пригодны для полевой культуры, такъ какъ не могутъ быть обрабатываемы пахотными орудіями, но могутъ быть обращены въ луга и пастбища, а при известномъ положеніи удобны для разведения плодовыхъ деревьевъ, винограда и пр., а при паденіи $30-40^{\circ}$ склоны можно культивировать съ примѣненіемъ террасъ, которыя содѣйствуютъ нагрѣванію и большему увлажненію почвы. Такая террасная культура очень распространена въ виноградарствѣ.

Склоны отъ 40° до 50° пригодны еще для разведения лѣса, или могутъ быть запущены подъ пастбища (горныя пастбища). Наконецъ склоны въ $50-60^{\circ}$ не пригодны уже и для лѣса и представляютъ часто или голыя скалы, или, смотря по свойствамъ горныхъ породъ, составляющихъ склоны, и его высотъ надъ уровнемъ моря, покрываются хвойными породами (сосною, елью, пихтою) или нѣкоторыми лиственными деревьями (напр. березою).

Вліяніе наслоеній на физическія свойства почвы.

Экопическій характеръ почвы въ значительной степени обусловливается свойствами составляющихъ ее слоевъ, именно ихъ механическимъ и химическимъ составомъ, толщиною и физическими свойствами, главнымъ образомъ отношеніемъ къ водѣ. Пласты, образующіе почву, могутъ быть различны по геологическимъ свойствамъ; иначе говоря, являясь продуктами вывѣтриванія тѣхъ или иныхъ горныхъ породъ, они образуютъ частицы разной величины и формы, состоящія изъ остатковъ минераловъ, болѣе или менѣе измѣнившихся химически. Такъ, верхній слой, или собственно почва, можетъ состоять изъ кварцеваго песку, сѣяннаго съ разложившимися растительными остатками, подъ которымъ залегаетъ глинистый, мергелистый или другой какой-либо слой, образующій подпочву. Или, напр., верхній растительный слой образовался изъ другихъ породъ, известковыхъ, полевошпатовыхъ, слюдяныхъ и и т. п., или произошелъ изъ растительныхъ остатковъ (напр., торфъ и подобныя ему образованія), или представляетъ напосъ и т. д. Точно также и подпочва можетъ быть весьма различнаго происхождения и состава и въ этомъ отношеніи или приближается къ почвѣ, или представляетъ напластованія, отличающіяся отъ верхнихъ слоевъ, напр., хрящеватая, каменная, желѣзная подпочва.

Какъ почва, такъ и подпочва находятся въ тѣсной зависимости другъ отъ друга, вызывая съ одной стороны извѣстныя физическія свойства, а съ дру-

гой—отношенія къ растительности, покрывающей почву и иногда своими корнями углубляющейся въ подпочву. А потому оба слоя должны обладать опредѣленными свойствами для того, чтобы быть пригодными для культуры. Между такими свойствами, зависящими отъ мѣстныхъ условій наслоенія, наиболѣе важными служатъ мощность слоевъ и ихъ отношеніе къ водѣ. Болѣе мелкіе слои (незначительной мощности) встрѣчаются по горамъ, у коренныхъ почвъ, не вполнѣ вывѣтрившихся, или у почвъ подвергающихся дѣйствію воды и вѣтра, а также на сырыхъ, топкихъ мѣстахъ. Почвы большей глубины встрѣчаются въ лѣсахъ, гдѣ масса растительныхъ остатковъ подвергается постоянному гніенію, влѣдствіе чего растительный слой постепенно утолщается. Паносныя почвы часто также отличаются значительною мощностью, если онѣ образуются отъ постоянного дѣйствія воды, содержащей взмученныя вещества; таковы, напр., паносы, образующіеся по берегамъ большихъ рѣкъ и морей, въ долинахъ и т. д.

Значеніе слоевъ по отношенію къ водѣ заключается главнымъ образомъ въ ихъ влагоемкости и проницаемости. Влагоемкость зависитъ отъ волосности, слѣдовательно отъ величины частицъ и присутствія растительныхъ остатковъ. Плохатыя глинистые слои, а также содержащіе много перегноя или растительныхъ остатковъ, не вполнѣ превратившихся въ перегной, отличаются способностью жадно всасывать воду, въ виду чего при извѣстномъ положеніи будутъ отличаться сыростью, напр., въ низкихъ мѣстахъ такіе слои легко превращаются въ болота, на склонахъ же могутъ быть болѣе благопріятны для растительности.

Проницаемость почвенныхъ слоевъ также бываетъ весьма различна и обуславливается не только свойствами верхняго слоя, но и нижележащихъ образований. Выше было указано, что степень проницаемости почвы зависитъ отъ величины частицъ, именно чѣмъ крупнѣе эти послѣднія, тѣмъ болѣе проницаемъ слой для воды. Но кромѣ величины частицъ проницаемость слоевъ можетъ опредѣляться уплотненіемъ ихъ, пригнѣями и различными образованиями, пронесодящими при извѣстномъ положеніи почвы на мѣстности. Такъ, извѣстно, что песокъ, вообще хорошо пропускающій воду, на склонахъ дѣлается мало проницаемымъ отъ уплотненія, производимаго стекающею съ поверхности водой, или влѣдствіе пригнѣи къ нему тонкаго ила, который заполняетъ промежутки между частицами и такимъ образомъ затрудняетъ движеніе воды въ глубокіе слои.

Кромѣ того проницаемость зависитъ часто отъ образованія особыхъ слоевъ, залегающихъ или сплошь, или спорадически, на различной глубинѣ отъ поверхности и разбѣивающихъ почву съ грунтовой водой, или задерживающихъ атмосферную воду. Такіе слои или образованія, смотря по условіямъ ихъ пронесодженія, называются мѣстными камнями или орштейнами, болотнымъ известнякомъ, клинкомъ и т. п. вторичными образованиями, которые свойственны преимущественно аллювіальнымъ или диллювіальнымъ песчанымъ почвамъ.

Мѣстный камень (оршштейнъ) образуется въ песчаныхъ почвахъ, покрытыхъ растительностью, состоящую главнымъ образомъ изъ вереска, а также камыша, дрофа и т. п., носящихъ общее названіе верещатника, содержащаго много органическихъ кислотъ, эфирныхъ и смолистыхъ веществъ и пр. При гниеніи подобной растительности выделяются кислоты, въ числѣ которыхъ находятся жидкія перегнойныя соединенія (напр., апокреновая кислота), которыя съ окисью желѣза и кремнеземомъ даютъ растворимыя соединенія, мало-по-малу просачивающіяся въ почву, а при содѣйствіи дождевой и снѣговой воды такое просачиваніе можетъ происходить скоро. Образовавшійся на извѣстной глубинѣ растворъ такихъ органо-минеральныхъ соединеній концентрируется и, не поглощаясь почвою, при маломъ доступѣ воздуха, подвергается разложенію, при чемъ перегнойныя кислоты возобновляются и переходятъ въ другія вещества, а содержащійся въ нихъ кислородъ идетъ на разложеніе растительныхъ остатковъ, основанія же, находившіяся въ растворѣ, выделяются въ нерастворимомъ видѣ и отлагаются на частицахъ песка, а также въ ихъ промежуткахъ и при высыханіи даютъ очень плотную каменистую массу, называемую оршштейномъ. Въ образованіи оршштейновъ участвуютъ вообще не только продукты разложенія наземной растительности, кислоты и смолистыя вещества, обладающія большою клейкостью, но также и составныя части почвы. Такъ надо допустить, что перегнойныя кислоты, растворяя фосфорно-кислыя соли, переносятъ ихъ въ нижніе слои, гдѣ подъ вліяніемъ разложенія они осаждаются въ нерастворимомъ видѣ (напр., желѣзная и глиноземная соль); далѣе при просачиваніи перегнойнаго раствора въ почву происходитъ выщелачиваніе минеральныхъ составныхъ частей почвы, особенно не вывѣтрившихся, вслѣдствіе чего просачивающійся растворъ концентрируется. Такія явленія подтверждаются отчасти и составомъ оршштейновъ, въ которыхъ главною частью является всегда песокъ (до 90—95%), далѣе содержится желѣзо, глиноземъ, щелочи, фосфорная кислота, известь и органическія вещества.

Такъ какъ оршштейны состоятъ изъ песка и соединеній желѣза, то Зенфть *) относитъ эти образованія къ числу желѣзныхъ рудъ (лимонитовъ), накапливающихся въ болотистыхъ мѣстахъ, торфяникахъ, озерахъ и т. п., при чемъ оршштейны отличаются отъ желѣзныхъ рудъ только своимъ строеніемъ, именно они представляютъ рыхлыя песчаные агрегаты, частицы которыхъ покрыты и соединены другъ съ другомъ желѣзистою глиною или глинисто-желѣзною охрой.

Исслѣдованія Мюллера **) относительно происхожденія оршштейновъ и другихъ подобныхъ наслоеній, содержащихъ органическія кислоты, показали, что оршштейны возникаютъ преимущественно въ подпочвѣ въ присутствіи водной окиси желѣза и перегнойныхъ веществъ и сравнительно рѣдко за-

*) „Senft: Die Humus-, Marsch-, Torf-, und Limonitbildungen“. 1862, S. 175.

**) Müller: „Studien über die natürlichen Humusformen“. 1887.

залегаютъ въ верхнемъ растительномъ слое, а по условіямъ своего происхожденія и составу представляютъ много разновидностей. Именно, по происхожденію, все ортштейны можно раздѣлить на три группы: 1) образовавшіеся посредствомъ выщелачиванія, 2) посредствомъ поглощенія и въ 3) ортштейны, представляющіе конкреции, т.-е. частицы почвы, связанныя окисью и закисью желѣза. Къ числу ортштейновъ перваго типа Мюллеръ относитъ глинистый ортштейнъ, образующійся въ песчано-суглинистыхъ болотныхъ почвахъ и представляющій слой, залегающій на глубинѣ отъ 8 до 200 сантиметровъ отъ поверхности. Смотри по растительному покрову, онъ находится въ связи съ торфомъ и образуется отъ выщелачиванія почвы и имѣетъ видъ твердой, болѣе или менѣе пористой, массы, однороднаго цвѣта, состоящей изъ смѣси песку и глины. Строеііе этого ортштейна не измѣняется отъ обработки растворами щелочей или слабыхъ минеральныхъ кислотъ (соляной, сѣрной и пр.).

Торфовидный ортштейнъ залегаеітъ подъ почвою пастбищъ и лѣсовъ и состоитъ изъ крупно-зернистаго песку. Обыкновенно онъ находится въ соответственномъ влажномъ слое и по своимъ свойствамъ приближается къ гумусовому ортштейну, часто даже не рѣзко отъ него отграничивается, но залегаеітъ выше послѣдняго. Представляетъ плотную землистую, чернобурую массу, или синеваточерную смѣсь гуминовой кислоты съ различными минеральными веществами, съ большимъ или меньшимъ количествомъ песчаныхъ зеренъ, часто замѣчается много растительныхъ остатковъ (корешковъ). Вслѣдствіе присутствія гуминовой кислоты торфовидный ортштейнъ имѣетъ кислую реакцію, при обработкѣ щелочами легко разлагается, образуя чернѣй растворъ, бѣлый песокъ и торфообразный илъ. На воздухѣ выветривается, т.-е. распадается въ бурѣй порошокъ или комки.

Къ ортштейнамъ, образующимся посредствомъ поглощенія почвою различныхъ соединений, относятся: гумусовый ортштейнъ, желѣзистый и не желѣзистый ортштейнъ.

Гумусовый ортштейнъ происходитъ изъ различныхъ веществъ верхняго слоя почвы пастбищъ и лѣсовъ, содержащей торфъ. Онъ образуетъ плотную землистую массу, желтоватаго до черпобураго цвѣта, похожую на песчаникъ, такъ какъ состоитъ изъ кварцеваго песку, связаннаго выдѣленными перегнойными солями и гуминою кислотою. При обработкѣ щелочами даетъ чернѣй растворъ, содержащій песокъ съ незначительнымъ количествомъ пловатыхъ веществъ. На воздухѣ способенъ выветриваться подобно торфовидному ортштейну.

Въ песчаныхъ почвахъ съ незначительнымъ содержаниемъ глины въ верхнихъ слояхъ часто образуется гумусовый ортштейнъ, содержащій большія количества желѣза. Напротивъ, въ песчано-суглинистой или суглинисто-песчаной почвѣ въ верхнемъ же слое залегаеітъ такой же ортштейнъ, но бѣдный содержаниемъ желѣза (красная земля).

Последніа два образования въ Дании и Сѣверной Германіи носятъ мѣстное названіе *кника*.

Наконецъ третья группа ортштейновъ, образующихся въ болотныхъ почвахъ, представляетъ болотныя желѣзныя руды. Таковы желѣзистый песчаникъ, появляющійся въ песчаной, покрытой торфомъ, почвѣ, состоящей изъ комковатыхъ агрегатовъ различной величины и формы. Это не что иное какъ частицы песку, облеченныя водою окисью, или даже закисью желѣза, на воздухѣ не распадающіяся, подъ дѣйствіемъ щелочей не измѣняются, но при кипяченіи съ разведенною соляною кислотой такой желѣзистый песчаникъ хорошо раздѣляется на составныя части. Дерновый желѣзнякъ представляетъ тоже родъ ортштейна, потому что свойственъ болотистымъ луговымъ почвамъ и торфяникамъ, встрѣчается часто прямо въ глинистомъ ортштейнѣ тамъ, гдѣ послѣдній выступаетъ на поверхность почвы, а также на многихъ другихъ мѣстахъ, отличающихся содержаніемъ перегнойныхъ соединеній. Онъ имѣетъ видъ пористой шлакообразной руды, черноватаго цвѣта, содержащей до 80—95% водою окиси желѣза съ различными примѣсями. Составъ различныхъ ортштейновъ, встрѣчающихся въ Дании, по изслѣдованіямъ Туксена, слѣдующій:

	I.	II.	III.	IV.
хряща	7,00	0,70	13,69	3,75
крупнаго песку	22,73	12,31	39,01	24,63
мелкаго песку	40,19	66,76	34,20	44,29
глины	21,30	10,03	4,33	1,83
перегноя	2,85	4,14	3,75	8,87
химически связ. воды .	0,88	0,36	—	—
гигроскопической воды	3,29	1,61	1,84	13,49
окиси желѣза.	0,80	2,36	2,48	1,94
глинозема	0,74	1,10	0,44	1,18
общее количество веществъ въ мелкоземѣ	70,25	86,9	46,70	71,6

По анализамъ Павлинова *), ортштейнъ, взятый изъ одной котловины съ луговымъ и отчасти болотистымъ характеромъ, по берегамъ р. Пагубы въ Лужскомъ уѣздѣ, Петербургской губерніи, имѣетъ слѣдующій составъ въ различныхъ слояхъ: I—почвенный (растительный) слой, II—слой бѣлаго песку, III—ортштейнъ, IV—подстилающій желтый песокъ:

	I.	II.	III.	IV.
глинистыхъ частицъ. .	2,87	1,00	2,49	2,31
0,1—0,3 mm.	3,21	3,36	2,68	7,47
0,03—0,25 "	61,33	64,21	58,15	74,12
0,23—0,3 "	27,11	26,33	27,41	15,21
0,33—1 "	5,88	4,88	7,89	1,88
1—2 "	—	—	1,08	—

*) Матеріалы по изученію русскихъ почвъ. 1887. Вып. III. 11—12.

песку	96,91	99,01	90,80	97,15
оксида желѣза	0,11	0,17	1,11	0,52
глинозема	0,11	0,05	2,30	} 0,90
фосфорной кислоты слѣды.	слѣды	слѣды	0,83	
органич. веществъ			1,18	} 0,53
воды	2,10	0,42	3,6	
Итого химич. сост. частей	99,36	99,65	99,48	99,32

Кромѣ ортштейновъ непосредственно подъ верхнимъ растительнымъ слоемъ залегаетъ часто слой, состоящій изъ песку, бѣлаго, сѣраго или бураго цвѣта, различной толщины, въ которомъ преобладаетъ кварцъ, смѣшанный съ другими составными частями горныхъ породъ, облеченныхъ мельчайшими частицами гумуса, располагающимися между песчаными зернами. Такой слой, образующійся подобно ортштейну, съ которымъ онъ во многомъ сходенъ, залегаетъ часто сверхъ послѣдняго и незамѣтно въ него переходитъ. Въ Германіи его называютъ *Bleisand*, и по аналогіи съ ортштейнами такое песчаное образованіе можно назвать мѣстнымъ пескомъ. По анализамъ Туксена, составъ такого песку слѣдующій:

хрица	отъ 1,0 до 12,0
грубаго песку	„ 13,36 „ 37,58
мелкаго песку	„ 47,05 „ 68,97
глины	„ 1,10 „ 16,23
гумуса	„ 0,31 „ 2,2
химически связанной воды	— „ 0,97
гигроскопической	„ „ 0,21 „ 1,38
оксида желѣза	„ 0,5 „ 0,43
глинозема	„ 0,1 „ 0,39

Кромѣ того въ немъ содержатся перегнойныя кислоты, растворимыя въ щелочахъ и кислотахъ, но онъ бѣденъ цеолитами и потому мало поглощаетъ минеральныхъ солей и представляетъ въ большинствѣ случаевъ не плодородный слой, а вслѣдствіе этого корни растений очень часто проникаютъ чрезъ *Bleisand* въ подстилающій его ортштейнъ, въ которомъ они находятъ больше минеральныхъ основаній. Подобныя образованія, по изслѣдованіямъ Мюллера, свойственны всѣмъ лѣснымъ почвамъ Даніи и появленіе ихъ возможно вслѣдъ, гдѣ полевые почвы такъ или иначе соприкасаются съ лѣсомъ; въ такихъ случаяхъ на поля, лежація близъ лѣса, могутъ смываться водою продукты разложенія отмирающаго лѣснаго покрова и, просачиваясь въ нижніе слои полевой почвы, дадутъ начало мѣстнымъ камнямъ и пескамъ.

Ортштейны весьма распространены по берегамъ Балтійскаго и Нѣмецкаго морей; такъ, они встрѣчаются у насъ въ Петербургской губ., въ Прибалтійскомъ краѣ, въ Сѣверной Германіи, Даніи, Норвегій, Голландіи и особенно во французскихъ Ландахъ, гдѣ они лежатъ недалеко отъ поверхности песчаной почвы и, представляя непроницаемый для воды слой, задерживаютъ всю верховую воду, вслѣдствіе чего Ланды, несмотря на присутствіе

песка, бывають покрыты водою, образуя большія болотистыя пространства съ совершенно своеобразною растительностью. Но ортштейны могутъ образоваться и въ другихъ почвахъ, смотря по ихъ положенію и климатическимъ условіямъ.

Подобно ортштейну дѣйствуетъ такъ называемый *болотный известнякъ*, образующійся часто въ прибрежныхъ почвахъ рѣкъ, вода которыхъ богата органическими веществами и известью. Весною такая вода, заливая берега, осаждаетъ находящіеся въ ней органическія вещества и известь, которыя мало-по-малу проникають въ почву отчасти въ иловатомъ состояніи, отчасти въ видѣ раствора извести въ углекислой водѣ. Взаимодѣйствіемъ же перегной и извести образуется перегнойно-кислая известь, которая послѣ высыханія почвы заполняетъ вмѣстѣ съ углекислою известью промежутки между частицами почвы, а подъ влияніемъ воздуха образуется плотная масса, не пропускаемая для воды, называемая болотнымъ известнякомъ (въ отличіе отъ морского известняка). Такой болотный известнякъ встрѣчается въ большомъ количествѣ, напр., по берегамъ Дуная (а вѣроятно и другихъ рѣкъ), гдѣ песчаная почва, благодаря этому отложенію, задерживаетъ въ верхнемъ слое воду и становится такимъ образомъ влажною.

Подобныя этому образованія наблюдаются у насъ въ Московской губерніи по берегамъ рѣчекъ, протекающихъ по извѣстному руслу и отлагающихъ болотный известнякъ, который во многихъ мѣстахъ бываетъ покрытъ торфянымъ слоемъ. Такая смѣсь торфа съ нижележащимъ болотнымъ известнякомъ даетъ удобрительное вещество, такъ какъ содержитъ много минеральныхъ и органическихъ веществъ, а потому быстро дѣйствуетъ при внесеніи ея въ почву.

Всѣ вышеуказанныя мѣстныя образованія, залегая на различной глубинѣ отъ поверхности (отъ нѣсколькихъ дюймовъ до 2—3 метровъ), не всегда имѣютъ одинаковое значеніе въ смыслѣ своей непроницаемости для воды. Значеніе ихъ прямо опредѣляется глубиною, отчасти плотностью или рыхлостью строенія. Именно если ортштейнъ образуется не далеко отъ поверхности въ видѣ сплошного твердаго слоя, то онъ задерживаетъ верховую воду и превращаетъ почву въ болото, если же онъ попадаетъ спорадически, въ видѣ отдѣльныхъ конкрецій, или имѣетъ рыхлое строеніе, то вредъ его менѣе ощутителенъ, отчасти онъ можетъ быть даже и полезенъ своими минеральными веществами, наприм., фосфорною кислотою, которая свойственна нѣкоторымъ ортштейнамъ. При значительномъ удаленіи отъ поверхности мѣстныя наслоенія вообще могутъ быть полезны въ томъ отношеніи, что, задерживая просачивающуюся въ почву верховую воду, могутъ служить резервуаромъ для образованія грунтовой воды, а при извѣстномъ рельефѣ могутъ доставлять ее верхнимъ слоямъ почвы. Смотри по толщинѣ и твердости ортштейновъ, извлеченіе ихъ изъ почвы можетъ производиться посредствомъ обработки, причемъ вывороченный на поверхность ортштейнъ можетъ подвергнуться вывѣтриванію, по

если онъ плотенъ, залегаеъ на обширномъ протяженіи и на большей глубинѣ отъ поверхности, то удаленіе его сопряжено съ большими затрудненіями и расходами, а потому въ такихъ случаяхъ улучшение почвы дѣлается уже невозможнымъ и она должна остаться не культурною, какъ это имѣетъ мѣсто, наприм., во французскихъ Ландахъ и на вересковыхъ почвахъ сѣв. Германіи.

Вліяніе рельефа почвы на ея мощность и отношеніе къ водѣ.

Почвы какъ первичнаго, такъ и наноснаго происхожденія отлагаются въ видѣ слоевъ на поверхности какой-либо породы и въ зависимости отъ положенія и вида послѣдней получаютъ различный рельефъ, ипаче говоря, почвенные слои располагаются или горизонтально, или наклонно, или волнообразно, т.-е. въ одномъ мѣстѣ образуютъ возвышенія, въ другомъ углубленія, бугры, котловины, изгибы и т. п. Такое расположеніе почвенныхъ слоевъ имѣетъ вліяніе на ихъ составъ и физическія свойства, и наконецъ результатомъ того или другого рельефа слоевъ является различное отношеніе ихъ къ растительности, такъ какъ глубина и свойства поверхности почвы обуславливаютъ отношеніе ея къ корнямъ растений, къ влажности, теплотѣ и химическимъ процессамъ.

Въ отношеніи рельефа поверхности необходимо отличать не только ровное и неровное, наклонное или горизонтальное, но также массивное и слоистое положеніе, причемъ послѣднее можетъ быть однороднымъ (нормальнымъ) или не однороднымъ (ненормальнымъ). Ровность поверхности или правильный рельефъ почвы является результатомъ рельефа породы, подстилающей почву, и условій ея происхожденія.

Массивное или не слоистое положеніе свойственно кореннымъ почвамъ, отложеніямъ аллювіальныхъ наносовъ въ долинахъ, а иногда попадаются и на возвышенностяхъ, каковы, наприм., отложенія вулканической золы и пещку, которыя не зависятъ отъ возвышенія мѣста надъ уровнемъ моря. Вообще не слоистое положеніе въ большинствѣ случаевъ свойственно примитивнымъ почвамъ, у наносныхъ образованій оно встрѣчается рѣдко, но и здѣсь иногда наблюдается замкнутое, однородное положеніе, вызванное или свойствами происхождающаго почвеннаго образованія, или особыми условіями, при которыхъ происходитъ накопленіе почвенной массы. Такъ, наприм., лессовый мергель, являющийся продуктомъ вторичныхъ процессовъ, образуетъ часто однородную, замкнутую массу; такое же массивное залеганіе наблюдается, напр., тогда, когда почва образуется послѣ отступленія моря вѣдствіе вывѣтриванія бывшей на этомъ мѣстѣ породы.

Наиболѣе важное значеніе для почвы имѣетъ слоистое залеганіе, потому что при этомъ возникаютъ такія измѣненія рельефа, которыя вызываютъ разнообразное вліяніе въ отношеніяхъ почвы къ водѣ и въ ея мощности.

Подъ слоистымъ залеганіемъ надо понимать болѣе или менѣе правильное

чередование составляющих почву слоев, при чемъ каждый слой можно различать по его толщинѣ и очертаніямъ. Вслѣдствіе того, что слои отлагаются не одновременно, а въ различные періоды, происходитъ измѣненіе въ ихъ мощности и рельефѣ, а потому можно отличать правильное или нормальное наслоеніе и неправильное или ненормальное. При нормальномъ залеганіи всѣ слои располагаются горизонтально, или слабо изгибаются (волнисто) другъ надъ другомъ и какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ расположеніе слоевъ будетъ параллельное. Подобныя наслоенія встрѣчаются у почвъ, которыя не подвергались еще перемѣщенію съ своего первоначальнаго расположенія. При ненормальномъ наслоеніи расположеніе слоевъ бываетъ самое разнообразное: наклонное, согнутое, клиновидное, разорванное, сдвинутое, складчатое, котловинное, куполообразное и т. п. Такія ненормальности въ рельефѣ слоевъ, въ нарушеніи ихъ горизонтальнаго положенія обуславливаются разнообразными геологическими причинами, каковы, напр., мѣстныя вулканическія поднятія или опусканія, уменьшеніе или увеличеніе объема подстилающихъ почву породъ, или боковое давленіе со стороны рядомъ лежащихъ слоевъ. Слончатое положеніе присуще преимущественно наноснымъ почвамъ, но слои бываютъ или тѣсно соединены другъ съ другомъ, или замѣтно отдѣлены, поэтому слончатость можетъ быть однородною, или неоднородною. Первый способъ, менѣе распространенный, наблюдается лишь на значительной глубинѣ, наприм., у суглинковъ, а также нерѣдко у песчаныхъ почвъ, у которыхъ отдѣльные слои твердаго желѣзистаго песку сростаются съ слоя чистаго песку и могутъ быть распознаваемы по бѣлому или бурому очертанію слоевъ; такія образованія всего чаще наблюдаются въ нижнихъ орпштейновыхъ наслоеніяхъ песчаныхъ почвъ.

Гораздо чаще происходятъ отдѣльные слои въ видѣ выпуклостей и прослоевъ, гнѣздъ глины, мергеля и обломковъ, которые уже по одному цвѣту легко отличаются отъ основной массы.

При слончатомъ положеніи сильно измѣняется мощность почвы, которая въ одномъ мѣстѣ бываетъ больше и болѣе или менѣе одинакова на значительномъ протяженіи, въ другомъ замѣчается расчлененность слоевъ, которые образуютъ участки весьма различной толщины. Наконецъ, иногда происходитъ возрастаніе слоевъ, вслѣдствіе періодическихъ измѣненій въ напластованіи подъ дѣйствіемъ новыхъ наносовъ. Такое явленіе именно наблюдается въ устьяхъ рѣкъ, на плоскихъ морскихъ берегахъ и т. п. Но, съ другой стороны можетъ происходить уменьшеніе толщины слоевъ подъ вліяніемъ размыванія, вслѣдствіе чего поверхность измѣняетъ свой рельефъ, становится волнистою, террасовидною и т. д.

Подъ вліяніемъ всѣхъ такихъ видоизмѣненій рельефа почвенныхъ слоевъ свойства ихъ въ большей или меньшей степени подвергаются измѣненіямъ, которыя отражаются на отношеніи почвы къ растительности, а потому весьма важное значеніе должно имѣть изученіе того вліянія, которое релье-

есть слоевъ оказываетъ на различныя свойства почвы. Прежде всего это влияние выражается въ измѣненіи толщины, которая въ свою очередь обуславливаетъ отношеніе почвы къ влажности, т.-е. къ количеству и распределенію воды, получаемой почвою, а съ другой стороны къ степени высыхания или испаренія почвою воды, которое зависитъ, какъ извѣстно, отъ высоты почвеннаго слоя. Само собою понятно, что измѣненіе мощности почвенныхъ слоевъ будетъ отражаться и на другихъ физическихъ свойствахъ, наприм. на отношеніяхъ къ газамъ и теплу, на различныхъ химическихъ процессахъ, являющихся слѣдствіемъ физическихъ отношеній, наконецъ на укорененіи и развитіи растений.

Что касается отношеній къ водѣ, то изслѣдованія, произведенныя Вольши *), показываютъ, что какъ абсолютное, такъ и относительное содержаніе воды въ почвѣ увеличивается съ ея мощностью, такъ наприм., количество воды было:

при толщинѣ слоя.	абсолютное въ грам.	процентное по объему.
5 сантим	176	8,81%
10 "	453	11,33 "
15 "	940	15,68 "
20 "	1747	21,85 "
25 "	2185	21,85 "
30 "	2687	22,39 "

Соотвѣтственно толщинѣ слоя происходитъ и поглощеніе атмосферныхъ осадковъ; такъ при количествѣ дождевой воды въ 31115 грам. поглощено почвою:

при толщинѣ слоя 5 сантим	17926 грам.
" " " 10 "	16217 "
" " " 15 "	15930 "
" " " 20 "	16535 "
" " " 25 "	17232 "
" " " 30 "	17536 "

Вообще изъ одного и того же количества атмосферныхъ осадковъ почва поглощаетъ до извѣстной глубины (15 с.) меньше воды, но затѣмъ поглощеніе увеличивается съ глубиною слоя, иначе говоря, дождевой воды болѣе поглощается нижними слоями, чѣмъ верхними. Это объясняется тѣмъ, что верхніе слои испаряютъ воду сильнѣе, чѣмъ нижніе. Именно изъ одного и того же количества дождевой воды (31115 грам.) испарилось:

*) Wollny: Forschungen. 1893. В. XVI, S. 1—14. Einfluss der Mächtigkeit des Bodens auf dessen Feuchtigkeitsverhältnisse.

при толщинѣ слоя.		
5 сантим	. . . . .	13074 грам.
10	"	14686 "
15	"	14823 "
20	"	14268 "
25	"	13541 "
30	"	13040 "

Такимъ образомъ влажность почвы прямо пропорциональна ея мощности, т.-е. съ увеличеніемъ толщины слоя повышается и абсолютное содержаніе влаги и наоборотъ, но при этомъ распребіеніе влаги бываетъ не равномерно, именно болѣе влажными оказываются нижніе слои почвы, тогда какъ верхніе бываютъ суше; поэтому процентное содержаніе воды будетъ тѣмъ выше, чѣмъ толще слой, точно также максимумъ поглощенной дождевой воды соответствуетъ болѣе глубокимъ слоямъ. Потеря влаги чрезъ испареніе находится въ зависимости съ ея содержаніемъ и высотой слоя, отъ которой измѣняется капиллярное поднятіе воды, и чѣмъ тоньше слой, тѣмъ оно больше и наоборотъ; поэтому изъ глубокихъ слоевъ, несмотря на большее содержаніе въ нихъ воды, испареніе совершается все-таки меньше, чѣмъ изъ верхнихъ, ибо въ первомъ случаѣ скорость поднятія волосяной воды понижается, а во второмъ повышается. Если же верхніе слои сильно высыхаютъ, то происходитъ иное, именно въ этомъ случаѣ сухіе слои будутъ поглощать влагу изъ болѣе сырыхъ нижнихъ слоевъ, вследствие чего испареніе увеличивается. Но, кромѣ толщины слоя, при этомъ имѣетъ значеніе его механическій составъ, проницаемость и разстояніе отъ уровня грунтовой воды. Вліяніе механическаго состава ясно изъ того, что величина частицъ, обуславливая волосность и проницаемость, будетъ дѣйствовать на испареніе: такъ наприм. у кварцеваго песку, суглинка или торфа отношеніе къ содержанію воды и испаренію будетъ весьма различно съ увеличеніемъ толщины слоя.

Разстояніе отъ уровня грунтовой воды обуславливается рельефомъ не пропускающаго слоя и свойствами промежуточныхъ слоевъ; въ зависимости отъ этихъ двухъ условій количество воды и ея распребіеніе въ различныхъ слояхъ и въ разное время могутъ существенно измѣняться. Такъ какъ грунтовая вода представляетъ для почвы весьма важный источникъ воды, то вліяніе рельефа нижнихъ слоевъ, въ которыхъ она скопляется и движется, должно оказывать существенное вліяніе на влагоемкость тѣхъ слоевъ почвы, въ которыхъ распространяются корни растений.

Если почвенные слои имѣютъ нормальный рельефъ, именно расположены горизонтально, то уровень грунтовой воды будетъ въ одинаковомъ разстояніи отъ поверхности и влажность верхняго слоя будетъ обуславливаться почти исключительно проницаемостью и волосностью промежуточныхъ слоевъ. Именно если промежуточные слои обладаютъ достаточною волосностью, то

верхний слой будетъ хорошо смачиваться водою, даже въ сухое время года, или будетъ страдать отъ излишней сырости при повышеши уровня грунтовой воды, или же жадно всасывать воду въ томъ случаѣ, если подъ верхнимъ слоемъ залегаетъ образование, обладающее значительною влагоемкостью, какъ наприм. торфъ. Въ послѣднемъ случаѣ при избыткѣ верховой воды, наприм. весною и осенью, почва долго будетъ оставаться сырою. При нормальномъ рельефѣ слоевъ отношеши мало измѣнятся и въ томъ случаѣ, когда слои обладаютъ проницаемостью, т.-е. когда излишняя верховая вода быстро уходитъ вглубь. На горизонтальной поверхности непроницаемаго слоя, лежащаго на данной глубинѣ, будетъ скопляться большое количество грунтовой воды, которая, въ силу гидростатическаго давленія, можетъ подниматься въ верхне слои, которые будутъ страдать въ такомъ случаѣ отъ избытка влаги. При пониженш уровня грунтовой воды, по причинѣ недостатка капиллярности промежуточныхъ слоевъ, верхняя часть почвы могутъ страдать сухостью.

Иныя отношеши возникаютъ тогда, когда рельефъ слоевъ будетъ неправильнымъ или ненормальнымъ. Такъ если непроницаемый для воды слой образуетъ котловину, или согнутъ различнымъ образомъ, то въ него будетъ стекать со всѣхъ мѣстъ грунтовая вода, уровень которой постепенно возрастаетъ, а вълѣдствіе этого верхне слои, даже хорошо проницаемые, наприм. песчаные, хрящеватые, будутъ получать избытокъ влаги. Подобное явленіе часто замѣчается близъ морей, озеръ съ песчаными берегами, гдѣ, вълѣдствіе котловиднаго наслоенія по пропускающихъ воду образований, уровень ея всегда высокъ и почва сырая.

Если нижний слой расположенъ наклонно, или складчато, или сѣдлообразно, то поверхностные слои въ однихъ мѣстахъ будутъ находиться далеко отъ грунтовой воды и при отсутствіи капиллярнаго поднятія могутъ никогда ея не пользоваться, въ другихъ—они лежатъ близко и, слѣдовательно, будутъ получать избытокъ влажности.

При куполообразномъ или разорванномъ рельефѣ непроницаемаго слоя очевидно произойдетъ подобная же неравномѣрность въ распредѣленіи грунтовой воды, которая въ однихъ мѣстахъ приближается къ поверхности, въ другихъ совсѣмъ исчезаетъ, несмотря на то, что непроницаемый слой залегаетъ непосредственно подъ верхнимъ.

Наконецъ при еще большей ненормальности въ рельефѣ, при возрастаніи или уменьшеніи слоевъ, распредѣленіе грунтовой воды становится еще болѣе измѣчивымъ, а при значительномъ удаленіи непроницаемаго слоя и возрастаніи верхнихъ слоевъ она можетъ совершенно утратить свое значеніе для почвы. При уменьшеніи слоевъ вълѣдствіе размыванія можетъ произойти обратное, именно въ этомъ случаѣ, при самомъ ненормальномъ наслоеніи, вълѣдствіе уменьшенія толщины слоевъ грунтовая вода можетъ нажимать на поверхность.

Вышеприведенными указаніями, конечно, не исчерпываются все возможные комбинаціи въ расположеніи почвенныхъ образований; мѣстные особенности въ этомъ отношеніи могутъ быть безконечно разнообразны и въ зависимости отъ нихъ влажность почвы будетъ измѣняться въ разныхъ предѣлахъ. Основные свойства подпочвенныхъ слоевъ могутъ опредѣлять степень такого измѣненія. Мергельные и песчаные слои, обладающіе въ большинствѣ случаевъ проницаемостью, относятся различно къ влажности, смотря по крупности частицъ и плотности строения. Такъ какъ промежутки между частицами такихъ слоевъ отличаются незначительною капиллярностью, то, находясь среди плотныхъ слоевъ съ большою волосностью, не будутъ сильно дѣйствовать на ихъ влажность. Если такіе слои составляютъ подпочву у вязкихъ тяжелыхъ почвъ, трудно отдающихъ воду, то во влажныхъ климатахъ они не могутъ ослабить сырость верхняго слоя, на которомъ растенія будутъ страдать отъ избытка влажности. Если надъ песчанымъ или мергельнымъ слоемъ находится легкая, рыхлая, проницаемая почва, то въ сухихъ климатахъ такіе слои будутъ содѣйствовать большому высыханію почвы. Хрящъ и гравій, состоящіе изъ угловатыхъ или округленныхъ обломковъ различныхъ минераловъ, обладаютъ полною проницаемостью для воды и слѣдовательно дѣйствуютъ неблагопріятно на влажность почвы. Но если такіе обломки связываются глиною, окисью желѣза или перегноемъ, образуя подобіе брекчій или конгломератовъ, то проницаемость ихъ въ значительной степени понижается и дѣйствіе такихъ образований на влажность будетъ иное и приближается къ дѣйствию орштейновъ и подобныхъ веществъ.

Горныя породы, подстилающія почву, вообще не поглощаютъ воды, слѣдовательно будутъ вліять подобно всемъ непроницаемымъ образованиямъ. Благопріятно или неблагопріятно, въ зависимости отъ рельефа. Но нѣкоторыя породы однако способны всасывать воду вълѣдствіе своей пористости, таковы, наприм., нѣкоторые известняки, какъ мѣль или раковистый известнякъ, а потому почва, лежащая надъ такими породами, особенно на мѣлу, часто высыхаетъ. Присутствіе въ непроницаемой породѣ трещинъ, щелей и т. п. будетъ дѣйствовать на подобіе дренажа, т. е. отводитъ воду изъ верхняго слоя. Торфъ и подобныя ему образования, благодаря присутствію имъ всасывающей способности, дѣйствуютъ различно, смотря по свойствамъ находящагося надъ нимъ слоя. Такъ если надъ торфомъ залегаетъ песчаный слой, то даже во влажномъ климатѣ подобныя образования, всасывая постоянно воду, понижаютъ влажность почвы; если же торфъ подстилаетъ очень вязкія, влагоемкія почвы, то онъ дѣлаетъ ихъ сырыми и холодными. Вредное вліяніе такихъ всасывающихъ образований усиливается въ томъ случаѣ, когда они сами лежатъ на непроницаемомъ слое, такъ какъ въ такомъ положеніи на нихъ будетъ задерживаться большое количество воды.

Вліяніе лѣса на температуру и влажность почвы.

Близость лѣсовъ оказываетъ большое вліяніе на температуру и влажность мѣстности, а также на распредѣленіе и силу господствующихъ вѣтровъ. Это вліяніе заключается въ томъ, что лѣсной воздухъ и лѣсная почва отличаются отъ открытыхъ мѣстъ по своимъ свойствамъ, а потому прилегающія къ лѣсу полевья почвы въ отношеніи тепла и влаги находятся въ большой зависимости отъ распредѣленія ихъ въ лѣсу. Въ настоящее время на основаніи многочисленныхъ наблюденій надъ лѣснымъ воздухомъ и почвою, надо считать вліяніе лѣса на окружающія его мѣста не подлежащимъ сомнѣнію. Для того, чтобы уяснить значеніе лѣса въ этомъ отношеніи, необходимо разсмотрѣть тѣ данныя, которыя показываютъ зависимость климатическихъ условій мѣстности отъ присутствія на ней лѣса, а съ другой стороны отношеніе этого послѣдняго къ почвѣ, такъ какъ то и другое находится въ тѣсной связи.

Наблюденія надъ температурою воздуха въ лѣсу и на открытомъ мѣстѣ близъ него показали, что лѣсной воздухъ вообще холоднѣе, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ. Такъ многолѣтнія наблюденія лѣсныхъ метеорологическихъ станцій въ Баваріи показываютъ слѣдующія среднія температуры:

	Температура воздуха близъ лѣса.	Температура воздуха въ лѣсу на высотѣ 1,5 метъ ра отъ почвы.	Разница	Температура воздуха въ лѣсу подъ кровюю де- ревьевъ.
Годовая	9,76 ⁰	8,79 ⁰		9,39 ⁰
Средняя температура:				
зимы	1,30 ⁰	1,30 ⁰	Разница	+0,20 ⁰
весны	7,91	7,40	"	-0,51
лѣта	16,33	15,21	"	-1,13
осени	6,87	7,17	"	+0,30

Еще яснѣе обнаруживаются свойства лѣсного воздуха, если разсматривать колебанія температуры. При этомъ оказывается, что среднія maximum'ы въ теченіе всего года въ лѣсу бывають ниже, а minimum'ы, напротивъ, выше, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ.

Вообще можно установить тотъ несомнѣнный выводъ, что температура воздуха въ лѣсу бываетъ ниже, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ, не только въ продолженіе всего года, но и по отдѣльнымъ временамъ года. Именно, зимою лѣсной воздухъ нѣсколько теплѣе, чѣмъ на открытомъ мѣстѣ, но разница въ этомъ отношеніи бываетъ не на столько велика, чтобы лѣсу можно было бы приписать значительное вліяніе, такъ какъ въ зависимости отъ дѣйствія вѣтровъ разница въ температурѣ зимы будетъ сильно колебаться, при теплыхъ вѣтрахъ въ сторону минусъ, а при холодныхъ въ сторону плюсъ.

Весною лѣсной воздухъ бываетъ холоднѣе, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ, и колебанія въ температурѣ здѣсь настолько велики, что вліяніе лѣса мо-

жетъ быть вреднымъ для прилетающихъ къ нему птицъ, такъ какъ проходящія изъ лѣса воздушныя теченія будутъ способствовать охлажденію воздуха въ открытомъ мѣстѣ, степень такого охлажденія, при большемъ мѣтѣ температуры, можетъ быть ниже 0°. Лѣтомъ температура воздуха въ лѣсу ниже, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ, и притомъ разница будетъ тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе максимумъ температуры воздуха. Такое различіе въ температурѣ лѣсного воздуха и открытаго мѣста имѣетъ важныя послѣдствія, такъ какъ лѣсъ можетъ умѣрять лѣтнюю жару въ ближайшихъ къ нему мѣстахъ. Наконецъ осенью средняя температура лѣсного воздуха вообще выше, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ.

Изъ сравненія наибольшихъ и наименьшихъ температуръ получаются слѣдующіе выводы: максимумы температуры какъ въ теченіе всего года, такъ и по отдѣльнымъ мѣсяцамъ въ лѣсу всегда меньше, чѣмъ вѣнъ лѣса, и особенно значительная разница наблюдается въ лѣтніе мѣсяцы, наприм. въ июль температура лѣсного воздуха бываетъ на 4,3° ниже, чѣмъ въ полѣ; минимумы температуры воздуха въ лѣсу стоятъ почти въ обратномъ отношеніи съ таковыми же максима, т.-е. въ лѣсу среднія наименьшія температуры почти всегда больше, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ, и точно также лѣтомъ величина минимума въ лѣсу значительнѣе, чѣмъ въ полѣ.

Такимъ образомъ лѣсъ вызываетъ уменьшеніе крайностей температуры воздуха, а лѣтомъ производитъ охлаждающее дѣйствіе, вѣдствіе чего лѣсистыя мѣстности имѣютъ болѣе короткое и прохладное лѣто.

Въ ходѣ суточныхъ температуръ вліяніе лѣса сходно съ годовымъ, т.-е. днемъ температура лѣсного воздуха ниже, а ночью выше, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ. Суточные же максима и минимума лѣсного воздуха обнаруживаютъ большее различіе съ таковыми же открытаго мѣста, иначе говоря, суточная амплитуда лѣсного воздуха бываетъ меньше, чѣмъ въ полѣ. А вѣдствіе этого близость лѣса днемъ понижаетъ температуру полевого воздуха, а ночью содѣйствуетъ его нагрѣванію. Это зависитъ отъ различія въ способности нагрѣванія и лучепусканія воздуха въ лѣсу и въ полѣ: первый, вѣдствіе болѣе высокой влажности, обладаетъ высокою теплоемкостью, а потому труднѣе нагрѣвается, но за то меньше лучепускаетъ, чѣмъ полевой воздухъ. Далѣе имѣетъ вліяніе различіе въ инсоляціи, которая въ лѣсу всегда бываетъ значительно слабѣе, чѣмъ вѣнъ его, а потому и нагрѣваніе воздуха въ лѣсу будетъ меньше.

Наконецъ нельзя упускать изъ виду собственную температуру деревьевъ, которая въ теплое время бываетъ ниже окружающаго воздуха, а въ холодное — выше.

Вліяніе лѣса на влажность мѣстности видно уже изъ того, что въ лѣсномъ воздухѣ абсолютное и относительное содержаніе влаги всегда бываетъ выше, чѣмъ въ полевомъ воздухѣ. Это и понятно, потому что температура въ лѣсу ниже, а уже отъ этого влажность воздуха должна повы-

паться, затѣмъ при одинаковой степени испаренія лѣсной воздухъ будетъ болѣе насыщенъ парами и наконецъ источникъ влажности воздуха въ лѣсу — почва, болѣе постояннѣе, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ. Наблюденія надъ влажностью воздуха въ лѣсу и въ полѣ, производившіяся на баварскихъ станціяхъ, на высотѣ 1,5 метра, однако показали, что абсолютная влажность лѣсного воздуха хотя и выше полевого, но не очень значительно, какъ въ отдѣльныя времена года, такъ и средняя годовая и даже средняя мѣсячная. А вълѣдствіе этого вліяніе лѣса на абсолютную влажность окружающихъ мѣстъ невелико, хотя по причинѣ большей влажности лѣсной почвы слѣдовало бы ждать много результата, но дѣло въ томъ, что испареніе въ лѣсу меньше, а дѣйствіе вѣтра незначительно, а поэтому абсолютная влажность лѣсного воздуха, строго говоря, должна быть еще ниже, чѣмъ внѣ лѣса, но при этомъ имѣетъ вліяніе испареніе листовнаго покрова, которое новышаетъ до известной степени абсолютную влажность лѣсного воздуха. Относительная влажность воздуха въ лѣсу въ продолженіе года и въ отдѣльныя мѣсяца всегда бываетъ выше и разность достигаетъ даже 9,23%, а лѣтомъ она бываетъ гораздо болѣе, чѣмъ въ остальныхъ времена года. При этомъ въ лѣтніе дни также замѣчается сильное различіе между относительною влажностью лѣсного и полевого воздуха (до 11%). Но вообще суточные колебанія относительной влажности лѣсного воздуха значительно меньше, чѣмъ внѣ лѣса, хотя амплитуда въ лѣтніе дни выше, чѣмъ зимою.

Абсолютная влажность въ лѣсу лѣтомъ бываетъ на 0,22 мм. больше при тихой погодѣ, чѣмъ во время вѣтра.

Относительная же влажность лѣсного воздуха подъ кроною деревьевъ и выше въ теченіе сутокъ бываетъ больше, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ.

Такимъ образомъ несомнѣнно влажность лѣсного воздуха бываетъ постоянно выше, чѣмъ полевого, а изъ этого слѣдуетъ, что лѣсъ долженъ содѣйствовать влажности данной мѣстности, особенно лѣтомъ, когда въ открытомъ полѣ воздухъ всегда будетъ суше и когда воздушныя течения изъ лѣса и обратно усиливаются. Поэтому лѣсной воздухъ будетъ увлажнять полевой, вълѣдствіе чего наприм. ночью должно уменьшаться лученепусканіе полевой почвы, которая такимъ образомъ близъ лѣса предохраняется отъ сильнаго охлажденія; на этомъ основаніи лѣсъ долженъ оказывать вліяніе на защиту полей отъ дѣйствія весеннихъ и осеннихъ утренниковъ, такъ какъ лѣсъ служитъ естественною защитой полю отъ вліянія холодныхъ и сухихъ воздушныхъ токовъ, которые, проходя черезъ лѣсъ, нагрѣваются и увлажняются.

По мнѣнію Ганна *), влажный воздухъ уменьшаетъ лученепусканіе, а вмѣстѣ съ тѣмъ и почные морозы, которые бываютъ опасны для растительности въ сухихъ степныхъ климатахъ. Шерлингъ **) указываетъ, что,

*) Zeitschrift für Meteorologie. B. II, S. 26.

**) Sperling: „Die Erzfeinde des Waldes“. Dresden, 1878, S. 4.

вследствие различия температуръ лѣса и открытаго поля, возникающія воздушныя теченія будутъ уравнивать эти температуры, именно весною болѣе низкая температура лѣса будетъ задерживать развитіе растений на прилегающихъ поляхъ и такимъ образомъ предохраняетъ ихъ отъ позднихъ (весеннихъ) морозовъ, осенью же лѣсъ нагреваетъ ночью окрестныя поля и тѣмъ защищаетъ ихъ отъ раннихъ изморозей.

Такъ или иначе, во всякомъ случаѣ совмѣстное дѣйствіе лѣсной температуры и влажности не остается безъ значительнаго вліянія на тепловыя и гидрометрическія отношенія прилегающихъ къ лѣсу полей. Это вліяніе отражается на количествѣ и распредѣленіи атмосферныхъ осадковъ.

По изслѣдованіямъ Эбермайера *), отношеніе осадковъ въ лѣсу и въ полѣ выражается слѣдующимъ образомъ: на 100 част. осадковъ выпадаетъ:

	голое поле.	буковый лѣсъ.	лихтовый лѣсъ.
весна	6,9 мм.	8,00	6,7
лѣто	4,6 "	2,8	2,1
осень	2,8 "	0,9	0,6
зима	7,1 "	7,7	4,7

Отсюда слѣдуетъ, что въ лѣсу выпадаетъ вообще болѣе осадковъ, чѣмъ въ мѣстностяхъ занятыхъ полями, но разница менѣе замѣтна весною и лѣтомъ, т.-е. въ это время лѣса мало содѣйствуютъ увеличенію осадковъ. Зимой въ лѣсахъ, особенно хвойныхъ, сгущается много влаги, которая часто осѣдаетъ въ видѣ обильнаго инея на деревьяхъ. Буссенго указываетъ на обильное осажденіе росы на деревьяхъ, которая въ тропическихъ странахъ выпадаетъ крупными каплями, на подобіе дождя (росяной дождь).

Далѣе, лѣсъ вліяетъ на сохраненіе влаги, которое выражается въ томъ, что лѣсъ умѣряетъ испареніе воды, по причинѣ болѣе низкой температуры лѣсного воздуха и защиты отъ иссушающаго вліянія вѣтровъ; кромѣ того, въ лѣсу накапливается болѣе воды, благодаря болѣе проицаемости и влагоемкости лѣсной почвы, отъ присутствія на ней мертвыхъ и живыхъ растительныхъ покрововъ. Но изъ атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ надъ лѣсомъ, не вся вода поглощается почвою, такъ какъ часть ея стекаетъ съ поверхности въ болѣе низменныя мѣста, часть задерживается кроною деревьевъ, а остальное попадаетъ въ почву. Съ другой стороны, для питанія деревьевъ и испаренія листовнаго покрова, при равныхъ площадяхъ лѣса и открытаго поля, должно потребляться большое количество воды. По вычисленіямъ Эбермайера, деревья задерживаютъ 26% влаги и слѣдовательно до почвы достигаетъ 74%, въ среднемъ же можно принять, что изъ всего количества осадковъ отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{4}$ не попадаетъ въ лѣсную почву. Что касается расхода воды въ лѣсу, то онъ складывается изъ испаренія свободной поверхности и испаряющейся въ лѣсу воды, испаренія изъ почвы и деревьями.

*) Ebermayer: Einfluss des Waldes und der Beständichte auf die Bodenfeuchtigkeit. Wollny: „Forschungen“. В. XII. 1889, S. 147—174.

Количество свободно-испаряющейся воды въ лѣсу, наблюдаемое посредствомъ анометра, бываетъ значительно меньше, чѣмъ въ открытомъ мѣстѣ. Такъ по изслѣдованіямъ Эбермаера оказалось, что испарение воды въ лѣсу меньше, чѣмъ въ полѣ

лѣтомъ на	64,9%
весною „	54,0
осенью „	66,7
зимою „	61,8

Слѣдовательно всего менѣе испаряется воды въ лѣсу лѣтомъ, что зависитъ отъ меньшаго вліянія вѣтра, меньшей инсоляціи, болѣе низкой температуры воздуха и большей относительной его влажности.

Почти тѣ же причины вліяютъ и на уменьшеніе испаренія воды лѣсной почвою, а кромѣ того медленнымъ поднятіемъ воды изъ нижнихъ слоевъ, въ которыхъ она собирается. Такъ наприм., по наблюденіямъ на баварскихъ лѣсныхъ станціяхъ, испарилось въ среднемъ (за 7 мѣсяцевъ):

въ лѣса	40,8	сантим.
въ лѣсу съ листвою	15,9	„
„ „ безъ „	6,2	„

Такъ какъ въ естественномъ состояніи почва въ лѣсу всегда прикрыта опавшими листьями, то испареніе ея почти въ 6½ разъ меньше, чѣмъ въ лѣса.

Наконецъ, поглощеніе и испареніе воды деревьями должно быть весьма значительно, особенно въ густомъ лиственномъ лѣсу. Хотя въ этомъ отношеніи не имѣется много точныхъ данныхъ, тѣмъ не менѣе, имѣя въ виду различіе въ развитіи вегетативныхъ органовъ, потребляющихъ и испаряющихъ воду у лѣсныхъ деревьевъ и полевыхъ растений, надо заключить, что разница въ испареніи въ томъ и другомъ случаѣ должна быть весьма велика. Г. Гартигъ вычислилъ количество испаряющейся въ 24 часа воды, при равныхъ условіяхъ, на 1 квадратный метръ:

свободной поверхности воды	2000	грам.
почвы насыщенной водою	2600	„
почвы густо засѣянной овсомъ	9000	„
квадр. метра поверхности листьевъ бука	210	„
„ „ „ „ дуба	280	„
„ „ „ „ пихты	200	„

На этомъ основаніи Гартигъ считаетъ, что 1.000 деревьевъ, находящихся на площади ¼ гектара въ теченіе 6 мѣсяцевъ или 180 дней вегетаціи, должны испарить количество воды равное высотѣ водяного столба въ среднемъ

лиственные деревья	135,4	миллиметра
хвойныя „	51,4	„

Такимъ образомъ лѣсъ въ этомъ отношеніи дѣйствуетъ менѣе, нежели полевые и луговые травы, которыя испаряютъ больше воды, чѣмъ лѣсныя деревья, получающія ее главнымъ образомъ изъ глубокихъ слоевъ почвы.

Несмотря однако на это, леса не могут произрастать в сухих климатах, потому что лесная растительность потребляет во все время своего существования громадное количество воды. На этом же основании леса, сами по себе не могут давать начало водным источникам, но они имеют громадное значение для поддержания существующих проточных вод, потому что под лесною растительностью почва мало испаряет воды, которая при известных условиях может накапливаться и понести на прилегающую к лесу поля. Такое влияние лесъ оказываетъ именно въ отношеніи запаса зимней влаги. Накапливающейся въ лесу снѣгъ долго не таетъ, такъ какъ онъ защищенъ тамъ отъ прямого нагрѣванія солнцемъ и отъ дѣйствія теплыхъ вѣтровъ, весною же температура лесного воздуха и почвы, покрытой снѣгомъ, очень низка и не можетъ содѣйствовать таянію снѣга, которое происходитъ очень медленно, причемъ почти вся образующаяся вода поглощается почвою, или при известныхъ топографическихъ условияхъ стекаетъ на прилегающую къ лесу поля, которая въслѣдствіе этого могутъ получать влагу тогда, когда полевая почва отъ испаренія потеряла уже много воды. Вліяніе леса въ этомъ отношеніи, повидимому, благотворно.

Извѣстно, что рѣки, ручьи и другіе источники, протекающіе черезъ лесъ въ сухое время года бываютъ полноводнѣе, нежели проточныя воды, находящіяся въ открытыхъ мѣстахъ и не питающіяся снѣговою водою. Лесъ, такимъ образомъ дѣйствуетъ на равномерность уровня проточныхъ водъ, а а несомнѣнно подобное вліяніе должно простираться также на уровень грунтовой воды. Последнее обстоятельство очень важно, такъ какъ въ мѣстностяхъ съ небольшимъ годовымъ количествомъ осадковъ грунтовая вода является существеннымъ источникомъ влаги для почвы. Если леса содѣйствуютъ большому выпаденію дождя и снѣга, если въ лесу, несмотря на громадный расходъ воды деревьями, накапливается большое количество ея, то, при большой проницаемости лесной почвы, количество грунтовой воды и измѣчивость ея уровня въ лесныхъ мѣстностяхъ должны претерпѣвать значительно меньше колебаній, чѣмъ въ безлесныхъ. Въ настоящее время относительно вліянія леса на грунтоваыя воды можно заключать лишь косвенно, такъ какъ почти не имѣется еще прямыхъ наблюденій. Есть факты, показывающіе, что количество грунтовыхъ водъ въ Европѣ подвержено значительнымъ періодическимъ колебаніямъ, въ зависимости отъ распределенія атмосферныхъ осадковъ и испаренія. Насколько въ этихъ колебаніяхъ участвуютъ леса, можно судить косвенно лишь на основаніи вліянія ихъ на влажность мѣста и испареніе. Уменьшеніе влажности мѣстъ идетъ повидимому параллельно съ истребленіемъ лесовъ, хотя, съ другой стороны, такое вліяніе трудно прослѣдить относительно мѣстъ, находящихся подъ совокупнымъ вліяніемъ лесовъ, водныхъ бассейновъ, рельефа и климатическихъ условій. Многіе факты однако указываютъ, что уничтоженіе лесовъ усиливаетъ сухость климата, а разведеніе ихъ содѣйствуетъ его влажности.

Истребленіе лѣсовъ, увеличивая половодье рѣкъ и интенсивность наводненій, также вредно вліяетъ на уровень воды лѣтомъ (въ межень), который значительно понижается, какъ это наблюдается надъ состояніемъ горизонта воды въ рѣкахъ зап. Европы (Дунай и др.), а также у насъ въ Волгѣ, Дибирѣ и пр.

Кромѣ всего этого присутствіе лѣсовъ оказываетъ вліяніе на количество и распредѣленіе грозъ и градовъ, на измѣненіе состава воздуха въ отношеніи содержанія кислорода (озона) и углекислоты, на количество микроорганизмовъ, пылеватыхъ частицъ, — словомъ лѣса, имѣютъ гигиеническое значеніе для данной мѣстности.

Дѣйствіе лѣса на температуру и влажность почвы будетъ завѣсть отъ тѣхъ же причинъ, которыми обуславливается измѣненіе температуры и влажности воздуха.

Вліяніе лѣса на температуру почвы состоитъ въ томъ, что колебанія ея, суточные, мѣсячныя и годовыя, становятся менѣе рѣзкими вѣдствие того, что пронесшіяся изъ лѣса воздушныя теченія умѣряютъ сильное нагрѣваніе и охлажденіе почвы отъ лученепусканія. Именно, лѣтомъ, когда температура лѣсного воздуха днемъ бываетъ ниже, чѣмъ въ открытомъ полѣ, возникающія вѣдствие разности температуръ, теченія будутъ умѣрять сильное нагрѣваніе прилегающей къ лѣсу почвы. Ночью, при повышеніи температуры въ лѣсу, теплое теченіе изъ лѣса будетъ предохранять почву отъ сильнаго лученепусканія. Но близость лѣса, регулируя температуру почвы, въ то же время можетъ оказывать неблагоприятное вліяніе на прилегающія поля въ то время, когда температура полей сильно понижается, какъ это и бываетъ именно раннею весной, когда годовая температура почвы достигаетъ мінимума и когда лѣсной воздухъ тоже сильно охлаждается, какъ видно изъ предыдущаго. Воздушныя теченія, направляясь изъ лѣса въ поле, усиливаютъ охлажденіе полей и даже до того, что въ прилегающихъ къ лѣсу мѣстахъ осаждаются иней и происходитъ вымерзаніе растений. Такое дѣйствіе лѣса въ это время года, а также осенью, будетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ ниже годовая амплитуда почвенной температуры и чѣмъ болѣе разница между температурою полевого и лѣсного воздуха. А эта разница, какъ видно изъ наблюденій баварскихъ станцій, равняется $0_{\text{до}} - 1^{\circ}$, во время же весеннихъ maxima она увеличивается почти до 2° ; при этомъ ясное, безоблачное небо, наклонное положеніе почвы, сильное испареніе, безъ сомнѣнія, еще болѣе содѣйствуютъ вредному дѣйствію лѣса. Зимой лѣсъ можетъ оказать неблагоприятное вліяніе на полевою почву тѣмъ, что усиливаетъ промерзаніе почвы, что именно случается при безснѣжно зимѣ. Далѣе вліяніе холодныхъ и сырыхъ воздушныхъ теченій, выходящихъ изъ лѣса, можетъ вредить растениямъ при наклонномъ положеніи полей, особенно если склонъ сухъ и холоденъ (сѣверные, сѣверо-восточные склоны), присутствіе лѣса у подножья склона можетъ увеличивать неблагоприятное положеніе

почвы въ отношеніи нагрѣванія. Низменности, покрытыя лѣсомъ и полями, особенно съ тяжелою влагоемкою почвою, страдаютъ отъ присутствія лѣса по причинѣ плохого освѣщенія, нагрѣванія и заболачиванія почвы. Въ климатахъ жаркихъ и сухихъ, на обширныхъ песчаныхъ равнинахъ, при южномъ положеніи, присутствіе и даже искусственное разведеніе лѣса по возвышеннымъ мѣстамъ, или по окраинамъ представляетъ, напротивъ, дѣйствительное средство къ улучшенію продуктивности почвы. Въ степяхъ, вообще въ мѣстахъ открытыхъ дѣйствію господствующихъ вѣтровъ, присутствіе лѣса является защитою почвы и отражается благотворно какъ на ея температурѣ, такъ и на отношеніяхъ къ влажности. Такимъ образомъ присутствіе лѣсовъ, въ дѣйствіе ихъ отличительныхъ физическихъ свойствъ можетъ дѣйствовать различно на прилежація поля, смотря по климатическимъ условіямъ, топографическому положенію и свойствамъ полевой почвы. А потому нельзя обобщать значеніе лѣса и сохранять его тамъ, гдѣ уничтоженіе можетъ быть выгоднѣе для производительности полевой почвы, не говоря о томъ, что расчистка лѣса можетъ быть вызвана недостаткомъ удобныхъ для земледѣлія земельныхъ пространствъ. Въ большинствѣ случаевъ въ низменностяхъ свойства почвы улучшаются отъ удаленія лѣса, на возвышенныхъ же мѣстахъ, напротивъ, вліяніе лѣса весьма важно и потому ихъ необходимо сохранять и даже разводить. Горные склоны, пригодные для земледѣлія, въ большинствѣ случаевъ должны быть облѣсены, въ мѣстностяхъ, въ которыхъ лѣсъ служитъ защитою отъ вѣтровъ, снѣжныхъ нескоекъ и т. п., необходимо тщательно заботиться о сохраненіи лѣсныхъ площадей. Вообще у насъ въ средней, восточной и степной полосѣ имѣется много основаній для сбереженія и возобновленія лѣсовъ.

Отношенія лѣсной почвы къ теплотѣ и влажности также отличны отъ полевой, какъ и подобныя же отношенія между лѣснымъ и полевымъ воздухомъ. Почва, покрытая лѣсомъ, въ дѣйствіе большей влажности, отличается высокою теплоемкостью, а потому вообще медленнѣе нагрѣвается, чѣмъ полевая, но зато претерпѣваетъ менѣе значительныя колебанія въ температурѣ, которая становится поэтому болѣе равномерной, чѣмъ на полѣ. Но при этомъ надо имѣть въ виду, что лѣсная почва почти всегда покрыта двойнымъ растительнымъ покровомъ, именно мертвымъ, въ видѣ опавшей листвы, сучьевъ и т. п., и живымъ, въ видѣ травянистыхъ и древесныхъ растений, тогда какъ полевая почва бываетъ или ничѣмъ не покрыта, или занята травянистыми растениями. Выше же было указано дѣйствіе растительныхъ покрововъ на ходъ почвенной температуры, а потому результаты наблюденій должны быть сравниваемы при одинаковыхъ условіяхъ отъиенія, различіе же, происходящее при этомъ, будетъ обуславливаться разнымъ дѣйствіемъ покрововъ на нагрѣваніе, а не однимъ различіемъ въ отношеніи самой почвы къ теплотѣ.

Вліяніе лѣса на температуру почвы въ общемъ сводится къ тому, что

лѣсная почва, разрыхленная корнями растений, покрытая слоем опавшихъ листьевъ, затѣненная травами или деревьями и болѣе влажная, медленно нагревается солнечными лучами, а нагрѣвшись, медленно охлаждается, поэтому средняя годовая температура лѣсной почвы будетъ ниже полевой и амплитуды значительно меньше, чѣмъ въ полѣ. Разность же почвенныхъ температуръ въ лѣсу и въ полѣ въ теченіе теплаго времени бываетъ весьма велика, зимою же она уменьшается. Слѣдовательно лѣсъ оказываетъ умѣряющее дѣйствіе на температуру почвы и даже еще больше, чѣмъ на температуру воздуха.

Но ближайшее вліяніе его будетъ различно, смотря по роду деревьевъ и свойствамъ покрововъ. Въ густомъ, сильно олиственномъ лѣсу нагрѣваніе почвы лѣтомъ происходитъ гораздо труднѣе, чѣмъ въ хвойномъ, а также подъ мхомъ и дерниною.

Вліяніе это менѣе значительно зимою, но все-таки и здѣсь хвойный лѣсъ лучше защищаетъ почву отъ сильнаго охлажденія, чѣмъ все остальные покровы, исключая мохового. Крайности температуры въ лѣсной почвѣ уменьшаются съ глубиною и вообще менѣе значительны, чѣмъ въ открытомъ полѣ, точно также среднія годовыя колебанія, т.-е. разница между наиболѣе теплымъ и наиболѣе холоднымъ временемъ, наприм.

почва.	средняя температура		разница.
	мѣсяца.		
	теплаго.	холоднаго.	
открытаго поля	19,95	0,15	20,10
подъ дерниною	19,33	0,09	19,47
„ мохомъ	19,71	0,41	19,30
„ букомъ	18,33	0,13	18,20
„ пихтою	18,20	0,21	17,99

Иначе говоря, возрастаніе температуры будетъ наибольшее въ открытомъ полѣ, менѣе подъ дерниною и мхомъ и еще слабѣе подъ буковымъ и пихтовымъ лѣсомъ, при этомъ наибольшія различія (максимум и минимум) наблюдаются въ самыхъ верхнихъ слояхъ, а съ увеличеніемъ глубины, приблизительно съ 50 сантиметровъ, они становятся менѣе замѣтными, а промерзаніе лѣсной почвы идетъ до меньшей глубины, нежели полевой.

Суточный ходъ температуры почвы на одной и той же глубинѣ и на поверхности показываетъ, что различія въ лѣсу менѣе существенны, чѣмъ въ открытомъ полѣ. Охлажденіе почвы въ лѣсу для всехъ слоевъ въ среднемъ простирается до 1,4—3,3°, для верхнихъ и нижнихъ слоевъ разница въ нагрѣваніи бываетъ не выше 1,6°, между тѣмъ какъ въ открытомъ полѣ она простирается до 2,6°.

Вліяніе мертваго покрова въ лѣсу, какъ то: опавшихъ листьевъ и хвои, мелкихъ сучьевъ, засохшихъ травянистыхъ растений, отмершаго корневого войлока, мха и т. п. въ общемъ тоже, что и деревьевъ, именно мертвый покровъ препятствуетъ прямому дѣйствію солнечныхъ лучей на поверхность

почвы, а вследствие своей рыхлости содержитъ воздухъ и потому плохо проводитъ теплоту, а кромѣ того, отличаюсь особенностью задерживать много воды, имѣеть высокую теплоемкость, отчего трудно нагревается. По всемъ этимъ причинамъ почва, покрытая различными растительными остатками, въ теплое время года будетъ холоднѣе, а зимою теплѣе, чѣмъ голая. Максимъ температуры голой почвы бываетъ также выше, а минимумъ ниже, чѣмъ у покрытой, но эти отношенія въ колебаніяхъ температуры будутъ существенно зависѣть отъ толщины покрова. Именно чѣмъ толще слой лѣснаго покрова, тѣмъ хуже происходитъ нагреваніе и охлажденіе и тѣмъ интенсивнѣе обнаруживается различіе въ температурѣ между покрытою и голою почвой. Кромѣ того влияніе мертваго покрова будетъ зависѣть и отъ свойствъ древесныхъ насажденій, подъ которыми онъ лежитъ, именно въ густомъ сомкнутомъ насажденіи (лиственномъ и хвойномъ), вследствие увеличенія отѣненія влияніе покрова будетъ рѣзче, нежели въ изрѣженномъ, въ лиственномъ сплывѣ, чѣмъ въ хвойномъ.

Вліяніе лѣса на влажность почвы, именно на ея влагоемкость, испареніе и проницаемость, обуславливается физическими отношеніями лѣса къ влажности воздуха, а кромѣ того особенностями въ поглощеніи и расходѣ воды, зависящими отъ свойствъ почвы и отѣняющихъ ее покрововъ. Такъ какъ влажность воздуха въ лѣсу всегда выше и количество выпадающихъ надъ лѣсомъ осадковъ больше, чѣмъ въ открытомъ полѣ, то вследствие этого лѣсная почва болѣе обезпечена влагою, чѣмъ полевая; кромѣ того, медленное таяніе снѣга въ лѣсу также содѣйствуетъ накопленію почвенной влаги. Присутствіе растительнаго покрова усиливаетъ поглощеніе воды, такъ наприм. лѣгомъ въ лѣсную почву попадаетъ приблизительно въ 3 раза больше осадковъ, чѣмъ въ полевую почву, лишенную такого покрова. Но вліяніе лѣса и почвеннаго покрова простирается главнымъ образомъ лишь на верхній слой (не глубже двухъ футовъ), слѣдствіемъ этого является то, что на свѣжесъ лѣсномъ грунтѣ, богатомъ органическими веществами и влагою, развиваются такія растенія, какъ грибы, мхи, плауны, папоротники, орхидныя, аронныя и т. п., а по мѣрѣ высыханія верхняго слоя эта растительность исчезаетъ.

Исслѣдованія показываютъ, что лѣсная почва содержитъ именно въ верхнихъ слояхъ больше влаги, но не въ нижнихъ, такъ какъ деревья своими безчисленными корневыми развѣтвленіями высасываютъ изъ нижнихъ слоевъ такое количество воды, которое всегда бываетъ больше чѣмъ, у полевой почвы на той же глубинѣ, отчего послѣдняя въ нижнихъ слояхъ бываетъ влажнѣе, а въ верхнихъ суше лѣсной. Существенное отличіе лѣсной почвы отъ полевой состоитъ собственно въ томъ, что она мало теряетъ воды въ верхнемъ слой отъ испаренія, но влагоемкость ея уменьшается съ глубиною, а у полевой она увеличивается, но это различіе обуславливается возрастомъ насажденія и въ старомъ лѣсу

содержаніе воды въ глубокихъ слояхъ приближается къ полевой почвѣ. Съ другой стороны, влагоемкость верхняго слоя почвы зависитъ отъ содержанія въ немъ перегноя, свойствъ растительнаго покрова и его толщины. Такъ наприм., по изслѣдованіямъ Вольни *), содержаніе въ объемныхъ процентахъ за лѣтній періодъ было:

въ голой почвѣ.	покрытой почвѣ.	покрытой хвоєю толщиною.		дубовымъ лист.		буков. лист.		мхомъ.	
		2,5 сант.	5 сант.	2,5 сант.	5 сант.	2,5 с.	5 с.	2,5 с.	5 с.
17,99 ⁰ / ₀	19,10	28,22	19,22	26,51	19,71	27,71	20,31	20,71	

т.-е. покрытая почва замѣтно влажнѣе голой (при одинаковыхъ свойствахъ) и влагоемкость ея увеличивается съ толщиною покрова до извѣстнаго предѣла (5 сантиметровъ), за которымъ она остается постоянною; при этомъ различные покровы имѣютъ не одинаковое вліяніе на содержаніе влаги.

Количество атмосферныхъ осадковъ, получаемыхъ почвою, весьма измѣняется подъ вліяніемъ лѣса; такъ, по опредѣленіямъ Эбермаера, почва богатая перегноемъ получаетъ изъ дождя слѣдующее количество воды въ миллиметрахъ:

	количество дож- дл въ мм.	подъ букомъ (6 лѣтъ).	пихтою (6 лѣтъ):	мхомъ.	голое поле.
весна	156,98	12,65	10,32	16,96	10,93
лѣто	560,22	15,89	12,09	31,60	26,13
осень	114,45	1,12	0,76	7,17	3,27
зима	126,30	9,73	5,93	11,10	9,08
изъ общ. коли- чества осадковъ	957,95	39,39	29,31	67,14	49,10
или въ ‰		4,1 ⁰ / ₀	3,0 ⁰ / ₀	7 ⁰ / ₀	5,1 ⁰ / ₀

Такимъ образомъ менѣе всего попадаетъ дождевой воды въ почву подъ лѣсомъ, а болѣе всего въ покрытую мхомъ и голую; повидимому, крона деревьевъ представляетъ препятствіе для проникновенія дождя въ почву и тѣмъ болѣе, чѣмъ гуще и сомкнутѣе насажденіе. Но, съ другой стороны, количество поступающей въ почву воды обуславливается также ея проицаемостью. Изслѣдованія Эбермаера, посредствомъ устроенныхъ имъ лизиметровъ, показали, что лѣсная почва способна пропускать лѣтомъ въ 3—4 раза болѣе воды, чѣмъ полевая,—за годъ на глубину 2 футовъ въ лѣсную проникаетъ около трехъ четвертей, а въ полевую около половины всей дождевой воды.

Что касается потери воды чрезъ испареніе изъ почвы, то лѣсъ, какъ выше сказано, дѣйствуетъ въ этомъ отношеніи не сильнѣе полевой растительности. По наблюденіямъ Рислера **), оно даже менѣе значительно, чѣмъ

*) Forschungen. В. XIII. 1890. S. 134—184.

**) Biedermann. Zentralblatt 1872, S. 160.

у полевой растительности, онъ именно панель, что среднее суточное испареніе, выраженное въ миллиметрахъ, простирается:

у люцерны	3,4—7,0	мм.
„ пшеницы	2,7—2,8	„
„ ржи . . .	2,26	„
„ картофеля	0,74—1,4	„
„ дуба . . .	0,5—1,1	„
„ ели . . .	0,5—1	„

Поэтому Ридлеръ заключаетъ, что одинъ гектаръ лѣса испаряетъ больше воды въ сравненіи съ голымъ полемъ, но приблизительно въ 3 раза меньше, чѣмъ гектаръ кормовыхъ травъ (люцерны, клевера, луга), при одинаковой густотѣ стоянія. Во всякомъ случаѣ лѣсъ не оказываетъ специфическаго иссушающаго вліянія на почву. Если же принять во вниманіе, что лѣсная почва закрыта растительнымъ покровомъ, который ослабляетъ испареніе, то лѣсъ больше долженъ содѣйствовать сохраненію влаги въ почвѣ сравнительно съ тѣми условіями, въ какихъ находитесь полевая почва.

Вліяніе водныхъ бассейновъ на почву.

Извѣстно, что температура и влажность воздуха измѣняются по мѣрѣ приближенія къ воднымъ бассейнамъ, именно средняя температура воздуха въ мѣстахъ, лежащихъ въ одной и той же широтѣ, но близъ морей и океановъ бываетъ ниже, чѣмъ внутри континента, влажность воздуха напротивъ увеличивается по мѣрѣ приближенія къ морю. Это объясняется тѣмъ, что вода нагревается труднѣе, чѣмъ суша, по причинѣ высокой теплоемкости, а потому медленнѣе охлаждается, влѣдствіе этого въ прибрежныхъ мѣстахъ водные бассейны поглощаютъ значительную часть солнечной теплоты. Съ другой стороны, испареніе воды, при которомъ поглощается тепло, содѣйствуетъ увеличенію влажности воздуха, но дѣлаетъ его холоднѣе, чѣмъ въ мѣстахъ удаленныхъ отъ водныхъ бассейновъ. Кромѣ всего этого водные бассейны измѣняютъ направленіе и свойства вѣтровъ, а слѣдовательно температуру и влажность воздуха.

Все это достаточно объясняетъ различіе между климатическими условіями мѣстностей, лежащихъ близъ морей, океановъ, озеръ и пр. и континентальныхъ и вліяніе ихъ на климатъ, который уже давно привыкли раздѣлять на морскую и континентальный. Температура воздуха и его влажность близъ морей бываетъ равномернѣе, чѣмъ внутри материка, гдѣ она подвержена значительнымъ колебаніямъ. На островахъ и прибрежныхъ мѣстахъ лѣто бываетъ прохладнѣе, а зима теплѣе, днемъ температура бываетъ ниже, а ночью выше, чѣмъ внутри континента. Въ Европѣ, наприм., годовой ходъ абсолютной и относительной влажности находится въ соответствіи съ колебаніями температуры, именно въ хо-

лодное время года абсолютная влажность уменьшается, относительная увеличивается, в теплое же время наоборот. По мѣрѣ удаленія отъ моря увеличиваются колебанія, наприм. въ Нерчинскѣ колебанія абсолютной влажности равняются $11 - 0.3 = 10.3$ мм, а на берегу Норвегін, въ Судеснесѣ, эти колебанія только $10 - 5 = 5$ мм. Вообще, по мѣрѣ удаленія отъ моря, съ запада на востокъ, количество водяныхъ паровъ понижается, такъ какъ въ Европѣ влажность воздуха зависитъ отъ вліянія юго-западныхъ вѣтровъ, дующихъ изъ Атлантическаго океана.

Въ зависимости отъ различія въ содержаніи водяныхъ паровъ въ воздухѣ подѣ вліяніемъ водяныхъ бассейновъ измѣняется количество и распределеніе атмосферныхъ осадковъ, которое убываетъ по мѣрѣ удаленія отъ океана на востокъ и отчасти на сѣверъ. Въ послѣднемъ случаѣ особенно сильное убываніе осадковъ наблюдается у самыхъ береговъ океана, такъ наприм. въ Норвегін на протяженіи 200—300 верстъ отъ берега количество дождя уменьшается вдвое. Число облачныхъ дней и интенсивность облачности, какъ извѣстно, также зависятъ отъ водныхъ бассейновъ: такъ наиболѣе густыя облака и больше облачныхъ дней бываетъ по берегамъ морей, большихъ озеръ и болотъ, въ рѣчныхъ долинахъ и т. п., а потому и вѣроятность дождя въ такихъ мѣстахъ увеличивается.

Такимъ образомъ вліяніе водныхъ бассейновъ, понижая температуру и повышая влажность воздуха, должно быть значительнымъ и по отношенію къ почвѣ, лежащей въ районѣ дѣйствія водныхъ бассейновъ. Велѣдствіе неравномѣрности въ нагрѣваніи воды и суши между ними существуютъ постоянныя и правильныя воздушныя теченія. Такъ днемъ, когда воздухъ надъ поверхностью земли бываетъ теплѣе, а надъ моремъ холоднѣе, возникаетъ воздушное теченіе съ моря на сушу (морская бриза), ночью же, когда суша охлаждается сильнѣе моря, а вмѣстѣ съ нею и слои воздуха, происходитъ обратный вѣтеръ, съ берега на море (береговая бриза). А велѣдствіе этого температура почвы прибрежнаго мѣста днемъ будетъ понижаться, а ночью повышаться, что часто и наблюдается. То же явленіе замѣчено и по временамъ года, именно зимою на прибрежныхъ мѣстахъ температура почвы бываетъ ниже, чѣмъ температура воды. Господствующіе вѣтры, проходя надъ водными бассейнами, обогащаются влажностью и приобрѣтаютъ температуру морского воздуха, а потому, переходя на сушу, будутъ содѣйствовать увлажненію и охлажденію почвы; такое вліяніе бываетъ особенно ощутительно лѣтомъ, когда прибрежныя мѣста оказываются всегда влажнѣе и холоднѣе почвъ, лежащихъ внутри материка. Это явленіе сильно обнаруживается на островахъ, такъ наприм. въ Англіи и на Иѣменкомъ морѣ, гдѣ лѣтомъ вѣтры, дующіе съ моря, бываютъ холоднѣе почвы, а зимою, напротивъ, теплѣе, температура почвы отличается большею равномѣрностью, ибо разниа между maximum и minimum температуры не можетъ быть тамъ такъ значительна, какъ у почвъ континентальныхъ.

Точно также влажность морского воздуха не остается безъ влияния на почву, такъ какъ водные бассейны способствуютъ выпаденію болѣе обильныхъ осадковъ, чѣмъ далѣе отъ моря. А вълѣдствіе этого почвы острововъ и прибрежныхъ мѣстъ будутъ отличаться обильемъ влаги, а поэтому тамъ почвы глинистыя и перегнойныя часто страдаютъ отъ сырости и заболачиванія, напротивъ мелкія и сухія почвы по той же причинѣ становятся болѣе производительными и улучшаются въ своихъ физическихъ свойствахъ (связности, нагрѣваемости и пр.). Далѣе водные бассейны оказываютъ значительное дѣйствіе на уровень грунтовой воды въ почвѣ, содержаніе которой вблизи морей, рѣкъ, озеръ и пр. должно увеличиваться. Вода поступаетъ въ прибрежную почву отчасти просачиваніемъ снизу въ силу волосности, отчасти при затопленіи береговой почвы сверху, и опускается, смотря по проницаемости почвы и ея наслоненіямъ, на большую или меньшую глубину. Но количество собирающейся въ нижнихъ слояхъ воды въ этихъ случаяхъ будетъ зависетьъ отъ положенія непроницаемаго слоя и разности въ высотѣ уровня воды въ бассейнѣ и въ глубинѣ этого слоя. Если слой, на которомъ собирается грунтовая вода, лежитъ выше, чѣмъ уровень воды въ бассейнѣ, то количество грунтовой воды не увеличится отъ близости воднаго бассейна, а можетъ даже произойти обратное стеканіе грунтовой воды, а также верховой изъ почвы въ озеро или въ рѣку, что именно случается при наклонномъ положеніи нижнихъ слоевъ почвы. Тамъ же, гдѣ непроницаемый слой лежитъ ниже уровня воды въ бассейнѣ, какъ это часто бываетъ по берегамъ рѣкъ, количество грунтовой воды увеличивается и уровень ея повышается на столько, что она нажимаетъ на поверхность и, смотря по физическимъ свойствамъ почвы, можетъ превратить ее въ болото. Въ долинахъ рѣкъ, въ равнинахъ, лежащихъ низко относительно уровня моря, поэтому часто бываютъ наводненія, которыя при періодическомъ поднятіи воды въ бассейнѣ и частой повторяемости ведутъ къ заболачиванію почвы, покрывающейся различными болотными растеніями. Затопляющая мѣстность вода приноситъ съ собою песокъ, илъ и другія вещества, застываетъ и осаждастъ мало-помалу эти частицы на дно, вълѣдствіе чего на такомъ болотистомъ пространствѣ, вмѣстѣ съ отмирающими растительными частями, съ теченіемъ времени образуется богатая перегноемъ почва, напоминающая по своимъ свойствамъ торфъ, но отличающаяся отъ него главнымъ образомъ большимъ содержаніемъ минеральныхъ веществъ. Вълѣдствіе постоянного испаренія воды и усиливающагося гніенія такія болотистыя мѣста отличаются очень сырýmъ и холоднымъ климатомъ, а вълѣдствіе образованія мѣзмовъ и нездоровымъ.

Близость морей, рѣкъ и даже небольшихъ источниковъ выражается еще въ различныхъ явленіяхъ, имѣющихъ своимъ конечнымъ результатомъ измѣненіе рельефа мѣстности, вълѣдствіе образованія такъ называемыхъ оползней, обваловъ, проваловъ, овраговъ и балокъ, осадковъ (новообразованій).

Далѣе подъ дѣйствіемъ морской воды образуются часто солончаки, т.-е. почвы, сильно пропитанныя солями, свойственными морской водѣ. Дѣятельность рѣкъ, озеръ и морей можетъ вырваться наконецъ въ образованіи дюнь.

Оползни представляютъ верхніе слои почвы и подстилающихъ ее образований, которые сдвинуты дѣйствіемъ воды съ мѣста первоначальнаго ихъ нахождения. Такъ по берегамъ многихъ рѣкъ (наприм. Волги, Дона, Невы), состоящихъ изъ глинистыхъ породъ, вода, стекающая по склону, размягчаетъ глинистые слои на столько, что они, теряя связь, сползаютъ внизъ, вмѣстѣ съ находящимся на нихъ растительнымъ покровомъ, который разрывается на части и пропадаетъ.

Въ мѣстахъ гористыхъ и по берегамъ рѣкъ и морей вѣдствие подмыванія прибрежныхъ слоевъ пронесодитъ обвалы. Въ первомъ случаѣ обвалы являются слѣдствіемъ размывающаго дѣйствія дождей, по берегамъ же рѣкъ и морей они пронесодитъ отъ вліянія сильнаго течения, измѣняющагося русла, прибоа волнь и т. и.

Провалы образуются также вѣдствие подмыванія и выщелачиванія водою нижнихъ слоевъ почвы, содержащихъ растворимыя вещества, или отъ особаго отношенія такихъ слоевъ къ водѣ: такъ наприм., если слой состоитъ изъ глины, то она подъ вліяніемъ воды будетъ набухать и увеличиваясь при этомъ въ объемъ, приподнимаетъ лежаще надъ нею слои. При дальнѣйшемъ подмываніи глина будетъ все болѣе размягчаться и наконецъ можетъ быть совсѣмъ вымыта, вѣдствие чего произойдетъ осѣданіе всѣхъ, бывшихъ надъ глиною, слоевъ, или провалъ. Такие провалы, часто наблюдаемые даже на высокихъ мѣстахъ, принимаютъ иногда совершенно правильную воронковидную или котловидную форму.

Очень обыкновенное слѣдствіе размывающаго дѣйствія воды на почву представляютъ овраги и балки. Овраги образуются болшею частью по направлению къ верховьямъ рѣкъ и часто развѣтвляются на множество мелкихъ отроговъ, поэтому благоприятствующими условіями для существованія овраговъ являются: склонъ мѣстности, измѣняющееся русло рѣки и уровень ея воды. Вѣдствие этого на покатыхъ равнинахъ, съ легко размывающеюся почвою (наприм. суглинокъ, лёсъ и т. и.), при быстромъ теченіи рѣки и ея притоковъ, ручейковъ, образуется всего болѣе овраговъ, иногда очень глубокихъ (до 200—300 сажень). Таковы овраги наприм. въ средней полосѣ Россіи, расположенныя по водораздѣламъ большихъ рѣкъ, таковы же многочисленныя балки, встрѣчающіяся въ южной степной полосѣ, по направлению къ Черному морю.

По наблюденіямъ проф. Докучаева, балки въ южной Россіи имѣютъ двойственный характеръ, именно одиѣ изъ нихъ образуютъ широкое дно съ очень пологими скатами, незаметно сливающимися со степью, другія же похожи на овраги по своимъ крутымъ, обрывистымъ берегамъ. Въ балкахъ послѣдняго типа встрѣчаются часто ключи, а по берегамъ лѣсныя поросли.

Почва этой мѣстности состоитъ изъ рыхлаго, мѣстами очень тонкаго, слоя чернозема, залегающаго на суглинкѣ, содержащемъ известь (лѣссы), а потому легко размывается водою, которая весной стремится по трещинамъ и ложбинамъ, находящимся на поверхности, и отмучиваетъ частицы почвы, унося при сильномъ теченіи и большой массѣ движущейся воды даже песчаныя и вообще крупныя зерна. Разъ началось такое размываніе, то русло потока расширяется и углубляется, проекождаютъ обвалы и сползаніе боковъ и образуется балка или оврагъ различной глубины, которая со временемъ можетъ быть весьма значительна. Такіе овраги и балки, измѣняя рельефъ мѣстности и сокращая своимъ присутствіемъ плодотворную площадь, оказываютъ вредное вліяніе въ климатическомъ отношеніи, ибо, являясь естественными путями для стеканія снѣговой и дождевой воды, способствуютъ быстрому удаленію, весной и лѣтомъ, атмосферной воды, которая не попадаетъ въ дѣйствіе этого въ почву. Кроме того измѣняющіеся изъ года въ годъ величина и форма овраговъ (разтѣданіе овраговъ) приносятъ очевидно большой ущербъ цѣлости расположенныхъ близъ нихъ угодій, а потому требуютъ радикальныхъ мѣръ для укрѣпленія овраговъ и задержанія уносимой ими воды (облѣсеніе, запруживаніе и т. п.).

Дѣйствіе морской и рѣчной воды проявляется далѣе въ образованіи наносныхъ почвъ, въ дѣйствіе отложенія песчаныхъ и иловатыхъ частицъ на берегахъ или въ устьяхъ рѣкъ (дельты). Такіе осадки или наносы, обязанные своимъ происхожденіемъ воднымъ бассейнамъ, представляютъ часто весьма плодородныя почвы.

Отложеніе такихъ осадковъ находится въ зависности отъ русла, по которому движется рѣка, скорости ея теченія и веществамъ взмученнымъ въ водѣ, поэтому рѣки, текуція по каменистому плотному руслу, мало образуютъ береговыхъ осадковъ; вліяніе скорости теченія понятно изъ того, что при быстромъ движеніи воды не можетъ происходить осажденіе взмученныхъ частицъ и поэтому только тамъ, гдѣ скорость теченія наименьшая, какъ наприм. въ устьяхъ рѣкъ, замѣчаются обильные наносы.

Наконецъ, смотря по свойствамъ воды, такіе осадки могутъ быть песчаные, иловатые, глинистые, а если водою приносятся растительные остатки, то такія отложенія могутъ дать перегнойную почву. Морскіе наносы точно также могутъ быть весьма разнообразны, смотря по тому, гдѣ они отлагаются, по берегамъ моря, или близъ впаденія рѣкъ, слѣдовательно при совмѣстномъ участіи рѣчной и морской воды, или подъ дѣйствіемъ одного только моря. Въ послѣднемъ случаѣ проекодящія образованія часто отличаются вредными свойствами. Таковы именно солончаки, образованіе коихъ такъ или иначе связано съ вліяніемъ морской воды. Въ прикаспійскихъ и черноморскихъ степяхъ существуетъ множество отдѣленныхъ отъ моря участковъ или соленыхъ озеръ, вода которыхъ, испаряясь, мало-помалу сгущается и даетъ начало отложеніямъ поваренной соли. Но вмѣстѣ съ тѣмъ

окрестная почва, вследствие просачивания въ нее морской воды, пропитывается солями и приобретаетъ особенныя физическія свойства, покрывается своеобразною растительностью, — словомъ, представляетъ солончакъ. Почва такого солончака содержитъ соли, бывшія въ растворенномъ состояніи въ морской водѣ, но одиѣ изъ этихъ солей при просачиваніи въ почву ею задерживаются и дѣлаются нерастворимыми (наприм. соли калия), другія же, какъ наприм. хлористый, сернокислый натръ, легко выщелачиваются изъ почвы и переходятъ въ грунтовую воду, что часто замѣчается въ колодцахъ, ключахъ и ручейкахъ, вода которыхъ приобретаетъ горько соленый вкусъ. Однако не все солончаки или почвы, содержащія большое количество растворимыхъ солей, обязаны своимъ происхожденіемъ морской водѣ; есть и такія, которыя находятся въ мѣстахъ совершенно удаленныхъ отъ моря, следовательно образуются безъ непосредственнаго вліянія послѣдняго.

Наконецъ къ числу распространенныхъ образований, происходящихъ близъ водныхъ бассейновъ, относятся дюны. Дюны представляютъ скопленія песку въ бережьяхъ морей, рѣкъ и даже озеръ, образовавшіяся отъ совокупнаго участія воды и вѣтра. Именно вода, отлагая по берегамъ песчаный матеріалъ, способствуетъ такимъ образомъ возвышенію берега, а такъ какъ такія возвышенія открыты для дѣйствія вѣтра, то они легко разносятся послѣднимъ дальше отъ береговъ и отлагаются въ видѣ удлиненныхъ, прямыхъ или изогнутыхъ, валовъ, склоновъ, холмовъ и т. п. По мѣсту происхожденія дюны могутъ быть морскими, рѣчными и озерными, а если они возникаютъ дальше отъ берега, внутри материка, то имъ можно дать названіе континентальныхъ. Морскія дюны очень распространены по берегамъ Балтійскаго и Нѣмецкаго морей, наприм. у насъ въ Петербургской губ. и въ Прибалтійскомъ краѣ, далѣе въ Сѣв. Германіи, Голландіи, во Франціи (ланды) и пр. Рѣчныя дюны образуются на отлогихъ берегахъ рѣкъ, наприм. по Волгѣ, Окѣ, Зап. и Сѣв. Движѣ и т. д. По берегамъ Ладожскаго и Онежскаго озера наблюдаются многочисленныя озерныя дюны. Континентальныя дюны или сыпучіе пески, обязанныя своимъ существованіемъ главнымъ образомъ дѣйствію вѣтра, встрѣчаются во многихъ мѣстахъ, образуя или обнириыя возвышенныя равнины и бугры, или холмы подковообразной формы, извѣстныя въ восточныхъ степяхъ подъ именемъ бархановъ.

Вліяніе снѣжнаго покрова на почву.

Къ числу случайныхъ причинъ, измѣняющихъ отношенія почвы къ теплотѣ и влажности, относятся различныя естественныя и искусственныя покровы. Значеніе такихъ покрововъ, какъ растенія, различныя растительныя остатки, наприм. солома, листва, дернина, опилки и т. п., было указано выше. Здѣсь необходимо разсмотрѣть вліяніе снѣжнаго покрова, который у насъ въ Россіи имѣетъ не мало важное значеніе, такъ какъ достигаетъ час-

то значительной толщины и долго лежит (до 5—7 месяцев) на поверхности почвы.

Дѣйствіе снѣжнаго покрова можетъ быть двойное: во-первыхъ, обладая плохую теплопроводностью, снѣгъ оказываетъ влияние на ходъ температуры, покрываемой имъ почвы; во-вторыхъ, образуемая отъ таянія снѣга вода можетъ поступать въ почву, а кромѣ того снѣгъ дѣйствуетъ на структурныя отношенія почвы, на растительность, ее покрывающую и т. п.

Вліяніе снѣга на почвенную температуру состоитъ въ томъ, что онъ предохраняетъ почву отъ сильнаго лученепусканія, или вѣрнѣе задерживаетъ отражаемое почвою тепло и, будучи мало теплопроводенъ, не отдаетъ его атмосферному воздуху. Но такое вліяніе снѣга будетъ неодинаково, смотря по толщинѣ снѣжнаго покрова, его плотности и строенію. Изслѣдованія Гьельстрема*) показываютъ, что среднія температуры въ теченіи сутокъ на различной глубинѣ снѣжнаго покрова (въ мартѣ мѣсяцѣ) были:

толщина снѣга.	средняя температура снѣга.
1 сантим.	11,0 ⁰
11 "	8,3
21 "	5,2
31 "	2,7

Принимая во вниманіе три послѣднія температуры, Гьельстремъ вычисляетъ теплопроводность снѣга приблизительно въ 0,0301, т.-е. слой снѣга въ 1 сантиметръ толщиною, на пространствѣ 1 квадратнаго сантиметра, проводитъ въ минуту только 0,0301 единицы теплоты. Если сравнить теплопроводность другихъ веществъ, то оказывается, что снѣгъ проводитъ тепло почти въ семь разъ хуже, чѣмъ влажный воздухъ. Но она измѣняется, смотря по тому, какъ лежитъ снѣгъ, плотно или рыхло, и какимъ строеніемъ онъ обладаетъ. Такъ теплопроводность рыхлаго снѣга меньше, нежели уплотнишагося; замѣчено также, что величина и форма снѣжинокъ, отъ которыхъ зависитъ количество находящагося въ снѣгу воздуха, измѣняетъ теплопроводность, наприм. пористые кристаллики снѣга хуже проводятъ тепло, нежели правильныя шестигранныя снѣжинки. Далѣе сухой снѣгъ хуже проводитъ теплоту, чѣмъ мокрый: такъ если снѣгъ при паденіи на землю таетъ, а затѣмъ замерзаетъ, то образовавшійся ледъ обладаетъ уже иною теплопроводностью, чѣмъ снѣгъ, лежащій на землѣ безъ измѣненія своего агрегатнаго состоянія. Но за то поверхность снѣга обладаетъ сильною лученепускаемостью, особенно въ тихія и ясныя ночи, вслѣдствіе чего снѣгъ сильно охлаждается и понижаетъ температуру близъ лежащихъ слоевъ воздуха. Весною такое охлажденіе поверхности снѣжнаго покрова оказываетъ значи-

*) Hielström: Ueber die Wärmeleitung des Schnees. Meteorol. Zeitschrift. 1890. Heft 6, S. 226.

тельное влияние на температуру полей, лежащих рядомъ съ мѣстами, покрытыми еще снѣгомъ. Далѣе при таянн снѣга, влѣдствіе измѣненія состоянія воды, т.-е. перехода ея изъ твердаго состоянія въ жидкое, затрачивается нѣкоторое количество теплоты, а потому происходитъ охлажденіе воздуха у поверхности земли, на которой таетъ снѣгъ, влѣдствіе чего температура почвы понижается. Наконецъ надо замѣтить, что подѣ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей происходитъ испареніе снѣга, при которомъ также затрачивается тепло, хотя и въ неодинаковомъ количествѣ, весною больше, а зимою меньше, такъ какъ при температурѣ ниже 0° и влажномъ воздухѣ надъ поверхностью снѣга испареніе будетъ вообще слабѣе. Изъ всего этого надо заключить, что зимою, когда снѣжный покровъ подвергается измѣненію лишь въ толщинѣ и сохраняетъ первоначальное агрегатное состояніе, плохая его теплопроводность будетъ содѣйствовать повышенію температуры почвы, весною же и осенью, при большемъ испаренн и таянн снѣга, его влияние можетъ быть прямо противоположно, т.-е. онъ будетъ способствовать охлажденію почвы.

У насъ въ Россіи, гдѣ постоянство и толщина снѣжнаго покрова значительны, влияние его на температуру почвы будетъ весьма сильное. Воейковъ полагаетъ, что при слоѣ снѣга въ 50 сантим. толщиной, лежащемъ въ теченіе 6 мѣсяцевъ, температура почвы, уже на глубинѣ метра, не будетъ ниже въ самое холодное время года, чѣмъ средняя годовая температура на поверхности земли и въ нижнихъ слояхъ воздуха.

Повышеніе температуры почвы, подѣ влияніемъ снѣжнаго покрова, бываетъ вообще довольно значительно. Такъ Эберманеръ наблюдалъ, въ декабрѣ 1871 года (въ Ашафенбургѣ), температуру почвы, покрытой снѣгомъ, въ 9 часовъ утра:

на поверхности.	1,3 ^o
на глубинѣ 0,32 метра	0,16 ^o
„ „ 1,3 „	5,5 ^o

въ то же время температура воздуха была—16,4°, а минимумъ ночью даже —27,1°. Оказывается, что слой снѣга, толщиной въ 2—2½ вершка, можетъ повысить температуру почвы на 10—12° на поверхности, а при большей толщинѣ снѣжнаго покрова, у насъ не рѣдко наприм. ½—1 аршина, это повышеніе можетъ быть еще значительнѣе, такъ что можетъ вызвать вредное дѣйствіе, особенно если почва покрыта растениями (вырѣваніе). При незначительномъ снѣжномъ покровѣ, меньше 2—3 сантим., влияние его будетъ неблагопріятно, ибо онъ не вызоветъ повышеніе температуры, а, усиливая охлажденіе воздуха, можетъ способствовать еще большому пониженію температуры почвы. Чѣмъ толще снѣжный покровъ, тѣмъ выше бываетъ температура почвы и тѣмъ менѣе значительнымъ колебаніямъ она подвергается. Такъ температура почвы, покрытой и непокрытой снѣгомъ, на глубинѣ 10 сантиметровъ, найдена:

Время наблюдений.	Средняя температура				колебания температуры						
	температура воздуха зимою.	температура почвы зимою.	температура почвы под сѣнгомъ.	температура почвы безъ сѣнга.	разница.	подъ сѣнгомъ.	безъ сѣнга.	макс. мин.	ср.	макс. мин.	ср.
зимою 1874 г.	2,23 ⁰	0,03 ⁰	1,15 ⁰	1,18 ⁰	0,38	1,7	0,3	0,2	5,38	2,6	
" 1875 "	1,33 ⁰	1,22 ⁰	0,05 ⁰	1,27 ⁰	6,3	0,2	1,5	8,1	8,6	3,9	
" 1876 "	1,01 ⁰	0,47 ⁰	2,23 ⁰	1,76 ⁰	5,1	6,1	2,3	5,6	11,0	4,6	

Такимъ образомъ сѣнжныя покровы, умѣряя колебания температуры почвы и согревая ее въ періодъ наибольшаго охлажденія (въ декабрѣ и январѣ), предохраняютъ почву отъ дѣйствія сильныхъ морозовъ и слѣдовательно защищаютъ растенія отъ гибели, такъ какъ въ безсѣнжныя зимы часто даже дикорастущія растенія вымерзаютъ. Но для того, чтобы сѣнъ оказывалъ такое защитительное дѣйствіе, необходимо, чтобы онъ покрывалъ почву предварительно замерзшую и во время лежанія на ней не подвергался бы измѣненію въ своей плотности и въ агрегатномъ состояніи. Если сѣнъ падаетъ на талую землю, то онъ можетъ скоро растаять, причемъ температура почвы понизится, если же на не замерзшей почвѣ сѣнговой покровъ останется, то, въ слѣдствіе повышенія температуры почвы подъ сѣнгомъ, можетъ происходить выпрѣваніе растеній. Если падающій на почву сѣнъ таетъ и затѣмъ замерзаетъ, то образующаяся ледяная кора, закрывая доступъ воздуху, въ слѣдствіе большой теплопроводности, будетъ способствовать сильному охлажденію почвы.

Что касается вліянія сѣнжнаго покрова на влажность почвы, то, какъ разъяснено выше, количество поглощаемой при таеніи сѣнга воды находится въ связи съ физическимъ состояніемъ почвы, ея рельефомъ, а также толщиною сѣнжнаго покрова, скоростью его таенія и пр.

Резюмируя сказанное о значеніи сѣнжнаго покрова, можно прийти къ слѣдующимъ заключеніямъ.

Вслѣдствіе дурной теплопроводности сѣнъ защищаетъ почву отъ сильнаго охлажденія зимою, и притомъ тѣмъ сильнее, чѣмъ толще и рыхлѣе сѣнжный покровъ. При таеніи сѣнга почва охлаждается, такъ какъ, поглощая воду, она будетъ труднѣе нагреваться, а кромѣ того таеніе сѣнга сопровождается поглощеніемъ тепла. Колебания температуры почвы подъ сѣнгомъ уменьшаются. Дѣйствіе сѣнга на нагреваніе почвы возрастаетъ съ его толщиною и продолжительностью.

Температура на поверхности почвы, не покрытой сѣнгомъ, бываетъ выше, чѣмъ на поверхности сѣнга, что зависитъ отъ физическихъ свойствъ сѣнга, именно отъ его значительной лученепускаемости и неспособности нагреваться выше 0°, безъ измѣненія агрегатнаго состоянія, а также отъ плохой теплопроводности сѣнга, которая, такъ сказать, концентрируетъ холодъ на его поверхности. Такъ какъ температура нижняго слоя воздуха находится въ тѣсной зависимости отъ температуры почвы, то надъ сѣнгомъ она должна быть всегда ниже, чѣмъ безъ сѣнга, охлажденіе воздуха можетъ быть настолько велико, что усилить пониженіе почвы, не покрытой сѣнгомъ.

Отсюда слѣдуетъ, что снѣжный покровъ можетъ вызвать обмѣнъ температуръ, вслѣдствіе того, что нижніе слои воздуха бываютъ холоднѣе, нежели выше лежащіе, что особенно замѣтно въ ясную и тихую погоду. Такой обмѣнъ температуръ можетъ, наприм., происходить между воздухомъ долинъ и соединихъ съ ними высотъ по причинѣ различія въ ихъ температурѣ.

Вліяніе снѣга на количество воды въ почвѣ будетъ весьма различно, смотря съ одной стороны по свойствамъ самаго снѣга, а съ другой — покрываемой имъ почвы и при прочихъ равныхъ условіяхъ вліяніе снѣжнаго покрова можетъ быть благоприятнымъ только при извѣстныхъ условіяхъ рельефа, на ровныхъ мѣстахъ оно выше, на холмистыхъ же, покатыхъ поверхностяхъ снѣгъ можетъ принести вредъ вслѣдствіе размыванія почвы и снесенія мелкихъ частицъ.

Дѣйствіе вѣтра на почву.

Между различными вліяніями, дѣйствующими на почву, первое мѣсто должны занимать климатическія, такъ какъ ими прежде всего опредѣляется значеніе почвы для растений, слѣдовательно изученіе вліянія атмосфернаго тепла и влаги должно существенно уяснить это значеніе. Но если положеніемъ почвы на мѣстности обуславливаются измѣненія въ ея отношеніяхъ къ теплотѣ и влажности, зависящія отъ состоянія этихъ элементовъ въ атмосферномъ воздухѣ, то нельзя игнорировать и другихъ свойствъ именно движенія и давленія воздуха. А потому при изученіи энтопическихъ свойствъ почвы необходимо также имѣть представленіе о дѣйствіи вѣтра, которому неизбѣжно вездѣ почва подвергается въ большей или меньшей степени.

Относительно дѣйствія вѣтра на поверхности земли въ геологій давно установленъ тотъ фактъ, что движеніе атмосферы можетъ обусловить переносъ твердаго матеріала въ механически взвѣшенномъ состояніи. Такое дѣйствіе вѣтра проявляется собственно въ разрушеніи частицъ породы, перенесеніи и отложеніи ихъ на значительномъ разстояніи отъ первоначальнаго залеганія; въ этомъ смыслѣ вліяніе вѣтра на мелкозернистыя почвы, особенно при сильныхъ воздушныхъ потокахъ, должно быть громадное. Но дѣло въ томъ, что это вліяніе далеко не всеобщее, потому что оно обнаруживается не всегда и составляетъ, такъ сказать, результатъ нослѣ дѣйствія вѣтра на почву, которая такъ или иначе должна быть подготовлена къ развѣванію и перенесенію. Такая подготовка, состоящая въ разрыхленіи и высушиваніи почвы, можетъ въ значительной степени обуславливаться самимъ же вѣтромъ, но онъ все таки не составляетъ единственнаго въ этомъ отношеніи дѣятеля. Принявъ во вниманіе подобное геологическое дѣйствіе вѣтра, необходимо прежде всего изучить тѣ общія явленія, которыя онъ оказываетъ на почву, какъ метеорологическій факторъ.

Вѣтеръ, какъ извѣстно, происходитъ вслѣдствіе разности въ давленіи воздуха двухъ сосѣднихъ мѣстъ, такъ какъ воздухъ стремится двигаться по тому направленію, по которому происходитъ наибольшее паденіе барометра, а потому сила вѣтра будетъ обуславливаться величиною барометрическаго градіента, или паденіемъ барометра на единицу длины (милю, градусъ меридіана и проч.) и, по закону Стефенсона, тѣмъ больше градіентъ, тѣмъ, вообще говоря, больше сила вѣтра. Направленіе же вѣтра не слѣдуетъ направленію градіента, а отклоняется, вслѣдствіе вращенія земли, вправо (въ сѣверномъ полушаріи), или влево (въ южномъ). Это имѣетъ важное значеніе для свойствъ различныхъ вѣтровъ и ихъ распредѣленія на земной поверхности. Свойства вѣтровъ различаются температурою и влажностью движущагося воздуха и его давленіемъ, въ среднихъ широтахъ, наприм., вѣтры сѣверные, сѣверовосточные отличаются вообще низкою температурою и относительною сухостью, тогда какъ югозападные и западные большею влажностью. Съ другой стороны свойства и распредѣленіе вѣтровъ на земной поверхности измѣняются по временамъ года. А вслѣдствіе всего этого вліяніе вѣтровъ на почву будетъ зависѣть отъ ихъ влажности, температуры и давленія. Поэтому вѣтеръ прежде всего долженъ измѣнять *отношеніе почвы къ водѣ*. Это дѣйствіе состоитъ, во-первыхъ, въ томъ, что почва получаетъ во время различныхъ вѣтровъ неодинаковое количество влаги, а во-вторыхъ, вѣтры производятъ ея высыханіе, т.-е. испареніе воды изъ почвы.

Относительно количества влаги, приносимой вѣтрами на почву, извѣстно, что оно измѣняется въ зависности отъ направленія вѣтра, такъ наприм. у насъ до 55° с. ш. дуютъ зимою преимущественно вѣтры югозападные и южные, а лѣтомъ сѣверозападные и западные, а потому и количество осадковъ, приносимыхъ ими на почву, будетъ вообще лѣтомъ больше. Но такое распредѣленіе осадковъ измѣняется въ зависности отъ рельефа почвы относительно направленія влажныхъ вѣтровъ. Именно ровныя и покатыя поверхности пользуются неодинаковымъ количествомъ осадковъ подъ дѣйствіемъ вѣтра, ибо онъ измѣняетъ уголъ паденія дождя на почву, расположенную на склонѣ, зимою же подъ вліяніемъ вѣтра верхнія части склоновъ обнажаются отъ снѣга и не только не запасаютъ весною снѣговой воды, но и сильнѣе промерзаютъ, чѣмъ ровно лежація мѣста.

Еще интенсивнѣе проявляется дѣйствіе вѣтра на высыханіе почвы вслѣдствіе повышенія и испаренія ею воды. Но испареніе влаги изъ почвы подъ вліяніемъ вѣтра обуславливается силою и направленіемъ послѣдняго, именно почва вообще испаряетъ тѣмъ больше воды, чѣмъ сильнѣе будетъ вѣтеръ, однако при этомъ имѣетъ вліяніе количество воды, находящееся въ почвѣ и толщина слоя, изъ котораго совершается испареніе. При большой влагоемкости почвы вѣтеръ увеличиваетъ испареніе, но въ зависности отъ высоты слоя, который подвергается исушающему вліянію вѣтра: чѣмъ мельче слой, тѣмъ сильнѣе высыханіе, а чѣмъ глубже, тѣмъ вліяніе вѣтра дѣлается

менше замѣтнымъ. Поэтому, если верхній слой пользуется атмосферною водою, то почва можетъ послѣ дождя сильно высохнуть на глубину не болѣе 2—3 вершковъ, и при дальнѣйшемъ дѣйствіи вѣтра это высыханіе не идетъ очень глубоко. Такъ наприм., въ 1891 году мною было замѣчено, что суглинисто-песчаная почва (въ саду), не получавшая влаги въ теченіе трехъ недѣль, высохла въ маѣ на глубину 3 вершковъ такъ, что превратилась въ пыль, слѣдовавшіе за этимъ дожди смочили почву на глубину $4\frac{1}{2}$ вершковъ. при сѣверныхъ и восточныхъ вѣтрахъ, дувшихъ въ теченіи трехъ дней послѣ этого, пробы показали содержаніе влаги еще на глубинѣ 2 вершковъ. т.-е. несмотря на сильное испареніе воды высыханію подвергся только верхній слой, а нижележащіе оставались влажными. Но та же почва, бывшая не подъ паромъ, а въ уплотненномъ состояніи (безъ растений), на другомъ участкѣ опытнаго поля, высохла на всю глубину нахотнаго слоя ($3\frac{1}{2}$ верш.). Различное вліяніе вѣтра на испареніе зависѣло отъ того, что въ первомъ случаѣ поверхность была въ разрыхленномъ состояніи, вслѣдствіе чего послѣ высыханія этого слоя капиллярное поднятіе воды снизу не происходило и вѣтеръ не оказалъ дальнѣйшаго вліянія на испареніе, тогда какъ на второмъ, уплотненномъ участкѣ, по мѣрѣ высыханія верхняго слоя, волосная вода быстро доставлялась снизу, отчего происходило болѣе сильное высыханіе. Но это высыханіе не распространяется глубоко оттого, что по мѣрѣ того, какъ воздухъ подъ дѣйствіемъ вѣтра насыщается водяными парами, испареніе воды уменьшается и тѣмъ въ большей степени, чѣмъ выше слой, изъ котораго поднимается на поверхность вода, такъ какъ съ увеличеніемъ высоты поднятія воды изъ почвы скорость ея движенія дѣлается все медленнѣе и медленнѣе. Поэтому, если почва пользуется грунтовою водою, то она испаряетъ подъ дѣйствіемъ вѣтра вообще больше, чѣмъ безъ грунтово-вой воды, но различное количество, смотря по высотѣ слоя и величинѣ частицъ, отъ которыхъ зависитъ волосность. Гензеле нашелъ *), что при различной скорости вѣтра испарилось изъ суглинка (при температурѣ воздуха 17°).

При комковатомъ состояніи суглинка:

Скорость вѣтра.	Съ грунтовою водою на 100 квадр. сантиметровъ при высотѣ слоя			Безъгрунтовой воды въ часъ испарилось:		
	10	20	30 сант.	10	20	30 сант.
0 метр.	0,39	0,50	0,39	0,43	0,33	0,31
3 "	3,33	3,00	2,83	3,03	2,93	2,70
6 "	5,17	5,30	5,00	5,10	4,70	4,30
9 "	6,20	6,43	6,10	6,60	6,13	6,23
12 "	8,63	8,17	7,87	8,17	7,97	7,80

*) J. Hensele. Untersuchungen über der Einfluss des Windes auf den Boden. Wollny. Forschungen. 1893, B. XVI S. 311.

При пылеватомъ состояніи суглинка:

0	"	. . . . .	0,42	0,68	0,57	0,53	0,25	0,19
3	"	. . . . .	3,53	3,20	3,03	3,17	3,17	2,53
6	"	. . . . .	5,60	5,50	5,20	5,23	5,03	4,83
9	"	. . . . .	6,97	6,23	6,30	6,90	6,73	6,27
12	"	. . . . .	8,80	8,30	7,97	8,57	8,20	7,90

Такимъ образомъ при прочихъ равныхъ условіяхъ иссушающее дѣйствіе вѣтра на почву будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ крупнѣе ея частицы, такъ какъ этимъ опредѣляется волосное поднятіе воды изъ нижнихъ слоевъ, а потому комковатая почва, имѣющая широкіе (не капиллярные) промежутки испаряетъ менѣе, чѣмъ пылеватая, которая лучше проводитъ воду на поверхность. Но вмѣстѣ съ этимъ дѣйствуетъ разстояніе верхняго слоя, непосредственно подвергающагося дѣйствію вѣтра, отъ уровня грунтовой воды. Именно, если послѣдній лежитъ далеко отъ поверхности, то движеніе воды въ силу волосности значительно затрудняется и, несмотря на иссушающее дѣйствіе вѣтра, почва не испаряетъ больше воды. Въ 1891 году мною было произведено изслѣдованіе уровня грунтовой воды, который въ теченіе цѣлаго мѣсяца (20 іюня—25 іюля) оставался въ глубинѣ 1,4 метра отъ поверхности и, несмотря на высыханіе послѣдней, нижніе слои, на разстояніи аршина, все-таки оставались влажными, хотя за это время было 25 дней съ юговосточными и восточными вѣтрами и суточная температура воздуха держалась въ среднемъ 17—18° R. Тоже подтверждается изслѣдованіями Эзера надъ испареніемъ воды изъ почвы, который нашелъ, что абсолютное содержаніе воды въ почвѣ бываетъ тѣмъ больше и высыханіе ея поэтому наступаетъ тѣмъ позже, чѣмъ толше слой. Съ другой стороны вліяніе вѣтра на испареніе должно обуславливаться количествомъ осадковъ (дожди), получаемыхъ почвою, состояніемъ ея поверхности и, наконецъ, свойствами самихъ вѣтровъ. Изъ предыдущаго очевидно, что чѣмъ меньше почва получаетъ влаги, тѣмъ больше она испаряетъ подъ вліяніемъ вѣтра, поэтому слабые дожди, во время продолжительной засухи, не имѣютъ никакого значенія, такъ какъ достаточно 2—3 часового вѣтра, чтобы изъ почвы исчезли всякіе слѣды дождевой влаги, не говоря о томъ, что сильно высохшая почва способна трудно задерживать попадающую въ нее атмосферную влагу, движенію которой въ глубь препятствуетъ пылеватое состояніе частицъ и воздухъ, находящійся въ промежуткахъ.

Съ другой стороны высышающее дѣйствіе вѣтра проявляется неодинаково на почву голую и покрытую мертвыми и живыми покровами, на почву ровную и неровную, горизонтальную и покатую. По опытамъ Фогеля, Эзера, Эбермапера и Вольши испареніе воды изъ почвы голой бываетъ всегда меньше, чѣмъ изъ почвы, занятой растеніями, но больше, чѣмъ подъ мертвыми покровами, смотря, впрочемъ, по толщинѣ ихъ и скорости высыханія. Такъ какъ вѣтеръ усиливаетъ высыханіе, то испареніе воды изъ почвы должно

происходить тѣмъ меньше, чѣмъ скорѣе высыхаетъ покровный матеріалъ, а потому всѣ мертвые покровы, даже при сильномъ вѣтрѣ, будутъ содѣйствовать значительно меньшей потерѣ влаги изъ почвы, нежели въ томъ случаѣ, когда она ничѣмъ не покрыта. Но совершенно иначе будетъ дѣйствовать на высыханіе почвы присутствіе растеній. Такъ какъ растенія, особенно широколиственные и густопрорастающія, испаряютъ больше воды, чѣмъ почва, то подъ растеніями она всегда будетъ суше, чѣмъ въ пару. При движеніи же воздуха усиливается испаряющая дѣятельность растительныхъ органовъ, потому что вѣтеръ дѣйствуетъ механически на листья (устьица), сжимаетъ ихъ, обновляетъ находящійся около нихъ воздухъ, удаляя выделяющіеся пары воды, а поэтому, чѣмъ сильнѣе вѣтеръ, тѣмъ интенсивнѣе должно быть испареніе воды растеніями. Вслѣдствіе этого, во время засухъ, высыханіе почвы подъ растеніями всегда будетъ происходить значительно сильнѣе отъ дѣйствія вѣтра, нежели почвы голой при тѣхъ же, прочихъ условіяхъ. Этимъ надо объяснить то губительное вліяніе на растительность сухихъ вѣтровъ (суховѣевъ), которое всѣмъ извѣстно во время жаркой погоды лѣтомъ и которое не требуетъ экспериментальнымъ доказательствъ. Но подобное дѣйствіе вѣтра значительно возрастаетъ съ измѣненіемъ рельефа почвы, именно на ровной поверхности оно будетъ все-таки меньше, чѣмъ на неровной и особенно на покатой. Изслѣдованіями Эзера доказано, что склоны испаряютъ гораздо болѣе воды, чѣмъ горизонтальная поверхность, и это объясняется именно дѣйствіемъ различныхъ вѣтровъ, то сухихъ, то влажныхъ, то холодныхъ, то теплыхъ. Поэтому лѣтомъ восточные склоны будутъ сильнѣе высыхать, чѣмъ западные, такъ какъ восточный вѣтеръ, будучи сухимъ, при жаркой погодѣ, дѣйствуя на противоположащую на пути его движенія покатость сильно ее нагрѣваетъ и высушиваетъ, нежели при западномъ положеніи склона, подверженнаго вліянію болѣе влажнаго вѣтра, а надо прибавить, и большей облачности, а потому и высыханіе не можетъ быть здѣсь очень велико. Различіе въ этомъ отношеніи будетъ тѣмъ больше, чѣмъ сильнѣе вѣтеръ и чѣмъ значительнѣе уголъ паденія склона къ горизонту.

Наконецъ свойства вѣтровъ, дующихъ по разнымъ направленіямъ, будутъ очевидно, также вліять на испареніе воды изъ почвы, такъ какъ дѣйствіе вѣтра опредѣляется угломъ, подъ которымъ воздушные потоки сталкиваются съ поверхностью почвы, скоростью движенія, состояніемъ температуры и влажности движущагося воздуха и его давленіемъ.

При угловомъ дѣйствіи вѣтра на почву въ нее проникаетъ много воздуха, который можетъ увеличить обмѣнъ газовъ и паровъ воды, смотря впрочемъ, по степени его нагрѣванія, насыщенія водяными парами и т. п., тогда какъ вѣтеръ, только скользящій по поверхности и мало проникающій въ почву, не вызываетъ образованія большого количества водяныхъ паровъ и обмѣна ихъ съ атмосферою, а потому дѣйствуетъ главнымъ образомъ на

испарение съ поверхности. Но очевидно, различіе въ углѣ паденія вѣтра на почву будетъ тѣмъ сильнее, чѣмъ съ большою скоростью онъ движется, что и понятно, такъ какъ медленно движущійся воздухъ слабѣе дѣйствуетъ на обмѣнъ газовъ и паровъ, чѣмъ при возрастаніи его движенія. Кроме того почва оказываетъ, какъ извѣстно, большее или меньшее сопротивленіе проникновенію въ нее атмосфернаго воздуха, которое будетъ уменьшаться при возрастаніи давленія и скорости движенія воздуха, поэтому несомнѣнно, что вѣтеръ, дующій со скоростью, напр., 2—3 метровъ, трудно проникаетъ въ почву даже при вертикальномъ направленіи, нежели при скорости, 12 метровъ, при которой будетъ проходить болѣе энергичный обмѣнъ газовъ и паровъ. Далѣе вѣтеръ, несущій извѣстный объемъ воздуха, будетъ вліять не одинаково на обмѣнъ водяныхъ паровъ, или на силу испаренія воды изъ почвы, смотря по относительной влажности двигающагося воздуха. Такъ какъ въ различное время года дуютъ вѣтры не одинаковые по свойствамъ, то подъ ихъ вліяніемъ высыханіе почвы будетъ различно и всего болѣе оно происходитъ лѣтомъ, когда вѣтеръ имѣетъ высокую температуру и меньшую относительную влажность.

Наконецъ вѣтеръ, производя сильное испареніе воды изъ почвы, можетъ способствовать образованію коры и трещинъ. Именно почвы, способныя набухать (глинистыя, перегнойныя), послѣ высыханія, покрываются корою, а при продолжительномъ дѣйствіи вѣтровъ даютъ болѣе или менѣе глубокія трещины. Образованіе коры и трещинъ дѣйствуетъ во всѣхъ отношеніяхъ вредно какъ на почву, такъ и на растенія. Такъ, почва пылеватая трудно смачивается дождемъ и образуетъ на своей поверхности корку, отъ присутствія которой дождевая вода трудно проникаетъ въ нижніе слои. Подобное явленіе, извѣстное въ степяхъ подъ названіемъ „сухого дожда“, влѣдетвіе пылеватой структуры почвы, дѣлаетъ ее въ теченіе лѣта сухою, потому что, если она во время сильнаго дождя увлажняется на 1—2 вершка, то подъ дѣйствіемъ вѣтровъ быстро высохнетъ и, образовавъ болѣе или менѣе толстую кору, не будетъ пропускать и поглощать воды нижними слоями.

Резюмируя вліяніе вѣтра на отношеніе почвы къ водѣ, необходимо констатировать ижеущающее дѣйствіе вѣтровъ, которое, однако, въ большинствѣ случаевъ простирается лишь на верхній растительный слой почвы и проявляется слабѣе въ болѣе глубокихъ слояхъ, но усиливается въ зависимость отъ рельефа почвы и свойства самихъ вѣтровъ. Наибольшее дѣйствіе вѣтра обнаруживается въ вегетаціонный періодъ на почву, занятую растеніями болѣе, чѣмъ на голую. Ослабить вредное вліяніе вѣтра въ этомъ отношеніи можно поддержаніемъ поверхности въ рыхломъ комковатомъ состояніи, или покрываніемъ ея различными мертвыми, растительными и не растительными покровами, извѣстной толщины (сесокъ, листва, солома, мелкій навозъ и т. п.).

Не меньшее дѣйствіе вѣтеръ оказываетъ на *тепловыя отношенія почвы*. Такъ какъ онъ усиливаетъ испареніе воды изъ почвы, то уже поэтому

всегда должно происходить большее или меньшее охлаждение того слоя, который подвергается высыханию, потому что, как известно, при испарении воды теплота переходит в скрытое состояние, отчего тѣло охлаждается. На этомъ основаніи вѣтеръ долженъ всегда вызывать колебанія въ почвенной температурѣ, величина которыхъ будетъ зависѣть съ одной стороны отъ свойствъ дѣйствующихъ вѣтровъ, а съ другой стороны отъ подвергающейся этому дѣйствію почвы. Такъ какъ способность почвы нагреваться обуславливается ея теплоемкостью, цвѣтомъ, влажностью, величиною частицъ, свойствами поверхности и пр., то легко понять влияние вѣтра на нагреваніе почвы. Высушивая верхній слой, вѣтеръ усиливаетъ его нагреваніе, такъ какъ сухая поверхность сильнѣе поглощаетъ тепло, чѣмъ влажная, но вмѣстѣ съ тѣмъ подъ влияніемъ вѣтра почва становится свѣтлѣе цвѣтомъ, отчего она должна больше лученепускать, но при дѣятельномъ обмѣнѣ газовъ, которое вызываетъ вѣтеръ, нагреваніе возрастаетъ. А вслѣдствіе всѣхъ этихъ причинъ при дѣйствіи вѣтра почва не получитъ такой высокой температуры, какая можетъ въ ней быть въ жаркую и тихую погоду, сравнительно съ температурою нагрѣтаго воздуха.

При прочихъ равныхъ условіяхъ влияние вѣтра на пониженіе температуры почвы бываетъ однако не особенно значительно, даже при большой скорости вѣтра и прямо въ дѣйствіи его на почву. Это паходится въ связи съ дѣйствіемъ вѣтра на испареніе; такъ какъ послѣднее возрастаетъ съ скоростью вѣтра и угломъ паденія его на почву, то въ такой же степени должно происходить пониженіе температуры почвы вслѣдствіе поглощенія тепла при испареніи. Но различіе въ температурѣ почвы, подвергающейся дѣйствію вѣтра и не подвергающейся ему, будетъ незначительно въ томъ случаѣ, если почва содержитъ мало воды и если поверхность болѣе или менѣе сильно высухаетъ, то ниже лежаще, влажные, слои лишаются прямого дѣйствія вѣтра. Вслѣдствіе этого тѣ почвы, которыя испаряютъ больше воды какъ, напр., суглинки, будутъ обнаруживать и болѣе замѣтное пониженіе температуры, нежели песокъ, мало теряющій тепла отъ испаренія и потому обнаруживающій меньше колебаній въ температурѣ подъ влияніемъ вѣтра. Съ другой стороны это влияние компенсируется цвѣтомъ, именно песокъ въ сухомъ состояніи будетъ свѣтлѣе суглика и перегнойной почвы, а потому и меньше подвергается дѣйствію вѣтра, тогда какъ черноземъ, будучи темнѣе, нагревается больше, по сильнѣе испаряетъ, образуетъ еще кору, а потому дѣйствіе вѣтра на его температуру будетъ значительнѣе. Другое явленіе замѣчается подъ влияніемъ вѣтра зимою. Чѣмъ холоднѣе вѣтеръ и чѣмъ больше уголъ паденія его, тѣмъ глубже онъ можетъ проникнуть въ разрыхленную съ осени почву и тѣмъ сильнѣе можетъ быть ея охлажденіе.

Чѣмъ суше будетъ почва, чѣмъ рыхлѣе и комковатѣе ея структура, тѣмъ сильнѣе охлаждающее влияние вѣтра и тѣмъ глубже промерзаніе почвы: при плотной и влажной почвѣ дѣйствіе вѣтра на скорость замерзанія должно

уменьшаться, но и здѣсь вліяніе продолжительныхъ холодныхъ вѣтровъ несомнѣнно ускоритъ потерю почвою тепла, но главнымъ образомъ лишь въ верхнемъ слое, такъ какъ въ плотную почву проникновеніе вѣтра сильно затрудняется. Этимъ дѣйствіемъ вѣтра надо объяснить то вредное вліяніе, которое обнаруживается въ безснѣжныя зимы на растенія, подвергающіяся сильному замерзанію, а при снѣгѣ вѣтровъ, которая часто зимою происходитъ, это промерзаніе дѣйствуетъ губительно, въ особенности на молодыя растенія, не успѣвшія еще достаточно укорениться. Кромѣ того, промерзаніе почвы на большую глубину отъ дѣйствія вѣтра имѣетъ много другихъ неудобствъ, такъ какъ всею глубоко замерзшая почва поздно оттаиваетъ и, слѣдовательно, поздно принимаетъ необходимую для вегетациі температуру.

Такія отношенія въ нагрѣвательной и охлаждающей силѣ вѣтровъ значительно углубляются подъ вліяніемъ склона. Вліяніе вѣтра на покатыя поверхности понятно уже изъ того, что при этомъ увеличивается уголъ дѣйствія вѣтра на почву, а потому нагрѣваніе или охлажденіе, имъ производимое, значительно возрастаетъ. Поэтому, чѣмъ больше уголъ паденія почвы къ горизонту, тѣмъ значительнѣе дѣйствіе вѣтра, крутые склоны будутъ сильнѣе нагрѣваться и охлаждаться, чѣмъ горизонтальная поверхность. Различіе увеличивается еще отъ того, что склоны подвержены дѣйствію разныхъ вѣтровъ, именно, при южномъ положеніи склона, почва подвергается дѣйствію южныхъ и югозападныхъ вѣтровъ, которые, будучи влажными, не будутъ сильно иссушать поверхность, а потому температура почвы не претерпѣваетъ здѣсь такихъ колебаній, какъ при сѣверномъ положеніи склона, когда почва подвержена вліянію сухихъ и холодныхъ сѣверныхъ и сѣверо-восточныхъ вѣтровъ, вообще понижающихъ температуру почвы, способствующихъ сильному высыханію ея лѣтомъ, зимою же такіе вѣтры сдуваютъ снѣгъ, отчего почва сильно промерзаетъ, а вмѣстѣ съ этимъ можетъ погибать и покрывавшая ее растительность, напр. извѣстно, что на вершинахъ склоновъ, при сѣверномъ ихъ положеніи, часто происходитъ вымерзаніе озими. Подобное же различіе замѣчается въ дѣйствіи югозападныхъ и юго-восточныхъ вѣтровъ на почву.

Наконецъ подъ вліяніемъ вѣтровъ увеличивается облачность, вслѣдствіе которой склоны будутъ пользоваться различной интенсивностью и продолжительностью освѣщенія.

Такимъ образомъ вліяніе вѣтровъ на нагрѣваніе и охлажденіе почвы далеко не безразлично и возрастаетъ съ ея физическимъ состояніемъ, влажностью, рельефомъ и свойствами вѣтра. Но дѣйствіе послѣдняго вообще болѣе сильно лишь на верхній слой, въ которомъ подъ вліяніемъ вѣтра будутъ происходить болѣе рѣзкія колебанія въ температурѣ, чѣмъ въ болѣе глубокихъ слояхъ. Но если почва не покрыта растеніями, разрыхлена и суха, то нагрѣвающая и охлаждающая сила вѣтра можетъ обнаруживаться и въ болѣе глубокихъ слояхъ.

Вліяніе вѣтровъ замѣчается далѣе и на *отношеніяхъ почвы къ газамъ*, именно на содержаніи въ ней различныхъ газовъ и скорости ихъ обмѣна съ атмосфернымъ воздухомъ (движеніе газовъ). Движеніе газовъ въ почвѣ зависить, какъ извѣстно, отъ колебаній атмосфернаго давленія, отъ разности въ температурѣ почвенныхъ и атмосферныхъ газовъ, отъ содержанія въ почвѣ и въ воздухѣ влаги. Такъ какъ вѣтеръ существенно обуславливаетъ температуру и влажность воздуха, а также его барометрическое давленіе, то очевидно, его вліяніе на обмѣнъ газовъ должно быть очень значительно, не говоря о томъ, что скорость движенія воздушныхъ токовъ, присущая вѣтру, уже сама по себѣ представляетъ въ этомъ отношеніи немаловажный факторъ.

Даже слабые вѣтры, а тѣмъ болѣе вихри, вызываютъ постоянное движеніе почвеннаго воздуха, при этомъ вѣтеръ заставляеть послѣдній обмѣниваться съ атмосферою; результатомъ такого обмѣна является то, что при вѣтрѣ, воздухъ проникаеть въ почву подъ болѣе высокимъ давленіемъ, чѣмъ въ тихую погоду. Подъ вліяніемъ же этого обстоятельства, изъ почвы будутъ выдѣляться такіе газы, которые, при обыкновенныхъ условіяхъ диффузіи, медленно поступаютъ въ атмосферу изъ болѣе глубокихъ слоевъ почвы. Къ такимъ именно газамъ относится углекислота, которая образуется въ значительномъ количествѣ въ почвѣ и находится преимущественно въ нижнихъ слояхъ. Такъ какъ углекислота трудно диффундируетъ, то для выдѣленія ея изъ почвы необходимы нѣкоторыя условія, къ числу которыхъ относятся главнымъ образомъ температура и давленіе, именно, чѣмъ больше различіе между температурою почвы и воздуха, чѣмъ сильнѣе колебанія въ давленіи послѣдняго, тѣмъ лучше углекислота диффундируетъ въ атмосферу. Такъ при пониженіи температуры воздуха, изъ почвы выдѣляется больше углекислоты, чѣмъ при высокой температурѣ; поэтому ночью, наприм., воздухъ богаче углекислотою, чѣмъ днемъ, а́томъ, при пониженіи давленія воздухъ содержитъ больше углекислоты, чѣмъ при повышенномъ давленіи; чѣмъ пористѣе и суше почва, тѣмъ легче диффундируетъ изъ нея углекислота. Вообще колебанія въ содержаніи углекислоты въ почвенномъ воздухѣ зависять отъ того условія, которое дѣйствуетъ всего сильнѣе. А такъ какъ вѣтеръ очень часто является именно господствующимъ факторомъ, то поэтому онъ долженъ весьма сильно вліять на содержаніе углекислоты въ почвѣ и выдѣленіе ея въ атмосферу. Именно вѣтеръ, дѣйствуя на почву, приводитъ въ колебаніе слои воздуха даже на большой глубинѣ, смотря по силѣ и направленію вѣтра, а вѣдствіе этого возникаетъ извѣстное уплотненіе и разрѣженіе почвенныхъ газовъ въ различныхъ слояхъ, а потому подъ дѣйствіемъ вѣтра изъ нижнихъ слоевъ углекислота перейдетъ въ верхніе, которые будутъ отдавать ее атмосферному воздуху, вѣдствіе чего содержаніе углекислоты въ почвѣ понизится. Но количество выдѣляющейя при этомъ углекислоты будетъ обуславливаться температурою воздуха и почвы, влажностью и другими физическими свойствами.

Имѣя въ виду, что подъ вліяніемъ вѣтра почвенная влага испаряется, а промежутки, лишаясь воды, становятся доступными для вхожденія воздуха, образующаяся въ нижнихъ слояхъ почвы углекислота будетъ стремиться подъ дѣйствіемъ вѣтра къ обмѣну съ наружнымъ воздухомъ, который отличается отъ нея давленіемъ и температурою и чѣмъ больше различіе въ этомъ отношеніи, тѣмъ сильнѣе будетъ происходить диффузія углекислоты. При значительной скорости вѣтра и углѣ паденія это дѣйствіе будетъ энергичнѣе, вслѣдствіе чего возникаетъ движеніе почвеннаго воздуха снизу вверхъ, отчего обмѣнъ газовъ, безъ сомнѣнія, увеличится. Но этотъ обмѣнъ, очевидно, не во всякой почвѣ можетъ происходить одинаково въ зависимости отъ способности самой почвы провѣтриваться, а эта способность зависитъ отъ величины и формы частицъ, т. е. отъ скважности, а потому вліяніе вѣтра на крупно-зернистыя или рыхлыя почвы будетъ больше, чѣмъ на мелкозернистыя или уплотненныя, на болѣе сухія сильнѣе, чѣмъ на влажныя; съ другой стороны обмѣнъ будетъ обуславливаться и количествомъ образующейся въ почвѣ углекислоты, а потому въ почвахъ богатыхъ органическими веществами при разложеніи ихъ подъ вліяніемъ вѣтра будетъ выделяться въ атмосферу больше углекислоты, нежели тогда, когда этихъ веществъ мало или разложеніе совершается медленно.

Дѣйствіе вѣтра должно обнаруживаться не только на углекислоту, но и на другіе почвенные газы, потому что вѣтеръ вызываетъ разность въ давленіи и температурѣ между почвеннымъ воздухомъ и атмосфернымъ. Но это вліяніе вѣтра должно измѣняться съ высокою слоя почвы, ея строеніемъ и влажностью. При горизонтальномъ движеніи вѣтра онъ или не вызываетъ никакого вліянія на почвенный воздухъ, или даже содѣйствуетъ пониженію его давленія, но такъ какъ въ природѣ такое направленіе вѣтра бываетъ рѣдко, а на склонахъ вѣтеръ иначе не дѣйствуетъ, какъ подъ угломъ, то, очевидно, вѣтеръ почти всегда будетъ повышать давленіе почвеннаго воздуха и это повышеніе будетъ тѣмъ большее, чѣмъ болѣе скорость вѣтра и уголъ, подъ которымъ онъ дѣйствуетъ на почву. Но при этомъ вліяніе вѣтра будетъ существенно обуславливаться толщиной слоя и оно простирается главнымъ образомъ на верхній слой, потому что чѣмъ глубже проникаетъ въ почву вѣтеръ, тѣмъ больше воздухъ испытываетъ тренія о частицы почвы, вслѣдствіе чего давленіе понижается, а потому движеніе воздуха будетъ становиться все медленнѣе и медленнѣе. Это треніе, впрочемъ, будетъ весьма неодинаково въ разныхъ почвахъ, такъ оно вообще должно быть меньше въ почвахъ съ крупными частицами, а у мелкозернистыхъ можетъ быть весьма значительно, ибо въ первомъ случаѣ вслѣдствіе присутствія широкихъ промежутковъ движенію воздуха представляется меньше препятствій, чѣмъ въ почвахъ съ мелкими частицами, образующими капиллярныя промежутки, которые, какъ извѣстно, оказываютъ большое сопротивленіе движенію воздуха. Кроме того, глина, перегной, кварцъ, известь, даже

въ крупныхъ комкахъ, неодинаково проводятъ воздухъ въслѣдствіе различія въ тренія между частицами. А потому вообще вѣтеръ, даже очень сильный, не вызываетъ движенія воздуха въ нижнихъ слояхъ почвы, гдѣ обменъ газовъ будетъ совершаться медленно. Точно также дѣйствіе вѣтра будетъ существенно различно не только у почвъ съ крупными и мелкими частицами, но даже у одной и той же почвы вѣтеръ будетъ вызывать неодинаковый обменъ газовъ, смотря по строенію; такъ наприм. если почва при обработкѣ получить комковатое строеніе, то провѣтриваніе ея можетъ быть весьма значительнымъ, тогда какъ пылеватая почва, пропускающая мало воздуха, будетъ подвержена весьма слабо дѣйствию вѣтра въ этомъ отношеніи. Гензеле нашелъ, что вліяніе вѣтра при скорости въ 12 метровъ можетъ вызывать замѣтное измѣненіе въ давленіи почвенныхъ газовъ, а слѣдовательно въ ихъ обменѣ на глубинѣ до 30 сантиметровъ, но надо полагать, что это вліяніе будетъ исчезать уже на глубинѣ 10 сантим. у почвъ иловатыхъ, или сильно уплотненныхъ, потому что какъ тѣ, такъ и другія не способны провѣтриваться по причинѣ своего механическаго состава и замкнутого строенія. Съ другой стороны не надо забывать, что движеніе газовъ у одной и той же почвы измѣняется въ зависимости отъ содержанія влаги и вообще оно будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше влагоемкость почвы, а при полномъ насыщеніи водою, а тѣмъ болѣе при замерзаніи такой почвы, движеніе воздуха, даже подъ значительнымъ давленіемъ, будетъ совсѣмъ прекращено. Слѣдовательно, только сухія почвы и будутъ подвергаться дѣйствию вѣтра и только въ нихъ онъ можетъ вызвать колебанія въ распредѣленіи и обменѣ газовъ. При дѣйствіи вѣтра на сухую почву быстрѣе происходитъ измѣненіе давленія почвенныхъ газовъ, въслѣдствіе чего скорѣе обнаруживается ихъ движеніе, тогда какъ во влажной почвѣ промежутки, особенно волосные, заполнены водою, которая не можетъ быть вытѣснена вѣтромъ, потому что для выдавливанія воздуха изъ волосныхъ трубокъ, когда въ нихъ частицы воды раздѣлены пузырьками воздуха, требуется, по опытамъ Жамена, значительное давленіе. А таковы въ большинствѣ случаевъ промежутки влажной почвы, представляющіе подобіе чечотныхъ трубокъ, которыя будутъ представлять громадное сопротивленіе проникновенію воздуха, приносимаго вѣтромъ, а потому на движеніе газовъ въ такихъ почвахъ послѣдній будетъ оказывать незначительное вліяніе, даже въ верхнемъ слое. Но при этомъ надо имѣть въ виду, что вѣтеръ вліяетъ на почву всесторонне, измѣняя ея температуру и влажность, количество которой отъ испаренія, производимаго вѣтромъ, уменьшается, слѣдовательно въ первое время, пока происходитъ высыханіе верхняго слоя, вѣтеръ мало вліяетъ на давленіе и обменъ почвеннаго воздуха, но затѣмъ, когда почва высохнетъ, это вліяніе возрастаетъ. Однако въ иловатыхъ и плотныхъ почвахъ, не смотря на большее ихъ высыханіе, сравнительно съ рыхлыми почвами, все таки дѣйствіе вѣтра на обменъ газовъ не будетъ возрастать по мѣрѣ испаренія воды, такъ какъ на-

ходящиеся въ такихъ почвахъ капиллярныя промежутки затрудняютъ вѣдствие тренія движеніе воздуха, а кромѣ того почвы, способныя набухать (плыватыя, перегнойныя и т. п.), послѣ высыханія образуютъ кору, которая совершенно устраняетъ всякое дальнѣйшее вліяніе вѣтра на почвенныя газы. Оно можетъ наступить только при появленіи трещинъ, т.-е. при продолжительныхъ и сильныхъ сухихъ вѣтрахъ, вѣдствие сильнаго уменьшенія объема почвы отъ высыханія (лѣтомъ) или замерзанія (зимою).

Образованіе трещинъ и щелей составляетъ весьма важное послѣдствіе иссушающаго дѣйствія вѣтровъ на почву и у плотныхъ почвъ такія трещины хотя образуются медленно, но бываютъ глубже и неправильнѣе, чѣмъ у рыхлыхъ, а потому вѣтеръ производитъ болышій вредъ на плотныхъ почвахъ, нежели на рыхлыхъ. Именно вѣдствие образованія трещинъ почва будетъ провѣтриваться на большую глубину, чѣмъ это обыкновенно возможно, а результатомъ такого провѣтриванія является сильное нагрѣваніе почвы лѣтомъ вѣдствие проникновенія накаленнаго воздуха, или сильное охлажденіе зимою отъ внесенія холодныхъ токовъ воздуха. Кромѣ того образованіе трещинъ, совершающееся отъ дѣйствія сильныхъ сухихъ вѣтровъ, вліяетъ губительно на корни растений, особенно молодыхъ, не успѣвшихъ достаточно укорениться, которые или разрываются при сжиманіи почвы отъ появленія трещины, или отмираютъ вѣдствие сильнаго высыханія почвы, не говоря о томъ, что силою вѣтра растения могутъ быть совершенно выдернуты съ корнемъ. Такимъ образомъ образованіемъ трещинъ вѣтеръ наноситъ почвѣ громаднѣйшій вредъ во всѣхъ отношеніяхъ, и это дѣйствіе будетъ самымъ значительнымъ и частымъ, такъ какъ при продолжительныхъ вѣтрахъ высыханіе почвъ совершается быстро, а потому быстро наступаютъ и всѣ вредныя послѣдствія такого высыханія.

Вообще вѣтеръ въ большинствѣ случаевъ дѣйствуетъ вредно на физическія свойства почвы, сильно иссушаетъ верхній слой, создаетъ крайне рѣзкія колебанія въ его температурѣ, наконецъ содѣйствуетъ удаленію важной въ почвенныхъ процессахъ углекислоты, но можетъ оказать и полезное дѣйствіе, повышая обмѣнъ почвенныхъ газовъ. Всѣ эти измѣненія, конечно, не останутся безъ послѣдствій для растений, на которыя вѣтеръ можетъ дѣйствовать и непосредственно.

Но дѣйствіе вѣтра не ограничивается одними физическими свойствами почвы,—мы должны признать за нимъ значеніе дѣятеля, вліяющаго на химическій составъ почвы и измѣняющаго часто кореннымъ образомъ почву, вѣдствие выдуванія, перенесенія и отложенія ея составныхъ частей. Химическое дѣйствіе вѣтра обнаруживается въ томъ, что повышеніемъ температуры почвы и усиленіемъ обмѣна газовъ вѣтеръ можетъ вліять на ходъ химическихъ реакцій, происходящихъ при вывѣтриваніи минеральныхъ частицъ почвы и разложеніи органическихъ веществъ. Но такъ какъ всѣ реакціи, совершающіяся въ почвѣ, существенно зависятъ отъ содержанія

въ ней влаги, а вѣтеръ, высушивая почву, дѣйствуетъ въ этомъ направленіи отрицательно, то вліяніе вѣтра на химическіе процессы въ большинствѣ случаевъ должно быть неблагопріятное.

Полезное дѣйствіе вѣтеръ можетъ оказывать на концентрацію почвенной жидкости, вслѣдствіе испаренія воды, причемъ нѣкоторыя вещества (пш-раты, сернокислыя соли и т. п.), не поглощаемыя почвою и выщелачивающіяся при большой влажности, могутъ при высыханіи почвы отъ вѣтра удерживаться въ верхнихъ слояхъ, но и такое дѣйствіе вѣтра едва ли особенно значительно, потому что такихъ веществъ въ почвенной жидкости мало, а значеніе ея въ питаніи растеній ограничено. Химическое дѣйствіе вѣтра будетъ имѣть больше значенія въ томъ случаѣ, когда онъ приносить на почву минеральныя вещества въ видѣ пыли, слѣдовательно когда вѣтеръ является геологическимъ дѣятелемъ. Производя выдуваніе и перенесеніе почвенныхъ частицъ, т.-е. дѣйствуя геологически, вѣтеръ вмѣстѣ съ этимъ прямо измѣняетъ плодородіе почвы, такъ какъ послѣдняя лишается тѣхъ именно частицъ, которыми это плодородіе главнымъ образомъ обусловливается, но вѣтеръ можетъ повышать его въ другихъ почвахъ, на которыхъ осаждаются переносимыя частицы.

Геологическое дѣйствіе вѣтра, замѣченное впервые Ритхофеномъ, обнаруживается даже на твердыя породы, которыя покрываются бороздками или рытвинами, куски породы отрываются и передвигаются, а пропеходящая при треніи пыль уже легко выдувается и переносится вѣтромъ, даже очень слабымъ. Степень такого механическаго разрушенія обусловливается съ одной стороны силою вѣтра, а съ другой твердостью породы, которая оказываетъ большее или меньшее сопротивленіе дѣйствію вѣтра. Въ обширныхъ размѣрахъ такое дѣйствіе наблюдается въ мѣстностяхъ сухихъ, открытыхъ, ровныхъ, а еще сильнѣе на покатосяхъ; влажность климата и присутствіе растительности, напр., лѣсовъ, ослабляетъ разрушительное вліяніе вѣтра. Способность вѣтра переносить твердыя минеральныя и органическія вещества должна обусловливаться очевидно, скоростью поступательнаго движенія и давленія воздушныхъ потоковъ на поверхность земли.

Выдуваемая вѣтромъ частицы переносятся на болѣе или менѣе значительныя пространства, образуя такъ называемыя субъ-аэральныя или эоловыя отложенія. Подобныя вѣтровыя образованія, сходныя съ наносами, производимыми водою, могутъ возникать или отъ перенесенія вѣтромъ вывѣтрившихся частицъ горной породы, или отъ развѣванія и удаленія частицъ уже образовавшейся почвы на другія, часто очень отдаленныя мѣста.

Аэральныя отложенія отличаются отъ аллювіальныхъ наносовъ отсутствіемъ слоистости и однородностью въ величинѣ зеренъ, которыя состоятъ преимущественно изъ мелкихъ (пылеватыхъ) частицъ, но изъ нихъ впоследствии могутъ образоваться болѣе крупныя агрегаты, отчего такая почва принимаетъ комковатое строеніе. При подобномъ дѣйствіи вѣтра происходитъ

весьма значительное изменение рельефа поверхности, которое влечет за собою вредныя послѣдствія. Къ числу подробныхъ эоловыхъ образований относятся сыпучіе пески (дюны и барханы) и многочисленныя отложения наблюдаемыя въ Азій. Такъ почти весь китайскій желтоземъ (лессъ), достигающій значительной толщины и отличающіея высокимъ плодородіемъ, Ритгофенъ приписываетъ дѣйствию вѣтра, подобныя же лессовыя отложения и сыпучіе пески наблюдаются въ Туркестанѣ, Ферганской области и можетъ быть такимъ же путемъ произойти лессъ, составляющій почти вездѣ въ южной Россіи подпочву чернозема, иногда же выходящій на поверхность.

Образованіе дюнъ по берегамъ водныхъ бассейновъ, а также внутри континента, зависитъ отъ дѣйствія воды и главнымъ образомъ вѣтра, который наноситъ мелкій прибрежный песокъ далѣе отъ берега, заполняетъ имъ сначала низкія мѣста, а затѣмъ, если при движеніи песка встрѣтятся какое-либо, даже ничтожное, препятствіе, то песокъ скопляется въ видѣ отлогой насыпи, направленной въ сторону дующаго вѣтра. Дюны могутъ передвигаться подъ дѣйствіемъ вѣтра далеко отъ берега, но на песчаныхъ мѣстахъ дюны возникаютъ и внутри материка, въ видѣ волнообразной поверхности, напр., въ Африкѣ (Сахара) и пр. Образованіе бархановъ въ Киргизскихъ степяхъ, или сыпучихъ песковъ подковообразной формы, объясняется такимъ же дѣйствіемъ вѣтра, какъ и по берегамъ морей. Наконецъ атмосферная пыль, носимаяся въ воздухѣ и состоящая изъ различныхъ минеральныхъ и органическихъ веществъ, представляетъ также результатъ дѣйствія вѣтра. Въ такой пыли Lasaulx находить глинистыя, кварцевыя и известковыя частицы, а также частицы металлическаго желѣза (магнетита) и даже мельчайшія частицы полевого шпата, слюды и роговой обманки.

Еще сильнѣе дѣйствіе вѣтра должно проявляться на почву, содержащую много пылеватыхъ частицъ, выдуваніе и перенесеніе конхъ на значительныя пространства, при извѣстныхъ условіяхъ, должно совершаться еще легче, чѣмъ тяжелаго и крупнаго песку. Дѣйствіе вѣтра на почву въ этомъ отношеніи обнаруживается однако только при извѣстныхъ условіяхъ, почва должна быть подготовлена къ выдуванію, а потому вліяніе вѣтра далеко не всеобщее и можетъ проявляться въ замѣтной степени лишь въ мѣстностяхъ, отличающихся особыми климатическими и топографическими условіями, а во вторыхъ, даже и въ такомъ случаѣ почва не всегда можетъ подвергаться выдуванію. Успѣшное дѣйствіе вѣтра зависитъ отъ сухости климата, отсутствіе снѣговъ и дождей влѣдетвіе чего сильно высохшая почва, теряя связь между частицами, обращается въ пыль. Если почва расположена на равнинѣ, открытой для движенія сухихъ вѣтровъ, а тѣмъ болѣе на склонѣ, то подвергается сильному высушиванію, она можетъ разноситься вѣтромъ. Но такое развѣваніе будетъ затруднительнымъ и даже не возможнымъ въ мѣстностяхъ влажныхъ, обильныхъ снѣгами и дождями, защищенныхъ отъ прямого дѣйствія господствующихъ вѣтровъ, въ мѣстахъ лѣсныхъ, въ долинахъ, котловинахъ и

т. и., такъ какъ подъ вліяніемъ большого содержанія воды почва приобретаетъ связность, сбивается въ крупные комки, передвиженіе комкxъ, при ослабленномъ топографическими условіями дѣйствіи вѣтра, не происходитъ или совершается весьма медленно и не оказываетъ замѣтнаго вліянія на составъ почвы.

Въ виду этого развѣвающее дѣйствіе вѣтра, представляя важное по своимъ послѣдствіямъ явленіе, будетъ обуславливаться состояніемъ влажности почвы, ея механическимъ составомъ и возникающей изъ этого связности между частицами, состояніемъ рыхлости почвы, рельефомъ поверхности, присутствіемъ или отсутствіемъ растительнаго покрова, наконецъ въ значительной степени свойствами самихъ вѣтровъ, ихъ скоростью, давленіемъ и направленіемъ движенія.

Влажность почвы, обуславливая сцепленіе ея частицъ, будетъ содѣйствовать образованію болѣе или менѣе крупныхъ комочковъ, которые получая большій вѣсъ, труднѣе подвергаются развѣванію. Но вліяніе влажности въ различныхъ почвахъ будетъ не одинаково, смотря по механическому составу и строенію, которое почва получаетъ до дѣйствія на нее вѣтра. Именно почвы крупнозернистыя, въ составѣ которыхъ преобладаетъ кварцевый песокъ и безводные силикаты, подъ вліяніемъ влажности, хотя и приобретаютъ большую связность и образуютъ комки, но будучи разрыхлены, легко высыхаютъ въ верхнемъ слое, а подъ вліяніемъ вѣтра очень быстро, влѣдствіе же высыханія теряютъ связность, и будутъ развѣваться, хотя для этого потребуются большая сила вѣтра. Еще большому развѣванію будутъ подвергаться такія почвы, которыя состоятъ изъ мелкихъ частицъ, не обладающихъ большою связностью, а подъ вліяніемъ разрыхленія принимающихъ пылеватое строеніе. Дѣйствіе вѣтра на такія почвы можетъ быть весьма значительно, такъ какъ высушивая поверхность онъ легко поднимаетъ пылеватыя частицы и переноситъ ихъ на значительныя разстоянія. Такому именно развѣванію должны подвергаться почвы подзолистыя, известковыя, лессовыя, песчаныя, легкія черноземныя, наконецъ болотныя иловатыя почвы.

Гораздо большее значеніе влажность имѣетъ для почвъ, содержащихъ глинистыя частицы, гумусъ, которыя поглощая много воды, набухаютъ, склеиваются другъ съ другомъ, а въ разрыхленномъ состояніи образуютъ влѣдствіе этого прочные комки, хотя и высыхающіе отъ вѣтра, но, приобретая чрезъ это еще большую связность, не превращаются въ пыль, а потому не будутъ выдуваться вѣтромъ, или подвергнутся лишь слабому дѣйствію, напр., отъ того, что излишнею обработкою, не во время, были сильно измельчены. Кроме того надо имѣть въ виду, что почвы, способныя набухать, подъ вліяніемъ испаренія образуютъ на своей поверхности кору, которая представитъ полное сопротивленіе выдувающему дѣйствію вѣтра, да и такія почвы отъ осѣданія уплотняются, особенно послѣ дождя, и въ этомъ случаѣ не будутъ выдуваться вѣтромъ. Поэтому глинистыя, черной-

ния почвы вообще всего меньше склонны къ выдуванію и тѣмъ хуже подвергнутся такому дѣйствию вѣтра, чѣмъ больше въ нихъ содержится глины (каолина) и гуминовыхъ соединений. Способность каолина и гумуса уплотняться при высыханіи въ сущности и представляетъ сопротивленіе механическому дѣйствию вѣтра.

Такимъ образомъ наибольшему развѣванію и перенесенію вѣтромъ частицъ должны подвергнуться преимущественно легкія почвы, содержащія песокъ, известь и подобныя вещества, въ особенности въ томъ случаѣ, когда они обработкою подготовлены къ быстрому высыханію. Такія почвы, даже и въ томъ случаѣ, когда они содержатъ крупныя частицы (отъ 3 до 0,5 мм. въ діаметрѣ) выдуваются вѣтромъ, причемъ на пути своего движенія, вѣдствіе взаимнаго тренія, песчаннстый матеріалъ подвергается измельченію, округленію, что несомнѣнно усилитъ его дальнѣйшее движеніе и отложеніе на значительныхъ разстояніяхъ отъ первоначальнаго залеганія. Развѣвающее дѣйствию вѣтра мало значительно на почвахъ связныхъ, тяжелыхъ, которыя отъ высыханія не утрачиваютъ прочности строенія, а увеличиваютъ ее, вѣдствіе чего сильно сопротивляются силѣ вѣтра. Но и такія почвы могутъ подвергаться выдуванію при нѣкоторыхъ условіяхъ, такъ напр., извѣстно, что торфяныя почвы легко выдуваются вѣтромъ, если онѣ были сильно разрыхлены обработкою, или вѣдствіе интенсивнаго разложенія органическихъ остатковъ приобрѣли большую пористость и при продолжительномъ высыханіи подвергаются выдуванію и перенесенію.

Развѣвающее дѣйствию вѣтра на почву кромѣ этого находится въ тѣсной связи съ ея рельефомъ. Если поверхность представляется ровною и гладкою, то дѣйствию вѣтра очевидно ослабляется, сравнительно съ тѣмъ, когда на поверхности встрѣчаются неровности, возвышенія, или углубленія и въ особенности, если почва имѣетъ склонъ. Дѣйствию вѣтра на неровную, шероховатую поверхность усиливается отъ того, что онъ надаетъ на почву подъ угломъ, а вѣдствіе этого сила и давленіе, имъ производимыя, увеличиваются, и легко себѣ представить возрастаніе этой силы на склонѣ, который расположенъ противъ господствующаго вѣтра. Выдуваніе почвы во всѣхъ такихъ случаяхъ несомнѣнно значительно увеличится, сильныя вѣтры легко выдуваютъ здѣсь весь верхній слой до почвы, перенося поднятыя частицы на другія мѣста. А разъ произошло нарушеніе рельефа, то дальнѣйшее развѣваніе будетъ совершаться съ періодическою правильностью и со временемъ вся землестая масса можетъ быть обнажена до материнской породы и перенесена на другое мѣсто. Такимъ именно отношеніемъ рельефа надо вѣроятно объяснять всѣ эоловыя отложенія, происходившія въ прежнія геологическія эпохи (главнымъ образомъ въ послѣтретичную) и значительную ихъ мощность. Вліяніе рельефа, предоставляя большую или меньшую свободу движенія и давленія, оказываемаго вѣтромъ, сходно въ сущности съ аллювіальнымъ дѣйствию воды и можетъ быть даже еще сильнѣе.

Само собою понятно далѣе, что уплотненіе почвы, обусловливаемое дѣйствіемъ атмосферныхъ осадковъ или различными приемами обработки, напр. укатываніемъ, имѣеть противоположное значеніе, потому что въ этомъ случаѣ, несмотря на сильное вымыханіе поверхности подъ влияніемъ вѣтра, выдуванія не произойдетъ, по причинѣ большой связности почвы, примѣен глинистыхъ частицъ, обладающихъ большою влагоемкостью и связностью, къ почвамъ легко выдуваемымъ, при уплотненіи еще болѣе увеличить ихъ сопротивленіе ентѣ вѣтра. Защита почвы растеніями представляетъ подобное же сопротивленіе выдуванію частицъ, потому что растительный покровъ служитъ естественнымъ препятствіемъ для прямого дѣйствія вѣтра, который непосредственно направляется на растенія и можетъ совершенно не коснуться почвы. А потому не только почва, занятая растеніями, не будетъ развѣваться вѣтромъ, но даже защитительныя насажденія, напр. лѣсныя опушки, живыя изгороди и т. п., будутъ дѣйствительными средствами противъ развѣванія, такъ какъ ослабляютъ скорость и давленіе господствующихъ вѣтровъ. Этимъ надо объяснить, что въ нашихъ сѣверныхъ и среднихъ губерніяхъ, гдѣ существуютъ лѣса, развѣвающее дѣйствіе вѣтра не имѣеть того опустошительнаго во веѣхъ отношеніяхъ характера, какой производятъ вѣтры въ прикаспійскихъ и черноморскихъ степныхъ губерніяхъ.

Наконецъ развѣваніе въ значительной степени обусловливается свойствами самихъ вѣтровъ. Наблюденія Соколова *) надъ образованіемъ прибалтійскихъ дюнь показываютъ, что для развѣванія и перенесенія песчаныхъ частицъ, величиною въ 1—1½ мм., требуется скорость вѣтра, достигающая 11—15 метровъ въ секунду; такая скорость свойственна вѣтрамъ, приближающимся къ бурямъ, для перенесенія же частицъ 2—3 мм. величиною требуется сила вѣтра, достигающая степени урагана. Отсюда очевидно, что выдуваніе и перенесеніе частицъ почвы менѣе 1 мм. въ діаметрѣ можетъ производиться вѣтрами меньшей силы; такимъ образомъ мелкій песокъ и песчаная пыль могутъ разноситься уже слабыми вѣтрами. Но при этомъ надо замѣтить, что сила выдуванія, зависящая отъ скорости вѣтра, находится въ зависимости отъ состоянія влажности переносимаго матеріала и чѣмъ сырѣе, вообще говоря, будутъ почвенныя частицы, тѣмъ большая сила вѣтра понадобится для ихъ развѣванія. Изслѣдованія Гензеле надъ кварцевымъ пескомъ различной крупности показали, что мелкія частицы его въ воздушно-сухомъ состояніи могутъ выдуваться вѣтромъ не большой скорости, но чѣмъ онѣ влажнѣе, тѣмъ для этого потребна большая сила вѣтра. Именно переносятся вѣтромъ:

Частицы 1 — 2 мм.	въ возд. сух. состоян.	при скорости 9 метр.	
" " "	съ 1% воды по объему	" "	10,5 "
" " "	" 2% " " "	" "	12 " не болѣе.

*) Н. Соколовъ: Дюны, ихъ образованіе и развитіе. СПб. 1884 г., стр. 12.

Частицы 0,5—1	mm	въ возд. сух. сост.	при скорости	9 метр.	
"	"	съ 1 ⁰ / ₀ воды	"	"	7 "
"	"	" 2 ⁰ / ₀ "	"	"	9,5 "
"	"	" 3 ⁰ / ₀ "	"	"	12 " не болѣе.
Частицы 0,25—0,50	"	въ возд. сух. сост.	"	"	4,8 "
"	"	съ 1 ⁰ / ₀ воды	"	"	5,8 "
"	"	" 2 ⁰ / ₀ "	"	"	7,3 "
"	"	" 3 ⁰ / ₀ "	"	"	12 " не болѣе.
Частицы 0,171—0,25	"	въ возд. сух. сост.	"	"	3,8 "
"	"	съ 1 ⁰ / ₀ воды	"	"	4,6 "
"	"	" 2 ⁰ / ₀ "	"	"	6,0 "
"	"	" 3 ⁰ / ₀ "	"	"	10,5 "
"	"	" 4 ⁰ / ₀ "	"	"	12 " не болѣе.

Слѣдовательно при одномъ и томъ же содержаніи воды для перенесенія частицъ песка требуется тѣмъ меньшая сила вѣтра, чѣмъ мельче частицы. Отсюда надо заключить, что пловатыя частицы могутъ передвигаться даже слабымъ вѣтромъ, но при повышеніи ихъ влажности они сбиваются въ комки, отчего вѣсъ увеличивается, а потому для развѣванія потребуются болѣе сильный вѣтеръ. На этомъ основаніи въ природѣ перенесеніе частицъ песка на значительныя разстоянія можетъ совершаться легче, чѣмъ глинистыхъ, что и наблюдается, наприм, по берегамъ морей и внутри материка, при образованіи дюнь, отложеніе же глинистыхъ частицъ будетъ совершаться очень рѣдко, потому что для этого требуется очень значительная сила вѣтра. Само собою разумѣется, что перенесеніе почвенныхъ частицъ будетъ зависѣть отъ другихъ свойствъ вѣтровъ: такъ сухіе восточные вѣтры отличаются болѣе энергичнымъ дѣйствіемъ въ этомъ отношеніи, чѣмъ наприм. болѣе влажные западные вѣтры.

Выдуваніе почвенныхъ частицъ сопровождается измѣненіемъ физическихъ свойствъ и химическаго состава почвы, подвергавшейся дѣйствію вѣтра. По изслѣдованіямъ Бычихина *), отложенія навѣтренныхъ наносовъ въ степной полосѣ южныхъ губерній зависятъ преимущественно отъ дѣйствія восточныхъ вѣтровъ, которые, сопровождаясь мѣткимъ давленіемъ, достигаютъ значительной силы. Вслѣдствіе этого масса пылеобразныхъ частицъ выдувается вѣтромъ, особенно съ рыхлыхъ, хорошо обработанныхъ, полей и переносится съ востока на юго-западъ, причемъ отлагается болѣе или менѣе толстымъ и ровнымъ слоемъ при незначительныхъ препятствіяхъ и въ мѣстахъ защищенныхъ отъ вѣтра, достигая иногда такихъ размѣровъ, что мелкіе балки и овраги совершенно засыпаются переносимою пылью, небольшія рѣчки вслѣдствіе отложенія мѣняють направленіе теченія, повышеніе русла влечетъ за собою образованіе каскадовъ, поля часто совершенно покрываются наносами, особенно сильному выдуванію подвергаются озимые посѣвы, наконецъ даже хозяйственные и жилыя строенія подвергаются сплошнымъ за-

*) Труды Имп. Вольно-Эконом. Общ. 1892 г., т. II, стр. 312.

посамъ, что составляет настоящее бѣдствіе. Такое механическое вліяніе на почву ведетъ съ одной стороны къ уменьшенію мощности и плодородія верхняго слоя, который можетъ быть совершенно выдуть до подпочвы, а съ другой, — образующіеся вѣтровые наносы, отлагаясь на другихъ мѣстахъ, увеличиваютъ толщину почвеннаго горизонта и сообщаютъ ему нныя свойства.

Переносимый вѣтромъ почвенный матеріалъ состоитъ обыкновенно изъ мелкихъ зернистыхъ частицъ различной величины, формы и состава; при этомъ если онѣ отлагаются не далеко отъ мѣста выдуванія, то мало измѣняются въ своихъ свойствахъ, при движеніи же на значительныя разстоянія поднятыя вѣтромъ частицы подвергаются въ большей или меньшей степени тренію и превращаются въ мелкія частицы округленной, сглаженной формы. Поэтому вѣтровые наносы, смотря по условіямъ ихъ отложенія, получаютъ различное строеніе и составъ; характернымъ для всѣхъ подобныхъ отложеній является разсычатость и сноособность при равномерномъ высыханіи распадаться на частицы первоначальнаго состава. Сравненіе механическаго состава вѣтровыхъ наносовъ, нормальной почвы и почвы подвергнутой процессу выдуванія показываетъ, что всѣ они различаются по количеству скелета и мелкозема, а также содержаніемъ перегноя. Такъ, по опредѣленіямъ Бычихина, оказалось:

Величина частицъ.	Нормальная почва.	Почва выдуваемая.	Вѣтровой наносъ.
6—5 мм.	11,03 ⁰ ,0	15,68 ⁰ ,0	—
5—3 „	8,69	12,11	—
3—1 „	30,17	27,69	26,94 ⁰ ,0
1—0,5 „	34,01	29,87	56,67
ниже 0,5 „	15,52	14,62	16,39
гумуса	5,20	4,29	6,19

Несомѣнно, различіе должно быть и въ содержаніи другихъ химическихъ составныхъ частей, разъ количество мелкозема (частицы ниже 0,5 мм.) въ вѣтровыхъ наносахъ выше, чѣмъ въ первоначальной почвѣ. Форма частицъ точно также различна, именно: одни вѣтровые наносы отличаются угловатою, неправильною формою, таковы тѣ, которые отложены не далеко отъ первоначальной почвы, другія имѣютъ типичную округленную (пороховидную) форму, причемъ здѣсь преобладаютъ частицы величиною въ 1 мм. и содержатся больше перегноя. Сообразно съ механическимъ составомъ и содержаніемъ перегноя измѣняются физическія свойства. Такъ вѣтровые наносы имѣютъ большую влагоемкость, что и понятно, такъ какъ присутствіе мелкихъ частицъ увеличиваетъ капиллярность, влѣдствіе чего высота и скорость поднятія воды должна быть значительна и почва, покрытая такимъ вѣтровымъ отложеніемъ, содержитъ больше влаги, чѣмъ безъ такого покрова. Если наносъ получаетъ зернистую (пороховидную или угловатую) структуру, то увеличивается проницаемость его для воды, влѣдствіе чего по-

поливается запасъ ея въ нижнихъ слояхъ, пылеватые наносы въ сухомъ состояннн, напротивъ, трудно смачиваются дождемъ, образуютъ корку на поверхности и мало пропускаютъ воды въ глубь. Поэтому въ вѣтровыхъ наносахъ, состоящихъ изъ мелкихъ частицъ, съ пороховидною структурою, влажность распределяется правильнѣе и подъ влнннемъ дождей такія отложенія будутъ задерживать больше воды, вслѣдствне чего свойства ихъ будутъ болѣе благоприятны для растительности. Но плодородне вѣтровыхъ наносовъ не зависнть только отъ отношенн ихъ къ водѣ, они отличаются часто благоприятнымъ сочетаннемъ химическихъ свойствъ, обуславливаемыхъ преобладаннмъ въ нихъ мелкозема и усиленнмъ вывѣтриванн, которому подвергаются минеральныя составныя части почвъ во время перенесенн ихъ вѣтромъ. Съ другой стороны, большее содержанн въ вѣтровыхъ наносахъ перегноя несомннно усиливаетъ различные химическн процессы, которые ведутъ къ образованню растворимыхъ соединенн, болѣе пригодныхъ для усвоенн ихъ корнями растений. А вслѣдствн этого вѣтровые наносы въ большинствѣ случаевъ должны отличаться плодороднмъ. Но это плодородне будетъ существенно зависѣть отъ первоначальнаго происхожденн вѣтрового наноса и нельзя считать это ихъ свойство безусловнымъ, такъ какъ если почва, подвергнувшаяся процессу развѣванн, не отличалась хорошимъ качественнымъ составомъ уносимаго съ нея мелкозема, наприм. содержала кремнеземную пыль, то отлагающнйся наносъ имѣть мало значенн.

Та пыль, которая, въ видѣ такъ-называемыхъ «пыльныхъ бурь», столь извѣстна въ нашихъ юговосточныхъ степяхъ, не всегда состоитъ, какъ полагаютъ, изъ лессовыхъ образований, заносимыхъ восточными вѣтрами изъ средней Азн, иногда она представляетъ почти чистый песокъ *). Поэтому химическн свойства и зависящее отъ нихъ плодородн вѣтровыхъ наносовъ должны существенно находиться въ связи съ таковыми же свойствами первоначальной почвы. Такъ отложення происшедшн изъ чернозема южныхъ степей будутъ отличаться большимъ плодороднмъ, нежели вѣтровые наносы прикаспйскихъ степей, которые часто имѣютъ повиднмому вредныя свойства, такъ какъ содержатъ, вѣроятно, развѣдающн растительныя ткани вещества. Этимъ надо объяснить вредное дѣйствн такъ-называемой мглы, помохи, которая, надо полагать, представляетъ въ сущности не что иное какъ тончайшую атмосферную пыль, осѣдающую на растенн и приносящую вредъ, выражающнйся въ томъ, что растенн какъ бы выгораютъ, чернѣютъ и засыхаютъ, зерно пшеницы во время налива недоразвивается, выходитъ, какъ говорятъ, «съ захватомъ», закареннымъ, запареннымъ. Дѣйствн такой

* Образчикъ такой пыли, полученный мною изъ юго-восточной части Уральской области въ 1886 году, по произведенному тогда же анализу, состоялъ изъ сѣровато-желтой совершенно однородной пылеватой массы, содержавшей: 92,375% кварц. песку, 4,072% окиси желѣза, 1,109% органич. веществъ и другихъ ближе не изслѣдованныхъ соединенн. Углекислой извести, характерной для лесса, не оказалось.

вѣтровой пыли обуславливается, повидимому, во-первыхъ, тѣмъ, что мельчайшія минеральныя частицы, переносимыя жгучими восточными вѣтрами, сильно нагрѣваются и, осаждаясь на тканяхъ растений, вызываютъ ожоги, а во вторыхъ, несомѣнно, и составъ этой пыли не остается безъ вліянія на растительность. Лучшимъ подтвержденіемъ этого служитъ аналогическое явленіе, наблюдаемое въ Италіи и производимое вѣтромъ, извѣстнымъ подъ названіемъ „сирокко“, который приноситъ массу пыли, осѣдающей на почвѣ и на растенияхъ. Эта пыль, очень тонкая и сухая, имѣетъ большею частью кирпично-красный цвѣтъ, обнаруживаетъ кислую реакцію, вѣдѣствіе чего дѣйствуетъ разъѣдающимъ образомъ на растенія *). На этомъ основаніи пыльные бури, періодически появляющіяся въ юго-восточной Россіи и распространяющіяся, по имѣющимся наблюденіямъ, и далѣе, не всегда будутъ имѣть значеніе благоприятнаго геологическаго фактора. А потому всѣ подобныя вѣтровыя образованія по своимъ химическимъ свойствамъ, должны имѣть не одинаковое значеніе и вѣтровые наносы, наблюдаемые въ южныхъ степяхъ, надо считать плодородными, въ букввальномъ смыслѣ этого слова, только тогда, когда они перенесены съ почвъ плодородныхъ же, съ чернозема, или другихъ наприм. лесовыхъ почвъ, при чемъ плодородіе наносовъ такого происхожденія можетъ увеличиться вѣдѣствіе ихъ вывѣтриванія во время движенія. Вѣтровые наносы содержатъ вообще гораздо больше растворимыхъ соединений, чѣмъ нормальныя почвы, а вѣдѣствіе этого подобныя отложенія, при выщелачиваніи дождемъ, могутъ обогащать никележащіе слои различными веществами (особенно нитратами, перегноемъ). Поглощительная способность наносовъ повидимому также велика, что понятно изъ содержанія въ нихъ большого количества перегноя, а также болѣе вывѣтрившихся минеральныхъ составныхъ частей (цеолитной части). Къ сожалѣнію мы не имѣемъ полнаго химическаго анализа какъ вѣтровыхъ наносовъ, такъ и почвъ подвергшихся выдуванію, а также нормально лежащихъ для того, чтобы судить, какими именно измѣненіями въ химическомъ составѣ сопровождается процессъ выдуванія почвы, несомѣнно только то, что почва подвергающаяся дѣйствію вѣтра, теряя преимущественно мелкоземъ, ухудшается въ своемъ плодородіи и тѣмъ болѣе, чѣмъ сильнѣе она подверглась процессу выдуванія, а съ другой стороны нормально лежащія почвы, вѣдѣствіе медленнаго вывѣтриванія будутъ содержать менѣе растворимыхъ питательныхъ веществъ, чѣмъ вѣтровые наносы. Кромѣ того нельзя упускать изъ виду, что отложившіеся на извѣстномъ мѣстѣ наносы, подвергаясь послѣдовательному выщелачиванію и обогащая вѣдѣствіе просачиванія питательныхъ веществъ никележащіе слои (подпочву), увеличиваетъ ихъ плодородіе быть можетъ скорѣе, чѣмъ это возможно достигнуть обыкновен-

*) См. Lancetta. Ueber die atmosphärischen Staubfälle und deren Messung. Цитировано у Wollny. Forschungen. B. V. S. 138.

ными способами, наприм. оставленіемъ въ пару, въ залежи, тщательною обработкою и т. п. Въ этомъ заключается важное значеніе вѣтровыхъ наносовъ въ связи съ ихъ механическимъ составомъ и отношеніемъ къ водѣ.

Но съ другой стороны нельзя не признать за подобными образованиями вреднаго значенія, которое состоитъ не только въ томъ, что почва, подвергающаяся постоянному выдуванію вѣтромъ, терит свои составныя части и утрачивая первоначальныя свойства, становится все болѣе не пригодною къ культурѣ, но также и въ томъ, что сами вѣтровые наносы, не смотря на ихъ плодородіе, представляются все таки мало удобными для культуры, такъ какъ они подвержены измѣненію во времени и пространствѣ и, передвигаясь періодически съ мѣста на мѣсто, должны утрачивать культурное значеніе, какъ почвы не надежныя, временныя. Правда, разъ вѣтровыя образования достигаютъ известной толщины и отличаются благоприятными свойствами, они могутъ быть закрѣплены различными культурными средствами, наприм. соотвѣтственною обработкою, защитою и т. п. Но не надо забывать, что подобныя вѣтровыя образования свойственны степнымъ, открытымъ мѣстностямъ, съ совершенно особенными климатическими условіями, подверженнымъ засухѣ и постоянному дѣйствию вѣтровъ, мѣстностей съ громадною распадкою, однообразною культурою, гдѣ примѣненіе различныхъ мѣръ, на большихъ пространствахъ, встрѣчается не только съ техническими, но и съ экономическими препятствіями, гдѣ почвы по своимъ природнымъ свойствамъ легко подвергаются дѣйствию вѣтровъ и гдѣ наконецъ прогрессивное высыханіе почвъ, особенно замѣтное въ юго-восточныхъ степяхъ, приводитъ къ необходимости принять существенныя мѣры къ предотвращенію дѣйствія вѣтровъ и предупрежденію самаго возникновенія вѣтровыхъ наносовъ.

VIII. Химическія свойства почвы.

Химическія свойства почвы выражаются въ ея составѣ и въ различныхъ реакціяхъ, въ ней происходящихъ. Подъ химическимъ составомъ почвы надо понимать не только количество входящихъ въ нее элементарныхъ тѣлъ, но главнымъ образомъ формы тѣхъ соединеній, которыя эти тѣла въ почвѣ образуютъ. Химическія реакціи, происходящія въ почвѣ, заключаются, во-первыхъ, въ разложеніи и соединеніи различныхъ веществъ, во-вторыхъ эти реакціи обнаруживаются при соприкосновеніи почвы съ различными посторонними веществами, которыя въ нее вносятся при удобреніи (соли, органическія соединенія и т. п.).

Такъ какъ тѣ и другія реакціи будутъ совершаться съ различною интенсивностью, смотря по составу почвы, то отсюда ясно, что точное знаніе состава почвы, даетъ возможность правильнаго сужденія о родѣ и значеніи

проходящихъ въ ней реакціи. Кромѣ того количество и составъ находящихся въ почвѣ веществъ имѣетъ существенное значеніе для производительности почвы, т.-е. отношенія ея къ растениямъ, которые получаютъ всѣ необходимыя имъ минеральныя вещества изъ почвы, а потому тотъ или другой составъ послѣдней опредѣляетъ запасъ и свойства питательныхъ веществъ, необходимыхъ для жизни растений.

Опредѣленіе состава почвы производится посредствомъ химическаго анализа т.-е. разложенія почвы на части и опредѣленія количества тѣхъ или другихъ веществъ. Для этого почву подвергаютъ дѣйствию различныхъ растворителей (дистиллированной воды, углекислой воды, соляной, сѣрной, азотной, плавиковою кислотъ на холоду и при кипяченіи), при этомъ можно разложить всѣ составныя части почвы, какъ минеральныя, такъ и органическія и опредѣлить ихъ количество. Но такой способъ ведетъ къ опредѣленію лишь конечныхъ составныхъ частей почвы, далѣе не разлагаемыхъ, но посредствомъ такого анализа нельзя имѣть понятія о природѣ ближайшихъ химическихъ соединений, составляющихъ почву, т.-е. о формѣ соединений, входящихъ въ минеральную и органическую часть почвы. При дѣйствіи кислотъ на почву происходитъ не только раствореніе веществъ, но главнымъ образомъ ихъ разложеніе, при чемъ въ растворъ переходятъ и такія соединения, которыя, въ естественныхъ условіяхъ, въ почвѣ, не доступны корнямъ растений, а потому по количеству извлекаемыхъ кислотами веществъ нельзя судить объ удобоусвояемыхъ питательныхъ веществахъ, такъ какъ дѣйствіе кислыхъ соковъ корней на минеральныя вещества почвы во всякомъ случаѣ далеко менѣе энергично, нежели дѣйствіе соляной, сѣрной или другихъ кислотъ. Чтобы приблизиться болѣе или менѣе къ естественнымъ дѣятелямъ растворенія, почву стараются обрабатывать менѣе сильными реагентами, каковы наприм. дистиллированная вода, вода, насыщенная углекислотою и пр., но и этимъ путемъ вопросъ о природѣ химическихъ соединений почвы если и рѣшается, то только въ самой общей формѣ. Меркеръ полагаетъ, что болѣе надежные результаты при изслѣдованіи почвъ можно получать при обработкѣ ихъ слабыми кислотными растворителями, которые по своему дѣйствию болѣе или менѣе приближаются къ дѣйствию кислыхъ выдѣленій растительныхъ корней. Исходя изъ такого взгляда, Меркеръ предложилъ новый способъ *) опредѣленія пригодности для растений питательныхъ веществъ почвы, который онъ успѣлъ уже примѣнить относительно значенія фосфорной кислоты въ почвѣ. Произведенные имъ опыты въ Галле показали, что лимонная кислота извлекаетъ изъ почвы почти столько же фосфорной кислоты, сколько растения въ теченіи одного періода вегетаціи. Впрочемъ значеніе этого вывода должно понизиться, потому что Меркеръ указываетъ на то, что для различныхъ почвъ (песчаныхъ, суглинистыхъ и

*) Zeitschrift des landwirthsch. Central-Verein der Provinz Sachsen, TLVII, 4 и 8.

известковыхъ) повидному не удастся примѣнить общаго мѣрила богатства фосфорною кислотою, доступною растениямъ.

Бертю и Андре также находятъ *), на основаніи многочисленныхъ анализовъ почвъ, что обработка ихъ произвольно выбираемыми реактивами съ цѣлью опредѣлить легче и труднѣе разложимые силикаты не имѣетъ за собою никакихъ серьезныхъ основаній. Дѣйствіе корней растений на составныя части почвы имѣетъ мало общаго съ дѣйствіемъ искусственно выбираемыхъ реактивовъ. Поэтому они считаютъ болѣе важнымъ опредѣлять общее количество заключающихся въ почвѣ веществъ, могущихъ имѣть значеніе пищи для растений. Но такое опредѣленіе также имѣетъ мало значенія, потому что участіе конечныхъ составныхъ частей почвы въ питаніи растений будетъ весьма различно, смотря по тому, въ какихъ соединеніяхъ они будутъ находиться въ почвѣ. Такъ въ ней могутъ содержаться соединенія легко растворимыя и потому доступныя корнямъ растений, даже совершенно не растворимыя соединенія, которыя не могутъ быть непосредственно приняты корнями, а должны предварительно измѣниться, наконецъ, такъ какъ почва представляетъ сложную смѣсь самыхъ разнообразныхъ веществъ, то въ ней могутъ быть и такія соединенія, которыя не имѣютъ никакого значенія въ питаніи растений и слѣдовательно съ этой точки зрѣнія совершенно бесполезны въ почвѣ, а иногда даже и вредны.

Изъ физиологіи извѣстно, что существенно необходимыми веществами для питанія растений въ почвѣ служатъ только опредѣленные соединенія кали, кальція, магнія, желѣза, сѣры и фосфора, между тѣмъ, уже простыми приемами изслѣдованія, въ каждой почвѣ можно обнаружить присутствіе кремнезема въ видѣ песку, глинозема въ глинѣ, натрія, хлора и др. въ формѣ самыхъ разнообразныхъ соединеній. Однако точно извѣстно, что ни кремнеземъ, ни глиноземъ, ни натрій прямого участія въ питаніи растений не принимаютъ и слѣдовательно въ этомъ смыслѣ совершенно бесполезны. Присутствіе ихъ въ большомъ количествѣ въ почвѣ, если и имѣетъ какое либо значеніе, то во всякомъ случаѣ не прямое, а косвенное. Нечего говорить о томъ, что нахожденіе въ почвѣ веществъ вредныхъ для растений, каковы наприм. соединенія закиса желѣза, свободныя кислоты, соединенія такихъ элементовъ, какъ мѣдь, свинецъ и т. п. имѣетъ отрицательное значеніе. Между тѣмъ, подвергая почву химическому анализу, мы можемъ найти въ ней всѣ означенныя вещества, но методами этого анализа нельзя опредѣлить то количество соединеній, которое имѣетъ непосредственное значеніе въ почвѣ. Такъ наприм. химическимъ анализомъ можно найти общее содержаніе въ почвѣ калия, сколько же его находится въ видѣ кремнекислыхъ солей, сколько въ видѣ сѣрнистыхъ, углекислыхъ и т. п. точно опредѣлить нельзя. Правда, по количеству найденнаго калия, кремнезема, сѣрной, уголь-

*) Comptes rendus 1891. T. 112. 117—121.

ной кислотъ и пр., можно вычислить количество кремнекислыхъ, сѣрнико-кислыхъ и углекислыхъ солей калия, но такое вычисленіе будетъ совершенно произвольно, потому что кремнеземъ, сѣрная и угольная кислоты образуютъ въ почвѣ соединенія не только съ калиемъ, но также съ известью, магниемъ, желѣзомъ и т. п.

Такимъ образомъ непосредственнымъ изслѣдованіемъ почвы нельзя составить полнаго понятія о составѣ почвы. Поэтому о натурѣ ближайшихъ составныхъ частей почвы можно судить лишь по степени вывѣтриванія которому подверглась почва. Извѣстно, что при разрушеніи различныхъ горныхъ породъ и минераловъ образуются главнымъ образомъ кремнекислыя соли, въ меньшемъ количествѣ другія соединенія, каковы сѣрникокислыя, углекислыя, хлористыя; при процессахъ гніенія и нитрификаціи проходятъ перегнойныя соединенія и азотнокислыя соли. Зная, что почва образуется отъ вывѣтриванія горныхъ породъ и разложенія растительныхъ остатковъ, мы можемъ косвенно судить о качествѣ, отчасти о количествѣ тѣхъ соединеній, которыя возникаютъ въ почвѣ.

Всѣ такія соединенія раздѣляются на *минеральныя и органическія*. Между минеральными веществами надо отличать болѣе или менѣе растворимыя, т.-е. совершенно измѣнившіяся, и не растворимыя, или не подвергшіяся еще окончательному измѣненію, или по своей природѣ не поддающіяся растворенію. Органическія вещества точно также являются или въ видѣ болѣе или менѣе разложившихся соединеній, или въ видѣ растительныхъ остатковъ. Въ каждой почвѣ всѣ означенныя вещества распределяются между скелетомъ и мелкоземомъ. Въ скелетѣ находится соединенія или совершенно не измѣнившіяся химически, каковы обломки и зерна различныхъ минераловъ, или такія, которыя не способны къ химическому разложенію, наприм. кварцевый песокъ, а болѣе или менѣе измельченныя механически. Мелкоземъ содержитъ частью не измѣнившіяся, или не измѣняемые соединенія, но въ состояніи очень сильнаго раздробленія легко подвергающіяся дальнѣйшему разложенію, частью такія химическія соединенія, которыя являются конечными продуктами процессовъ вывѣтриванія и гніенія, вещества эти могутъ быть растворимыми и не растворимыми.

Имѣя въ виду соединенія, необходимыя въ питаніи растений, нельзя оставить безъ разсмотрѣній и такихъ, которыя хотя не принимаютъ въ этомъ прямого участія, но важны въ томъ отношеніи, что содѣйствуютъ образованію такихъ соединеній въ почвѣ, которыя прямо или косвенно имѣютъ значеніе для питанія растеній, участвуютъ въ различныхъ реакціяхъ возникающихъ въ почвѣ. Таковы, наприм., кремнеземъ и глиноземъ, не имѣющіе никакого значенія для растеній, но по своему отношенію къ составнымъ частямъ почвы являющіеся очень важными соединеніями, такъ какъ они участвуютъ въ образованіи цеолитной части почвы. Таковы перегнойныя соединенія, не служащія питательными веществами, но образующія

сложныя соединенія съ минеральною частью почвы, соединенія, не мало важныя по своему значенію въ почвѣ.

Минеральныя вещества почвы.

Кремнеземъ. Въ количественномъ отношеніи преобладающее значеніе въ почвѣ имѣетъ кремнеземъ, такъ какъ онъ содержится во всѣхъ почвахъ, это и понятно уже изъ того, что горныя породы, служащія для образованія почвъ, представляютъ главнымъ образомъ силикаты или соли кремневой кислоты. Содержаніе кремнезема въ почвахъ колеблется въ широкихъ предѣлахъ, въ среднемъ песчаная почва содержитъ до 85,7%₀, известковая — 46,18%₀, глинистая — 57,37%₀ кремнезема. Изъ общаго количества кремнезема въ почвѣ большая часть находится въ свободномъ состояніи, меньшая въ видѣ безводныхъ и водныхъ силикатовъ. Свободный кремнеземъ встрѣчается въ почвѣ въ различномъ состояніи, въ безводномъ и въ видѣ гидратовъ, но не все виды кремнезема имѣютъ одинаковое значеніе. Необходимо различать слѣдующія видоизмѣненія кремнезема:

Кристаллическую безводную кремневую кислоту, находящуюся главнымъ образомъ въ скелетѣ почвы, въ формѣ горнаго хрустала, аметиста, дымчататаго топаза, кварца и т. п., въ смѣси съ различными окислами (железа, марганца). Въ видѣ горнаго хрустала кремнеземъ является наиболее чистымъ; кварцевый песокъ въ большинствѣ случаевъ представляетъ смѣсь обломковъ не только горнаго хрустала, но и другихъ окрашенныхъ видоизмѣненій кремнезема, причемъ кристаллическая форма бываетъ мало явственна. Совершенно чистая безводная кремнекислота обладаетъ постояннымъ удѣльнымъ вѣсомъ 2,6, въ кислотахъ и щелочахъ не растворяется, но при накаливаніи съ углекислыми или ѣдкими щелочами образуетъ стеклообразный сплавъ (соленодобное соединеніе). На этомъ основаніи въ почвѣ безводный кристаллическій кремнеземъ должно считать совершенно не измѣняемою въ химическомъ отношеніи составною частью, онъ можетъ лишь механически измельчаться, образуя разныхъ видовъ песокъ.

Другое видоизмѣненіе безводной кремнекислоты, *аморфная*, встрѣчается въ почвѣ въ видѣ кремня, роговика, онала, полуонала и т. п., обыкновенно съ примѣсью извести, глины, железа, магнѣзіи и т. п. Въ кислотахъ не растворяется, въ щелочахъ очень трудно, но при сплавленіи съ ними соединяется, такъ же какъ кристаллическая кремневая кислота и подобно послѣдней должна считаться не измѣняемою составною частью почвы.

Гидратная кремневая кислота встрѣчается въ двухъ видоизмѣненіяхъ: студенистой и растворимой.

Студенистая кремнекислота легко получается изъ щелочныхъ солей, растворимаго стекла, при дѣйствіи соляной кислоты $[Si(O\text{Na})_4 + 4\text{HCl} = Si(\text{HO})_4 + 4\text{NaCl}]$.

Но при этомъ, смотря по концентраціи растворовъ кремниесилой щелочи и кислоты, образуется или студенистый или растворимый гидратъ. Такъ, если растворъ щелочи быть крѣпко, а кислоты слабѣе, то осаждается студенистый гидратъ; если, напротивъ, взять крѣпкую кислоту, то осаждается очень мало студни, а образуется растворимый гидратъ. Оба видоизмѣненія названы Грэмомъ гидрогелемъ и гидрозодемъ, именно студенистый гидратъ представляетъ гидрогель, т.-е. коллоидальное, желатинозное вещество, не диффундирующее черезъ переноски, а растворимый гидратъ представляетъ гидрозоль, легко просачивающійся черезъ переноски. На этомъ основаніи, посредствомъ діализатора, оба видоизмѣненія гидратной кремниесилой могутъ быть отдѣлены какъ другъ отъ друга, такъ и отъ примѣсей солей и получены въ чистомъ видѣ. При дѣйствіи воды на фтористый кремній получается студенистый гидратъ $[3 \text{SiF}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{SiO}(\text{HO})_2 + 2 \text{SiH}_2\text{F}_6]$, и при этомъ возможно образование и растворимаго гидрата $[\text{SiF}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{SiO}(\text{HO})_2 + 4\text{HF}]$.

Образование *растворимаго гидрата* при такихъ условіяхъ въ почвѣ будетъ происходить рѣдко, гораздо чаще можетъ появляться студенистая кремниевая кислота, которая и представляетъ наиболѣе обыкновенную форму кремнезема въ почвѣ, но вмѣстѣ съ нею могутъ образоваться и другія видоизмѣненія. Это зависитъ отъ различныхъ условій, при которыхъ совершаются химическія реакціи въ почвѣ. Такъ въ цеолитахъ содержатся по видимому оба гидрата кремнезема, потому что при дѣйствіи на цеолиты соляной кислоты, въ которой они растворяются, часть кремниесилой выдѣляется въ студенистомъ состояніи, а другая часть переходитъ въ растворъ, причемъ количество выдѣляющагося при этомъ студни бываетъ тѣмъ больше, чѣмъ крѣпче кислота и тѣмъ менѣе воды. Если растворъ цеолитовъ въ соляной кислотѣ выпарить, то выдѣльившійся студенистый гидратъ хорошо растворяется въ ѣдкихъ и углекислыхъ щелочахъ. Далѣе изъ растворимаго стекла легко выдѣлится студенистую кремниесилой посредствомъ углекислоты, которая соединяется при этомъ со щелочью, а кремниевая кислота выдѣлится въ нерастворимомъ видѣ, но и здѣсь реакція будетъ обуславливаться концентраціею растворовъ. Въ почвѣ на растворимыя кремниесилы соединенія дѣйствуетъ преимущественно углекислая вода, поэтому, при достаточной влажности почвы, растворы становятся слабѣе, а вслѣдствіе этого будетъ образоваться растворимый кремневый гидратъ, при увеличеніи же концентраціи растворовъ, наприм. во время засухъ, будутъ даны условія для образования нерастворимаго гидрата. При дѣйствіи амміачныхъ солей осаждается студенистый гидратъ, соли же извести, магнези, желѣза и глинозема образуютъ аморфные осадки кремниесилыхъ солей. При дѣйствіи кислоты на кремниесилой магнезию или кремниесилой известь происходитъ разложеніе, при чемъ осаждается студенистый гидратъ; кремниесилое желѣзо и кремниесилой глиноземъ при тѣхъ же условіяхъ не выдѣляютъ студенистаго гидрата.

Образовавшаяся однажды студенистая кремнекислота очень мало растворяется въ водѣ, но лучше при извѣстной концентраціи въ соляной кислотѣ, хлористыхъ щелочахъ и остается въ водномъ растворѣ, если его постепенно разбавлять водою. Изъ такого раствора можно опять выдѣлить студенистую кремнекислоту, прибавляя амміака или углекислаго аммонія.

Словомъ, всё приведенныя данныя указываютъ на то, что при различныхъ условіяхъ въ почвѣ гидратная кремневая кислота будетъ подвергаться различнымъ измѣненіямъ, а потому она является наиболее дѣятельною формою кремнезема, способною къ различнымъ реакціямъ, тогда какъ кристаллическій и аморфный кремнеземъ не можетъ принимать никакого участія въ тѣхъ процессахъ, которые въ почвѣ происходятъ. На этомъ же основаніи необходимо признать, что при вывѣтриваніи безводныхъ силикатовъ, подъ влияніемъ воды и углекислоты, всегда образуется именно студенистая кремнекислота, а не безводная.

Другая часть кремнезема въ почвѣ содержится въ видѣ безводныхъ силикатовъ, происходящихъ при механическомъ разрушеніи горныхъ породъ, или въ видѣ водныхъ силикатовъ, являющихся конечными продуктами химическаго измѣненія послѣднихъ, или образующихся въ почвѣ взаимодействіемъ кремнезема съ различными основаниями. Безводные силикаты, находящиеся въ почвѣ, будутъ подвергаться постоянному измѣненію путемъ вывѣтриванія при дѣйствіи кислорода, воды и угольной кислоты. Общій ходъ этого процесса, разобранный въ главѣ о вывѣтриваніи, состоитъ въ разложеніи безводныхъ силикатовъ на составныя части, между которыми существенными продуктами являются кремнеземъ и каолинъ; но кромѣ того, въ зависимости отъ состава силикатовъ, здѣсь могутъ образоваться разныя другія вещества, какъ, наприм., углекислыя щелочи, углекислая известь и магнезія, соли окиси желѣза и т. п. Между всеми этими продуктами вывѣтриванія безводныхъ силикатовъ самымъ обыкновеннымъ будетъ *каолинъ* или водный кремнекислый глиноземъ, встрѣчающійся въ почвѣ въ видѣ глины и рѣдко въ видѣ совершенно чистаго каолина, такъ какъ при вывѣтриваніи къ нему всегда примѣшиваются различныя другія вещества, какъ, наприм., кремнеземъ (песокъ), кремнекислая известь и магнезія, углекислыя щелочи, окислы желѣза и марганца, остатки не измѣнившихся горныхъ породъ и минераловъ, иногда даже органическія вещества. Поэтому глина, содержащаяся въ почвѣ, только при особыхъ условіяхъ можетъ состоять изъ чистаго кремнекислаго глинозема, въ большинствѣ же случаевъ она представляетъ смѣсь различныхъ веществъ, не могущихъ измѣняться, каковъ кремнеземъ и глиноземъ, или еще не подвергшихся окончательному вывѣтриванію. Обыкновенно въ глинѣ содержится 45—60% кремнезема, 20—30% глинозема и около 10% воды. Для того, чтобы изъ глины выдѣлился чистый каолинъ, необходимо содѣйствіе воды и углекислоты, причемъ будутъ отмучиваться болѣе тяжелыя частицы (кварцъ, слюда и т. п.),

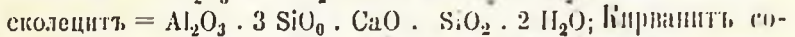
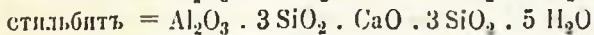
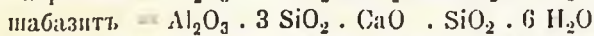
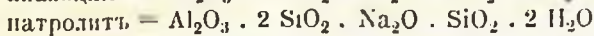
растворится щелочи, а продукты отмучивания будут переноситься водою въ такіа мѣста, гдѣ они могутъ осаждаться, образуя залежи чистаго каолина. Въ чистомъ видѣ каолинъ представляетъ очень пластическую, бѣлую массу, съ постояннымъ удѣльнымъ вѣсомъ 2,3, состоящую въ среднемъ на $4 \text{ SiO}_2 \cdot 3 \text{ Al}_2\text{O}_3$ и 12—14% воды; для чистыхъ сортовъ глины это отношеніе таково, что на Al_2O_3 приходится около 2 SiO_2 и $2 \text{ H}_2\text{O}$.

Представляя водный силикатъ, каолинъ самъ по себѣ не можетъ далѣе измѣняться при вывѣтриваніи, ибо вообще онъ трудно разлагается, такъ наприм. только при обработкѣ серною кислотою каолинъ можно подвергнуть разложенію, при чемъ образуется сернокислый глиноземъ $[\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ SiO}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O} + 3 \text{ H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SiO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}]$. При вывѣтриваніи, разумеется, не можетъ образоваться серноглиноземная соль, а потому каолинъ долженъ оставаться безъ измѣненія. Однако при разложеніи полевыхъ шпатовъ продукты вывѣтриванія могутъ вступать во взаимодействие другъ съ другомъ, ибо процессъ вывѣтриванія не происходитъ такъ, какъ это можетъ быть выражено уравненіемъ, потому что составъ и количество подвергающихся этому процессу минераловъ бываютъ весьма разнообразны, а вслѣдствіе этого при образованіи каолина могутъ возникать другія реакціи взаимнаго обмена и соединенія между образованными продуктами вывѣтриванія и неизмѣнившимися еще частями минераловъ. Многочисленные опыты надъ химическими свойствами каолина показываютъ, что онъ можетъ принимать большое участіе въ такихъ реакціяхъ, вступая въ соединеніе съ различными кремнекислыми солями, въ результатъ чего образуются новые водные силикаты или цеолиты.

Цеолиты являются очень важными составными частями почвы, такъ какъ они легко разлагаются подъ влияніемъ кислотъ и даже углекислой воды, способны вступать въ химическія реакціи съ другими составными частями почвы, а содержа въ себѣ различныя основанія, они представляютъ важныя соединенія для питания растений, которыя дѣйствіемъ своихъ корней легко разлагаютъ цеолиты. Всякая плодородная почва содержитъ цеолиты, но выдѣлать ихъ изъ нея въ свободномъ видѣ не удастся, по причинѣ легкой разлагаемости кислотами, поэтому о присутствіи цеолитовъ въ почвѣ приходится заключать косвенно, на основаніи аналогій между естественными, искусственными цеолитами и почвою, а затѣмъ на основаніи явленій поглощенія почвою различныхъ растворимыхъ солей и свойствами цеолитовъ въ этомъ отношеніи.

По минералогическому характеру цеолиты близко подходят къ полевымъ шпатамъ, но отличаются отъ нихъ тѣмъ, что содержатъ воду, вслѣдствіе чего свойства ихъ кореннымъ образомъ измѣняются, такъ наприм. полевые шпаты трудно поддаются разложенію, тогда какъ цеолиты легко разлагаются даже слабыми кислотами. Въ химическомъ отношеніи цеолиты надо разсматривать какъ водные силикаты, содержащіе всегда кремнекислый глино-

земь, воду въ качествѣ основанія, щелочи или известь, а также другія основанія, смотря по условіямъ происхожденія. Кремнекислый глиноземъ является существенною составною частью цеолитовъ потому, что обладаетъ способностью поглощать кремнекислыя соли изъ растворовъ и реакціями обмена давать двойныя кремнекислыя соединенія. Цеолиты встрѣчаются въ природѣ въ видѣ мелкихъ кристалловъ или коробообразнаго налета въ лавѣ, въ глубокихъ впадинахъ и трещинахъ горныхъ породъ, вообще тамъ, гдѣ не дѣйствуетъ на нихъ углекислота, которая разрушаетъ цеолиты, особенно содержащія известь. Важнѣйшіе естественные цеолиты представляютъ слѣдующія соединенія:



держитъ кромѣ того закѣсь желѣза. Процентный составъ цеолитовъ, высушенныхъ при $100^\circ C$, по среднимъ анализамъ слѣдующій:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O		
Стильбитъ . . .	51,62	21,37	9,04	—	0,47	1,33	16,30	Эйхгоръ	
Шабазитъ . . .	47,44	20,6	10,27	—	0,65	0,42	20,18	„	
		Fe ₂ O ₃							
Анофиллитъ . .	38,93	14,73	11,62	9,13	6,23	0,71	0,69	17,86	Раммельсбергъ.

Относительно условій образованія цеолитовъ въ почвѣ существуютъ данныя, главнымъ образомъ, надъ искусственными соединеніями такого же типа, по аналогіи съ которыми можно судить о естественныхъ цеолитахъ. Цеолиты могутъ образоваться или путемъ превращенія безводныхъ силикатовъ, или отъ взаимодействія глиноземныхъ и кремнекислыхъ растворовъ съ основаніями, или посредствомъ соединенія основаній съ каолиномъ. Такъ, если лейцитъ, полевои шпатъ, содержащій калий, нагревать въ порошокъ съ растворомъ поваренной соли до 200° , въ запаянной трубкѣ, или оставить стоять въ теченіе мѣсяца съ растворомъ поваренной соли или углекислаго натра, при обыкновенной температурѣ, то онъ превращается въ патровый силикатъ, содержащій воду, т.е. натрій поваренной соли или соды вытѣсняетъ калий изъ лейцита, причемъ образуется хлористый (углекислый) калий и патровый силикатъ или цеолитъ, по составу сходный съ анальцимомъ.

Дембергъ, производя эти реакціи *), въ одномъ опытѣ нагревалъ природный лейцитъ въ теченіе 18 часовъ съ поваренною солью до $180-195^\circ$ и получилъ продуктъ слѣдующаго состава:

*) Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellschaft. B. 28, S. 537.

	Лейцитъ до опыта.	Силикатъ полученный послѣ кипяченія съ NaCl.
H ₂ O	0,32	7,86
SiO ₂	56,01	55,30
Al ₂ O ₃	23,38	22,91
CaO	0,29	0,29
K ₂ O	18,20	0,63
Na ₂ O	1,41	12,95

Въ другомъ опытѣ тотъ же лейцитъ обрабатывался растворомъ NaCl въ теченіе 1½ и 4 мѣсяцевъ и растворомъ Na₂CO₃ въ теченіе 4 мѣсяцевъ, при чемъ получились продукты реакціи слѣдующаго состава:

	Лейцитъ обработанный NaCl въ теч. 4 мѣсяцевъ.	Тоже въ теч. 1½ мѣсц.	Тоже обработан. содою въ течен. 4 мѣсяцевъ.
H ₂ O	7,81	8,01	7,31
SiO ₂	54,62	55,23	54,72
Al ₂ O ₃	23,16	22,71	23,61
CaO	0,29	0,25	0,29
K ₂ O	0,66	0,89	1,10
Na ₂ O	13,22	12,73	12,54

Подвергая полученный при этихъ реакціяхъ цеолитъ, сходный съ анальцимомъ, обратной реакціи, т.-е. дѣйствию KCl и вытѣсненію воды, Лембергу удалось получить прекрасный лейцитъ, именно:

	I. Естествен. анальцимаъ.	II. Анальцимаъ обработан. KCl въ теч. 3 мѣсц.	III. Искусствен. анальцимаъ обработан. 2 дни K ₂ CO ₃ .	IV. Тоже въ теч. 4 дней обработан. KCl.
H ₂ O	8,50	0,98	1,21	1,10
SiO ₂	56,32	56,33	54,92	55,50
Al ₂ O ₃	22,00	22,39	23,43	23,27
CaO	0,51	0,43	0,13	0,25
K ₂ O	—	19,80	18,73	19,03
Na ₂ O	13,19	—	1,22	0,85

Подобное же превращеніе лейцитовъ въ природѣ можетъ происходить, во-первыхъ, при вывѣтриваніи, подъ дѣйствиемъ углекислой воды, при этомъ цеолиты, отдавая основанія, превращаются въ обыкновенные силикаты, во-вторыхъ, теряя воду и замѣняя основанія, цеолиты даютъ безводные силикаты подобные лейциту. Наконецъ, важнѣйшія превращенія цеолитовъ состоятъ въ томъ, что при дѣйстви растворовъ они обмѣниваютъ заключающіяся въ нихъ основанія. Последняя реакція обнаруживается всегда, когда цеолиты приходятъ въ соприкосновеніе съ растворами, особенно при нагреваніи, или же при продолжительномъ дѣйстви раствора на цеолитъ. Такъ

известковые цеолиты при дѣйствіи кали, амміака или натра отдають известъ, хотя съ различною энергіей, именно кали дѣйствуетъ сильнее амміака, а этотъ послѣдній энергичнѣе натра. Этимъ путемъ изъ известковыхъ цеолитовъ могутъ происходить щелочные. Такъ, если на сколещить известковый цеолитъ, дѣйствовать KCl, K₂CO₃ или NaCl, Na₂CO₃, то при этомъ известъ замѣняется калиемъ, медленнѣе натріемъ и происходитъ вмѣсто сколещита калиевый цеолитъ; если на послѣдній дѣйствовать NaCl, то произойдетъ замѣненіе калия и образуется натровый цеолитъ, по составу похожій на натролитъ.

Все эти реакціи служатъ указаніемъ на условія образованія цеолитовъ въ природѣ, которое состоитъ въ сущности въ присоединеніи воды и обмѣнѣ основаній безводныхъ силикатовъ и образующихся продуктовъ, причѣмъ свойства послѣднихъ кореннымъ образомъ измѣняются, иначе говоря, образовавшіеся цеолиты являются соединеніями химически болѣе подвижными, что и объясняется ихъ реакціями съ различными солями. Но цеолиты могутъ образоваться въ природѣ взаимодействіемъ глиноземныхъ и кремнеземныхъ соединеній подъ вліяніемъ воды, содержащей въ растворѣ известъ (двууглекислую известъ). Такой растворъ, реагируя на продукты вывѣтриванія (наприм., полевыхъ шпатовъ), состоящие изъ кремнекислаго глинозема и водной студенистой кремнекислоты, будетъ прежде всего дѣйствовать на гидратъ кремнезема, который, соединяясь съ известью, образуетъ кремнекислую известъ, а послѣдняя поглощается кремнекислымъ глиноземомъ, вълѣдствіе чего образуется известковый цеолитъ, подобный шабазиту (Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O + CaOSiO₂).

Далѣе возможно образованіе цеолитовъ прямымъ присоединеніемъ кремнекислыхъ щелочей къ каолину, какъ это доказывается непосредственно опытомъ. Если къ раствору кремнекислаго натра (растворимаго стекла) прибавлять взмученнаго въ водѣ каолина, то образуется аморфный осадокъ, который имѣетъ все свойства цеолитовъ; такой же осадокъ получается еще проще осажденіемъ растворимаго стекла глиноземными квасцами при кипяченіи, причѣмъ образующійся кремнекислый глиноземъ, соединяясь съ избыткомъ кремнекислой щелочи, даетъ водный силикатъ. Такой же искусственный цеолитъ получается кипяченіемъ кремнекислой щелочи съ глиноземомъ. При продолжительномъ нагрѣваніи измельченнаго въ порошокъ полевого шпата съ водою въ запаянной трубкѣ образуется аморфное тѣло, въ составъ котораго входитъ вода.

Предъидущіе факты показываютъ условія образованія цеолитовъ, хотя не даютъ еще возможности окончательнаго сужденія объ образованіи подобными же путями цеолитной части почвъ. Близкая аналогія между искусственными цеолитами и почвою даетъ нѣкоторое право заключить, что означенныя соединенія составляютъ необходимую составную часть почвы. Само собою разумѣется, что въ почвѣ возможно ожидать цеолитовъ болѣе слож-

ного состава, содержащих нѣсколько оснований; съ другой стороны, при дѣйствіи углекислой воды на цеолиты могутъ образоваться, какъ показалъ Лембергъ, кислые цеолиты, обладающіе способностью поглощать изъ раствора свободныя щелочи и амміакъ. Все это показываетъ, что *цеолитная часть почвы* представляетъ комплексъ разнообразныхъ водныхъ кремнекислыхъ соединений и не вполне тождественна съ цеолитами, встречающимися въ природѣ.

Свойства цеолитовъ выражаются въ ихъ реакціяхъ. Они разлагаются подѣ дѣйствіемъ углекислой воды, отдавая часть оснований въ видѣ углекислыхъ солей, причемъ на ихъ мѣсто вступаетъ вода, а образовавшійся силикатъ, обогащаясь водою, приобретаетъ нѣсколько новыхъ свойства. Такъ наприм. при дѣйствіи на такой водный силикатъ хлористаго калия или хлористаго натрія нельзя вытѣснить соответственныя основания цеолита; замѣщеніе происходитъ лучше при дѣйствіи ѣдкихъ и углекислыхъ щелочей. Следовательно въ почвѣ такіе кислые водные силикаты могутъ обмѣниваться основаниями, подѣ влияніемъ наприм. углекислыхъ или гуминовокислыхъ щелочей, такъ какъ ѣдкихъ щелочей въ почвѣ не можетъ быть. Еще скорѣе цеолиты разлагаются кислотами, наприм. соляною и др. Цеолиты способны къ реакціямъ взаимнаго обмѣна, такъ наприм. дѣйствуя на известковый цеолитъ кремнекислою щелочью, получимъ щелочной цеолитъ и кремнекислую известь. Фосфорнокислыя соли въ соприкосновеніи съ известковыми цеолитами могутъ обмѣниваться основаниями, причемъ образуются нерастворимая фосфорнокислая известь и щелочной цеолитъ. Подобныя же реакціи возможны и съ другими соединениями, находящимися въ почвѣ; цеолиты, вступая въ реакціи взаимнаго обмѣна съ растворимыми веществами, способствуютъ образованію нерастворимыхъ соединений и этимъ предохраняютъ ихъ отъ выщелачиванія водою. Въ этихъ свойствахъ цеолитовъ заключается главное ихъ значеніе для поглонительной способности почвѣ, которая способствуетъ подѣ влияніемъ цеолитовъ накопленію питательныхъ веществъ для растений, а эти послѣднія дѣйствіемъ кислыхъ соковъ своихъ корней легко разлагаютъ образовавшіяся вещества и усваиваютъ необходимыя имъ соединенія.

Соединенія оснований въ почвѣ. Кромѣ кремневой кислоты и силикатовъ въ составъ почвы входитъ много другихъ веществъ, оснований и кислотъ. Изъ оснований болѣе важнымъ будетъ *калій*, который содержится въ почвѣ болшею частью въ видѣ нерастворимыхъ соединений, главнымъ образомъ безводныхъ силикатовъ, и сравнительно меньшая часть калия находится въ доступномъ растениямъ состояніи. Это и понятно, такъ какъ безводные калиевые силикаты трудно подвергаются выѣтриванію, и, какъ видно изъ опытовъ Лемберга надъ превращеніями цеолитовъ, эти послѣдніе, переходя въ безводныя соединенія, удерживаютъ преимущественно калий и въ меньшемъ количествѣ натрій и известь. Изслѣдованія показываютъ, что растворимыхъ

соединений калия в почве содержится очень мало. Так в миллион литров воды при промывании почвы найдено от 2 до 6,5 грам. калиевых соединений. По анализам Н. А. Григорьева, в русских почвах содержание растворимых в кислотах калиевых соединений простирается от 0,114 до 0,770 на 1000 частей почвы.

Из растворимых соединений калия в почве встречается хлористый и сернокислый калий; оба находятся в большом количестве близ залежи каменной соли, в приморских местностях и в почве стассфуртекских залежей.—словом, там, где образование почвы было так или иначе связано с действием морской воды, в которой эти соли находятся. Далее при процессе нитрификации в почве образуется азотнокислый калий; но так как этот процесс совершается вообще медленно, то накопление калиевой селитры не может быть значительным, а кроме того азотнокислая соль, не поглощаемая почвою, легко выщелачивается. При гниении растительных остатков, в которых содержатся соли калия, в почве должен бы образоваться углекислый калий, однакож, несмотря на то, что в урожайных остатках попадет не мало калиевых соединений в почву, содержание углекислого калия в ней вообще весьма не велико. Это объясняется тем, что образующийся в почве углекислый калий разлагается перегнойными кислотами, образуя перегнойнокислый калий, а потому накопления углекислого калия наряду с образованием перегноя из растительных остатков не происходит. Другие соединения калия, как наприм. сернистый калий (K_2S), хотя и могут образоваться в почве при гниении, но в весьма незначительном количестве и при особых условиях. Фосфорнокислая соль калия в растворимом виде в почве не находится, потому что и кали и фосфорная кислота поглощаются почвою, вследствие присутствия в ней извести, железа и глинозема, которые образуют нерастворимые фосфорнокислая соли.

Близкий к калию в химическом отношении *натрий* хотя не имеет прямого значения для питания растений, но входит в состав почвы в гораздо большем количестве, нежели калий, благодаря его обширному распространению в природе вообще. Так анализы показывают содержание натра в обыкновенных почвах до 30—35%, а в солончаковых еще больше, особенно в виде хлористого натрия; последний впрочем попадает почти в каждой почве, хотя и в небольшом количестве. Соединения натра в почве те же, что и калия, но значение их во всяком случае второстепенное и важно развѣ в том отношении, что, замѣщая въ нерастворимых соединенияхъ калий, натрій содѣйствуетъ поступленію послѣдняго въ растенія. Кроме того присутствіе растворимыхъ соединенийъ натра способствуетъ измѣненію минеральной части почвы, потому что усиливаетъ растворяющее дѣйствіе воды на безводные силикаты и другія трудно вывѣтривающіяся соединенія, а также содѣйствуетъ передвиженію питательныхъ ве-

щество въ почвѣ, хотя всѣ эти дѣйствія свойственны и другимъ растворимымъ солямъ, помимо натровыхъ.

Кальцій въ видѣ извести представляетъ очень обыкновенную составную часть почвы. Онъ встрѣчается преимущественно въ формѣ углекислаго кальція или въ кристаллическомъ видѣ (известковый шпатель), или чаще въ видѣ различныхъ известняковъ. Та и другая форма образовалась въ почвѣ отъ разрушенія известковыхъ силикатовъ подѣ дѣйствіемъ углекислой воды, которая уносила углекислую известь или механически или въ растворѣ (двууглекислой извести) и отложила ее на новыхъ мѣстахъ. Кристаллическая углекислая известь измѣняется медленно, известняки же гораздо быстрее, причемъ прямо образуются известковыя почвы, а въ смѣси съ пескомъ и глиною мергелиныя и лессовыя. Каждая почва всегда содержитъ болѣе или менѣе значительное количество извести въ той или другой формѣ, такъ напр. въ черноземахъ содержаніе извести въ среднемъ 6,93% (изъ анализовъ 26 образцовъ почвы и подпочвы черноземной полосы профес. К. Шмидта), въ мергеляхъ содержаніе извести простирается до 80%, въ мѣловыхъ почвахъ свыше 90—95%. Содержаніе извести въ почвѣ увеличивается въ томъ случаѣ, когда подпочва состоитъ изъ известняка, который подѣ влияніемъ перегнойныхъ веществъ верхняго слоя разлагается, содержащаяся же въ почвѣ углекислота будетъ растворять эту соль, которая можетъ быть выщелочена дождями въ подпочву и такимъ образомъ будетъ проходить постоянный круговоротъ извести. Въ почвахъ, содержащихъ много хлористаго натрія (близъ морей и залежей), въ присутствіи углекислаго кальція можетъ проходить другая реакція между хлористымъ натріемъ и известью, именно: $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 = \text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$. Хлористый кальцій, какъ вещество хорошо растворимое, можетъ выщелачиваться изъ почвы, а углекислый натрій можетъ накапливаться въ почвѣ и, растворяясь въ ней, при большой концентрации можетъ, какъ щелочь, дѣйствовать разъѣдающимъ образомъ на корни растений; хлористый кальцій въ свою очередь представляетъ также вещество вредное. Отсюда слѣдуетъ, что при большомъ содержаніи въ почвѣ растворимыхъ хлористыхъ щелочей влияніе извести можетъ быть вредно. Но и помимо этого накопленіе въ почвѣ извести мало благоприятствуетъ свойствамъ почвы, такъ какъ известь обладаетъ плохими физическими свойствами (сухостью, сильнымъ нагрѣваніемъ), а также бесплодіемъ, при меньшемъ содержаніи известь можетъ улучшать свойства нѣкоторыхъ почвъ. Дѣйствіе углекислой извести однако медленнѣе и слабѣе въ этомъ отношеніи, нежели ѣдкой или гашеной, потому что углекислая известь представляетъ болѣе слабую щелочь, чѣмъ ѣдкая. Вліяніе извести на разложеніе органическихъ веществъ, нейтрализацію кислотъ, равно какъ превращеніе ея закиси желѣза въ окись (образованіе бурого желѣзняка) при выѣтриваніи горныхъ породъ было разсмотрѣно выше. Точно также известь содѣйствуетъ разложенію безводныхъ силикатовъ, такъ наприм. полевоу шпатель, подѣ влияніемъ извести,

может разлагаться на каолинъ, кремнистую известь и углекислую щелочь. Цеолиты отдаютъ часть своихъ оснований при дѣйствіи двууглекислой извести, т. е. воды, содержащей въ растворѣ углекислую известь, причемъ кали, натръ, магnezія вытѣсняются известью, которая образуетъ известковый цеолитъ и углекислыя соли соответственныхъ оснований.

Кромѣ углекислой извести въ почвахъ находится сѣрнистый кальцій, который распространенъ въ природѣ въ видѣ гипса или воднаго соединения ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и ангидрита, безводнаго (CaSO_4), послѣдній впрочемъ на воздухѣ со временемъ переходитъ въ гипсъ. Гипсъ содержится въ каждой почвѣ, хоть и въ небольшомъ количествѣ, потому что многія горныя породы содержатъ его въ видѣ примѣси, отсюда онъ попадетъ и въ почву, часто гипсъ заносится водою источниковъ, которая, пенараясь въ почвѣ, осаждаетъ вмѣстѣ съ другими веществами и гипсъ. Кромѣ того гипсъ можетъ образоваться въ почвѣ при реакціяхъ известковыхъ солей съ сѣрнистыми соединениями (сѣрнымъ колчеданомъ), которыя при окисленіи превращаются въ сѣрнистые и, дѣйствуя на углекислую известь, даютъ гипсъ. Гипсъ представляетъ трудно растворимое вещество, такъ 1 часть гипса растворяется въ 525 частяхъ воды при 0° , или въ 466 част. при 38° , а поэтому дѣйствіе его въ почвѣ должно быть очень медленно, несмотря на то, что онъ представляетъ болѣе важное соединеніе, чѣмъ углекислый кальцій. Дѣйствіе гипса на почву состоитъ въ томъ, что онъ понижаетъ испареніе воды, слѣдовательно регулируетъ влажность почвы, съ растворимыми фосфорнокислыми солями даетъ нерастворимыя соединенія, слѣдовательно задерживаетъ ихъ въ почвѣ. При дѣйствіи органическихъ веществъ гипсъ можетъ раскисляться, причемъ образуется сѣрнистый кальцій; этотъ процессъ несомнѣнно и происходитъ на известной глубинѣ почвы, куда затрудненъ доступъ кислорода воздуха. Амміачныя соединенія почвы связываются гипсомъ, такъ углекислый амміакъ переходитъ подъ дѣйствіемъ гипса въ сѣрнистый. Это вліяніе гипса, известное давно, не составляетъ однако его специфическаго свойства, потому что связываніе амміачныхъ соединеній въ почвѣ можетъ происходить и безъ участія гипса, наприм. перегноемъ, водными кремнистыми соединеніями и пр. Важное дѣйствіе гипса состоитъ еще въ томъ, что онъ растворяетъ и разлагаетъ нѣкоторыя составныя части почвы. Такъ известно, что при внесеніи гипса въ почву въ ней увеличивается содержаніе растворимыхъ калиевыхъ солей. По опытамъ Дегерена, наприм., при дѣйствіи гипса въ водную вытяжку переходитъ отъ $0_{,105}$ до $0_{,376}$ гр. кали.

Кальцій можетъ находиться въ почвѣ еще въ видѣ фосфорнокислыхъ соединеній, преимущественно $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; при нитрификаціи наряду съ калиевою селитрою образуется также $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; CaCl_2 встрѣчается вообще очень рѣдко, но можетъ при вышеуказанныхъ условіяхъ образоваться въ почвѣ. Наконецъ известь встрѣчается въ видѣ кремнистыхъ соединеній и въ перегноѣ, съ кислотами котораго можетъ давать простыя и двойныя соли.

Магній, въ противоположность извести, представляетъ вещество очень мало распространенное въ почвахъ: такъ обыкновенное содержаніе магнізіи не превышаетъ 1—2%, въ некоторыхъ почвахъ оно падаетъ до 0,3—0,3%, но иногда увеличивается (5—6% и болѣе), если въ образованіи почвъ принимали участіе породы, богатія магнізіею (таальковый сланецъ, серпентинъ, хлоритъ, магнезiальная слюда и т. п.). Значительное содержаніе магнізіи бываетъ еще въ доломитовыхъ почвахъ, происшедшихъ отъ вывѣтриванія доломитовъ, состоящихъ изъ $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$. Эта порода отличается большою плотностью и потому трудно вывѣтривается въ противоположность известнякамъ, а потому доломитовыя почвы съ поверхности состоятъ обыкновенно изъ мелкаго растительнаго слоя, а внизу залегаетъ почти неизмѣнившаяся порода, которая при медленномъ разложеніи мало по-малу обогащаетъ почву магнізіею. Такъ какъ магнізія имѣетъ значеніе необходимаго питательнаго вещества, а находится въ почвахъ въ очень малыхъ количествахъ, то въ почвовѣдѣніи она имѣетъ болѣе интересъ, чѣмъ всюду встрѣчающаяся известь.

Магній находится въ почвѣ въ видѣ углекислой и сѣрнокислой соли, послѣдняя легче растворяется, чѣмъ гниетъ, а потому должна скорѣе его въступать въ различныя реакціи. При вывѣтриваніи силикатовъ наблюдается, что углекислыя щелочи разлагаютъ кремнекислую известь, но не разлагаютъ кремнекислую магнізію. Углекислая магнізія и известковый силикатъ образуютъ другъ съ другомъ углекислую известь и магнезiальный силикатъ. Если въ растворѣ находится сѣрнокислая магнізія, то она разлагаетъ известковый силикатъ, причемъ образуется гниетъ и магнезiальный силикатъ. При вывѣтриваніи горныхъ породъ въ первый періодъ продукты бывають богаче углекислою магнізіею, а затѣмъ вълѣдствіе означенныхъ реакцій, она замѣняется известью. Такъ даже доломиты, при обработкѣ ихъ уксусною кислотою, переводятъ въ растворъ преимущественно одну углекислую известь; известняки богатые магнізіею подѣ влияніемъ углекислой воды отдають также одну известь. Все это объясняетъ малую распространенность въ почвѣ солей магнія.

Въ ничтожныхъ количествахъ въ почвѣ попадаетъ сѣрнокислый, а еще рѣже хлористый магній, обѣ соли сопровождаютъ хлористый натрій, а потому накапливаются близъ морей и залежей каменной соли. $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ или кизеритъ, $\text{KCl} + \text{MgCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ или карналитъ и $\text{K}_2 \text{SO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$, называемый каннитомъ, находятся въ залежахъ съемочныхъ солей Стассфурта, а также въ морской водѣ, откуда могутъ упадать въ почву. MgSO_4 долженъ считаться полезнымъ веществомъ, такъ какъ, благодаря значительной растворимости, дѣйствуетъ еще лучше гниса, поэтому удобреніе почвы кизеритомъ, въ особенности подѣ бобовыя растенія, даетъ лучший результатъ, чѣмъ гнисованіе. Хлористый магній дѣйствуетъ вредно на растенія, такъ какъ легко поглощаетъ воду и концентрируется, а концентрированные растворы разъѣдаютъ корни растеній.

Железо принадлежит къ числу очень важныхъ въ физиологическомъ смыслѣ элементовъ, такъ какъ обуславливаетъ зеленіе хлорофилла, а потому должно составлять необходимую часть почвы. Такъ какъ почти все силикатныя горныя породы содержатъ примѣсь соединенийъ желѣза, то очевидно нѣтъ почвы, въ которой бы они отсутствовали; съ другой стороны, желѣзо очень часто встрѣчается въ видѣ различныхъ рудъ: краснаго желѣзняка (не кристаллич.) и желѣзнаго блеска (кристаллич.), содержащихъ Fe_2O_3 , бурого желѣзняка (лимонита) въ видѣ $Fe_2(OH)_6$, называемаго болотной, озерной, бобовой, дерновой рудой, такъ какъ образуется на днѣ болотъ и озеръ, а также подъ торфяниками и среди нихъ. Далѣе желѣзо встрѣчается въ видѣ сидерита $FeCO_3$, растворимаго въ водѣ, содержащей угольную кислоту, или въ видѣ желваковъ сферосидерита въ юрекиихъ и каменноугольныхъ наслоеніяхъ, желѣзный шпатъ или шпатовый желѣзнякъ представляетъ тоже углекислѣе желѣзо, но въ кристаллической формѣ. Особенно распространены магнитный желѣзнякъ Fe_3O_4 или закисъ-окисъ желѣза ($FeO + Fe_2O_3$), въ видѣ примѣси къ горнымъ породамъ и потому часто попадается въ почвѣ. Вивіанитъ или водная фосфорнокислая закисъ желѣза ($Fe_3P_2O_8 + 8H_2O$) представляетъ очень обыкновенное вещество въ сырыхъ луговыхъ почвахъ и вообще въ болотистыхъ мѣстахъ, гдѣ происходитъ постоянное гниеніе растительныхъ остатковъ. Наконецъ сѣрнистое желѣзо FeS_2 (сѣрный или желѣзный колчеданъ) встрѣчается во всякой почвѣ въ видѣ плоскихъ обломковъ съ металлическимъ блескомъ, такъ какъ почти все кристаллическія породы содержатъ эту примѣсь.

Не все означенныя соединения имѣютъ одинаковое значеніе, потому что не въ равной степени подвергаются дѣйствию выветриванія, именно безводная окисъ желѣза не имѣетъ значенія въ почвѣ, такъ какъ не измѣняется подъ влияніемъ кислорода, воды и углекислоты. Магнитный желѣзнякъ гораздо быстрее подвергается дѣйствию кислорода, который въ присутствіи воды превращаетъ содержащуюся въ немъ закисъ желѣза въ водную окисъ, другая же часть магнитнаго желѣзняка (Fe_2O_4) остается безъ измѣненія. Соли закиси желѣза, наприм. сидеритъ и вивіанитъ, также всегда подвергаются окисленію и въ культурныхъ почвахъ не встрѣчаются, ибо подъ влияніемъ кислорода и воды скоро переходятъ въ гидратъ окиси и фосфорнокислую окисъ желѣза. Поэтому такія соединения могутъ встрѣчаться лишь тамъ, гдѣ доступъ воздуха затрудненъ и гдѣ поэтому происходитъ не окисленіе, а возстановленіе веществъ, какъ наприм. въ болотистыхъ мѣстахъ. Возстановляющими веществами являются органическія вещества, которые могутъ отнимать кислородъ отъ окиси желѣза, вслѣдствіе чего образуется водная закисъ желѣза. Если почва улучшается въ свойствахъ, т.-е. способна пропускать воздухъ и содержать меньше воды, то образовавшаяся закисъ переходитъ въ $Fe_2(OH)_6$. Этимъ путемъ перегнойныя вещества почвы могутъ способствовать измѣненію прочной Fe_2O_3 , переводя ее въ болѣе дѣя-

тельную $Fe_2(NO)_6$, которая легче вступает въ различные реакціи, нежели безводная окись. Сѣристое желѣзо можетъ также подвергаться измѣненію въ почвѣ подъ вліяніемъ хлорода, превращаясь сначала въ сѣринокислую закись желѣза ($FeSO_4$), а въ присутствіи $CaCO_3$ въ $FeCO_3$, послѣдняя же соль очень быстро образуетъ гидратъ окиси. Но съ другой стороны сѣристое желѣзо можетъ подвергаться аналогичному превращенію инымъ путемъ, именно подъ вліяніемъ возстановляющаго дѣйствія органическихъ веществъ находящейся въ почвѣ гниль превращается въ CaS , а безводная окись желѣза возстановляется въ FeO . Оба эти соединенія, $CaS + FeO$, въ моментъ образованія, реагируютъ другъ съ другомъ и даютъ сѣристое желѣзо, которое, окисляясь, переходитъ въ $FeSO_4$, причемъ даже можетъ образоваться H_2SO_4 , если въ почвѣ нѣтъ достаточно оснований для ея нейтрализаціи, какъ это бываетъ въ болотистыхъ мѣстахъ.

Далѣе желѣзо можетъ находиться въ почвѣ въ видѣ кремнекислыхъ соединеній, безводныхъ и водныхъ силикатовъ. Силикаты, содержащіе FeO , легко окисляются и служатъ главнымъ источникомъ желѣзныхъ соединеній въ почвѣ; кремнекислое желѣзо, вмѣстѣ съ свободною окисью, встрѣчается обыкновенно въ глинѣ и, какъ указано выше, часто образуется непосредственно отъ дѣйствія кремнеземнаго гидрата на желѣзные соли. Самымъ важнымъ по значенію въ почвѣ должно считаться фосфорнокислое желѣзо ($FePO_4$), такъ какъ оно служитъ источникомъ, хотя и не единственнымъ, не только желѣза, но и фосфорной кислоты. Это соединеніе можетъ являться въ различномъ видѣ, смотря по количеству окиси желѣза. Такъ при значительномъ содержаніи послѣдней образуются не растворимыя основныя соли съ различнымъ количествомъ гидрата окиси желѣза, при избыткѣ фосфорной кислоты происходитъ кислая соль и т. д. Въ растворѣ солей окиси желѣза и фосфорной кислоты амміакъ производитъ осадокъ, содержащій всю фосфорную кислоту и окись желѣза. Слѣовательно фосфорнокислое желѣзо въ почвѣ можетъ подвергаться различнымъ превращеніямъ, которыя всегда ведутъ къ сохраненію фосфорной кислоты, такъ какъ всѣ означенныя соединенія не растворимы и потому задерживаются почвою.

Глиноземъ въ свободномъ видѣ въ почвахъ не находится, но распространенъ въ громадномъ количествѣ въ видѣ глины (каолина), а также можетъ давать соединеніе съ фосфорною кислотой, которое вмѣстѣ съ фосфорнокислыми солями желѣза и извести представляетъ тотъ запасъ фосфорной кислоты, которымъ почва вообще располагаетъ.

Изъ другихъ веществъ *марганецъ* въ небольшихъ количествахъ попадаетъ почти во всякой почвѣ. Такъ, по анализамъ проф. Шмидта, въ 26 образцахъ чернозема и другихъ почвъ найдено *) отъ 0,011 до 0,122% Mn_2O_3 . Наблюдается часто накопленіе марганца въ болотистыхъ мѣстахъ.

*) Физико-химическія изслѣдованія почвы и подпочвы черноземной полосы Евр. Россіи. 1881. Вып. I и II.

Соединеніе кислотъ въ почвѣ. Въ составъ почвы очень рѣдко входятъ свободныя кислоты, болынею частью онѣ встрѣчаются въ видѣ солей, между которыми наиболѣе важны соли сѣрной, азотной, соляной и фосфорной кислоты; органическія кислоты могутъ встрѣчаться въ почвѣ какъ въ видѣ солей, такъ и въ свободномъ состояніи.

Сѣрная кислота находится въ почвѣ болынею частью въ видѣ гипса, а также другихъ солей въ меньшихъ количествахъ. Образование щелочныхъ сульфатовъ въ почвѣ можетъ происходить отъ взаимодействія гипса съ калиевыми или натровыми, а также амміачными солями. Такъ какъ сѣрная кислота плохо задерживается почвою, то растворимые сульфаты переходятъ болынею частью въ почвенную жидкость: такъ Целлеръ находилъ во многихъ изслѣдованныхъ имъ почвенныхъ жидкостяхъ: отъ 0,172 до 0,380 грам. сѣрной кислоты, или въ миллионѣ литровъ 17,47—33,49 грам.; Вольфъ нашелъ въ 1 литрѣ дренажной воды близъ Меккерна отъ 0,0113 до 0,0137 грам. сѣрнокислаго натра.

Подъ влияніемъ гипса въ почвѣ можетъ произойти сѣрнокислосое желѣзо (FeSO_4), а вѣроятно и сѣрнокислый глиноземъ. Далѣе сѣрная кислота образуется въ почвѣ изъ сѣрнаго колчедана, часть котораго при окисленіи превращается въ FeSO_4 , а эта соль, какъ соединеніе закиси, подъ дальнѣйшимъ дѣйствіемъ кислорода и воды можетъ превратиться въ водную окись желѣза и свободную сѣрную кислоту. Такіе процессы могутъ имѣть мѣсто въ присутствіи перегнойныхъ веществъ въ болотистыхъ почвахъ.

Соляная кислота въ почвѣ можетъ встрѣчаться лишь въ видѣ щелочныхъ солей, рѣдко въ видѣ CaCl_2 и MgCl_2 . Изъ нихъ въ почвѣ болѣе распространены NaCl , не только въ приморскихъ мѣстностяхъ, близъ залежей соли, но и во многихъ другихъ, что можно объяснить занесеніемъ его атмосферными осадками, такъ какъ извѣстно, что при испареніи морской воды въ парахъ уносится нѣкоторая часть содержащихся въ ней солей; кромѣ того, есть указанія, что при вывѣтриваніи породъ можетъ произойти хлористый натрій. Такъ какъ хлоръ почвою не поглощается, то большая часть его будетъ находиться въ почвенной жидкости; по анализамъ Крокера въ 1-мъ литрѣ дренажныхъ водъ содержится отъ 0,001 до 0,003 грам. NaCl .

Азотная кислота образуется въ почвѣ при нитрификаціи и находится преимущественно въ видѣ KNO_3 , NaNO_3 , рѣже въ видѣ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, кромѣ того небольшое количество азотной кислоты приносится дождями. Всѣ азотнокислыя соли растворимы и потому находятся въ почвенной жидкости.

Фосфорная кислота въ почвѣ является наиболѣе важною, потому что, служа существеннымъ питательнымъ веществомъ для растеній, она прямо обуславливаетъ производительность почвы, ибо при наличности всѣхъ прочихъ составныхъ частей отсутствіе фосфорной кислоты дѣлаетъ почву непригодною для растеній. Статика земледѣлія учитъ, что урожай опредѣляется тѣмъ веществомъ, которое находится въ почвѣ въ minimumѣ; это положеніе

какъ нельзя лучше относится именно къ фосфорной кислотѣ. Во всѣхъ почвахъ содержаніе фосфорной кислоты весьма невелико, влѣдствіе чего внесеніе ея въ почву въ видѣ удобрения замѣтно вліяетъ на урожай. Притомъ фосфорная кислота находится въ почвѣ въ такихъ соединеніяхъ, которыя могутъ быть доступны корнямъ растений, т.-е. въ видѣ окончательныхъ продуктовъ вывѣтриванія, могущихъ подъ вліяніемъ углекислой воды, перегнойныхъ кислотъ, неолитовъ и даже гидратовъ кремнезема легко разлагаться. Содержаніе фосфорной кислоты въ почвахъ колеблется въ предѣлахъ отъ 1,5% и ниже, такъ въ черноземныхъ почвахъ найдено отъ 0,0012 до 0,237%, въ другихъ почвахъ еще меньше. Меркель (Галле), на основаніи многочисленныхъ анализовъ устанавливаетъ слѣдующее процентное содержаніе фосфорной кислоты въ почвахъ:

необыкновенно высокое содержаніе	0,20%	(очень рѣдко)
очень высокое	0,15—0,20%	
высокое	0,10—0,15 "	
нормальное въ хорошей свекловичной почвѣ.	0,15 "	
умѣренное.	0,075 "	
низкое.	0,050 "	
весьма низкое	0,025 "	

Въ почвенной жидкости не содержится фосфорной кислоты, такъ, наприм., Фраассъ и Целлеръ, въ двадцати изслѣдованныхъ ими почвахъ, нашли только слѣды фосфорной кислоты. Такимъ образомъ вся фосфорная кислота находится въ почвѣ въ не растворимомъ въ водѣ состояніи и даже, если почву поливать растворимыми фосфорнокислыми солями, то онѣ легко связываются находящимися въ почвѣ известью, желѣзомъ и глиноземомъ.

Главнѣйшія соединенія фосфорной кислоты въ почвѣ будутъ: фосфорнокислая известь $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, фосфорнокислое желѣзо FePO_4 и глиноземъ AlPO_4 , другія соединенія, наприм. $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, встрѣчаются рѣже. Фосфорнокислая известь попадаетъ въ почву или изъ природныхъ ея соединеній, или образуется изъ растворимыхъ солей при различныхъ реакціяхъ. Въ природѣ известковый фосфатъ образуетъ породы и минералы подъ названіемъ фосфорита (остеолита и капролита), апатита и пр., въ видѣ примѣся встрѣчается также въ нѣкоторыхъ силикатныхъ породахъ. Отсюда фосфорнокислая известь можетъ упасть въ почву при вывѣтриваніи такихъ породъ, но въ большомъ количествѣ по причинѣ трудной растворимости. Такъ, по Фелькеру, въ 10000 частяхъ чистой воды растворяется 0,79 частей свѣже осажденной Ca_3PO_4 , 1 часть ея растворяется въ 1333 частяхъ углекислой воды, природныя соединенія растворяются еще труднѣе, именно:

1 часть апатита растворяется	въ 393000 ч. углек. воды
" " сильно измельченнаго апатита	" 96570 " " "
" " фосфорита требуетъ болѣе	" 100000 " " "

Въ почвѣ растворимость известковаго фосфата увеличивается влѣдствіе дѣйствія различныхъ веществъ, но при этомъ пронекаетъ собственно не

раствореніе, а разложеніе. Известно, что подъ дѣйствіемъ кислота $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ можетъ переходить въ среднюю соль CaHPO_4 , болѣе растворимую, или въ кислую $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$, прямо растворяющуюся въ чистой водѣ. Въ почвѣ такимъ образомъ можетъ дѣйствовать угольная кислота, но это разложеніе все-таки совершается трудно, перегнойныя кислоты, какъ показали опыты, растворяютъ значительно болѣе $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, причемъ образуется или средняя соль, или кислая, смотря по количеству перегнойныхъ кислотъ и фосфата и продолжительности ихъ дѣйствія. Далѣе реакціями фосфорноизвестковой соли со щелочными солями могутъ образоваться растворимыя фосфорнокислыя соли: такъ дѣйствуютъ, наприм., хлористыя, углекислыя, серно-кислыя, азотнокислыя соли и другія вещества. Изъ нихъ наиболѣе сильное дѣйствіе оказываютъ перегнойныя кислоты (торфъ). Гидратъ кремнезема, какъ показали опыты Бемелена, также содѣйствуетъ разложенію фосфатовъ; кремнекислыя щелочи могутъ переводить $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ въ растворимое или вѣрнѣе въ доступное растеніямъ состояніе. Опыты примѣненія глауконитовыхъ фосфоритовъ, произведенныя проф. Энгельгардтомъ, показали, что на подзолистыхъ почвахъ, содержащихъ именно большое количество гидрата кремнезема и его солей, такое удобреніе сильно повышаетъ урожай хлѣбовъ.

Но известковый фосфатъ, перейдя въ растворимое состояніе, можетъ снова осаждаться подъ влияніемъ углекислой извести и дѣлаться не растворимымъ. Такое же осажденіе можетъ произойти отъ дѣйствія известковыхъ цеолитовъ, которые, обмѣниваясь съ растворимыми фосфорнокислыми солями известью, будутъ переходить въ щелочные цеолиты, а известь—въ трехъ-основную фосфорную соль. Нельзя наконецъ упускать изъ виду дѣйствіе гумуса, который, какъ показалъ Грандо, задерживаетъ значительное количество фосфорной кислоты, образуя сложное органоминеральное соединеніе, не поддающееся разложенію обыкновенными путями. Связываніе фосфорной кислоты въ почвѣ обуславливается также присутствіемъ желѣза и глинозема, которые даютъ не растворимыя фосфорнокислыя соли, хотя въ большинствѣ почвъ ихъ меньше, чѣмъ известковыхъ. Фосфорнокислое желѣзо можетъ находиться въ почвѣ или въ видѣ закиси (вивианита), или окиси (FePO_4). Образование такихъ солей можетъ совершаться въ присутствіи фосфорнокислой извести или щелочныхъ солей. Растворимыя желѣзныя и глиноземныя соли осаждаются фосфорнокислыми щелочами съ образованіемъ фосфорнокислаго желѣза и глинозема. Подъ влияніемъ гуминовыхъ веществъ фосфорнокислое желѣзо можетъ возстановляться и переходить въ водную фосфорнокислую закись желѣза. Если на растворъ этого соединенія дѣйствовать известковыми солями, то снова образуется фосфорнокислая известь. Слѣдовательно здѣсь реакціи будутъ идти въ ту или другую сторону, смотря по условіямъ, имѣющимся въ почвѣ. Оба соединенія, т.-е. фосфорнокислое желѣзо и глиноземъ, очень трудно растворяются въ водѣ, такъ, по Ви-

шофу. 1 часть растворяется въ 6828000 частяхъ углекислой воды, следовательно еще труднѣе, чѣмъ известковые фосфаты. Проф. Костычевъ въ своихъ опытахъ *) нашелъ, что фосфорная кислота въ почвѣ, смотря по количеству известки и желѣза, можетъ давать различныя соединения: такъ при равномъ (пайномъ) отношеніи между ними образуется только фосфорнокислая известь, при возрастаніи количества окиси желѣза увеличивается образованіе фосфорнокислаго желѣза, но это увеличеніе идетъ сравнительно очень медленно. При этомъ распределеніе фосфорной кислоты между известью и окисью желѣза зависитъ, повидимому, отъ состоянія послѣдней: такъ свѣже-осажденная окись желѣза быстрѣе соединяется съ фосфорною кислотою. Впрочемъ, какъ замѣчаетъ и Костычевъ, результаты лабораторныхъ опытовъ нельзя всецѣло относить къ явленіямъ совершающимся въ почвѣ, гдѣ дѣйствуетъ множество условій, при которыхъ распределеніе фосфорной кислоты совершается равномернѣе, поэтому количественное отношеніе такого распределенія можетъ быть иное, чѣмъ въ опытахъ, которые скорѣе преувеличиваютъ дѣйствіе окиси желѣза и известки.

Такъ или иначе, во всякомъ случаѣ мы должны представлять состояніе фосфорной кислоты въ почвахъ въ видѣ не растворимыхъ соединений, каковы $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, FePO_4 и пр., которыя подъ влияніемъ почвенныхъ дѣятелей (CO_2 и H_2O , гумуса, щелочныхъ солей и т. п.) могутъ измѣняться въ среднія и кислыя соли (наприм. CaHPO_4 или $\text{CaH}_2(\text{PO}_4)_2$, и обратно, а въ присутствіи CaCO_3 могутъ возникать вѣроятно и другія соединения. Значеніе всѣхъ фосфорнокислыхъ соединений въ почвѣ должно быть одинаковое, такъ какъ всѣ они въ концѣ концовъ переходятъ въ одни и тѣ же вещества; различіе въ этомъ отношеніи можетъ быть развѣ въ скорости дѣйствія, а не въ силѣ: такъ опыты удобрения почвъ суперфосфатами, содержащими растворимыя фосфорнокислыя соли, и фосфоритною мукою даютъ одинаковыя результаты, хотя дѣйствуютъ не съ одинаковою скоростью.

Гуминовыя вещества почвы.

Кромѣ минеральныхъ соединений каждая почва, за исключеніемъ примитивныхъ, не культурныхъ, содержитъ органическія вещества, происшедшія отъ разложенія растительныхъ (и животныхъ) остатковъ. Продукты этого разложенія представляются обыкновенно въ видѣ аморфныхъ, темно окрашенныхъ веществъ, которыя принято называть гумусомъ или гуминовыми веществами, такъ какъ они происходятъ преимущественно въ почвѣ, ихъ называютъ также перегноемъ, подразумѣвая подъ этимъ способъ образованія подобныхъ тѣлъ. Тѣ вещества, которыя превращаются въ гумусъ, должны

*) П. Костычевъ: „Не растворимыя фосфорнокислыя соединения почвъ“. 1881, стр. 35.

имѣть широкое распространѣніе въ растительномъ царствѣ, такъ какъ извѣстно, что почти всякая часть растений, при гніеніи, образуетъ темноокрашенные вещества, и отмершія части животныхъ организмъ почти совѣмъ не даютъ гумусоподобныхъ тѣлъ. Такими соединениями въ растенияхъ можно считать дубильныя вещества и углеводы, а между послѣдними клетчатку, входящую въ составъ всякаго растительнаго органа. Дубильныя вещества, очень распространенныя, особенно въ корѣ деревьевъ, въ листьяхъ, и т. п., дѣйствительно при своемъ разложеніи образуютъ темнобурое аморфное вещество, сходное съ гумусомъ, которое не растворяется ни въ водѣ, ни въ эфирѣ, но растворяется въ спиртѣ. Однако же образованіе темноокрашенныхъ тѣлъ не во всехъ случаяхъ можно приписать дубильнымъ веществамъ, такъ какъ эти послѣдніе не рѣдко совѣмъ отсутствуютъ въ сочныхъ стебляхъ и листьяхъ, которыя тѣмъ не менѣе при гніеніи принимаютъ часто интенсивный бурый цвѣтъ. Углеводы, клетчатка, крахмалъ, сахаръ и пр. болѣе распространены въ растенияхъ. Извѣстно, что при кипяченіи клетчатки съ разведенными кислотами ее можно превратить въ декстринъ и сахаръ, а эти послѣдніе въ бурьи гуминовые вещества. Но клетчатка все-таки не представляетъ единственнаго вещества, дающаго гумусъ, потому что при гніеніи картофеля, сочныхъ плодовъ и подобныхъ частей растений, богатыхъ крахмаломъ и сахаромъ, образуются бурья тѣла. Видоизмѣненная клетчатка или древесина, въ которой содержится лигнитъ, также прямо не участвуетъ въ образованіи бураго вещества. При извѣстныхъ условіяхъ ни клетчатка, ни древесина не могутъ образовать гуминовыхъ соединений, а распадаются на газообразныя тѣла, такъ наприм. при болотномъ броженіи клетчатки подъ вліяніемъ низшихъ организмъ Гоппе-Зейлеръ не наблюдалъ образованія бурыхъ гуминовыхъ веществъ.

Такъ какъ разложеніе растительныхъ остатковъ совершается главнымъ образомъ подъ вліяніемъ низшихъ организмъ, то дѣйствию послѣднихъ подвергаются сначала болѣе жидкіе субстраты, каковы растворимые углеводы, крахмалъ, бѣлковыя вещества и т. п., изъ которыхъ прежде всего и скорѣе могутъ образоваться бурья вещества, клетчатка же, или, вѣрнѣе, древесина, будетъ всего труднѣе подвергаться дѣйствию микроорганизмовъ, а потому долѣе остается при гніеніи безъ измѣненія и медленно превращается въ перегной, какъ это и наблюдается въ кучахъ навоза. при гніеніи урожайныхъ остатковъ въ землѣ, при гніеніи дерева (стружекъ, опилокъ) и т. п. Образованіе гуминовыхъ веществъ въ этихъ случаяхъ замѣчается чрезъ очень продолжительное время и тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе въ такихъ древесинистыхъ матеріалахъ содержится жидкихъ или растворяющихся субстратовъ. Поэтому сочные растительные остатки сильнѣе подвергаются дѣятельности низшихъ организмъ, которые ускоряютъ разложеніе самой древесины, но все-таки этотъ процессъ совершается крайне медленно. Во всякомъ случаѣ клетчатка и древесина являются самымъ распространеннымъ

и обильнымъ матеріаломъ для образованія гуминовыхъ веществъ въ почвѣ, нежели всѣ остальные органическія соединенія, находящіеся въ растеніяхъ. Превращеніе древесины въ перегной совершается въ природѣ постепенно; при этомъ процессѣ можно наблюдать образованіе цѣлаго ряда продуктовъ, изъ которыхъ одни являются слѣдствіемъ начальныхъ стадій разложенія, другія образуются при дальнѣйшемъ превращеніи и можетъ-быть уже не древесины, а тѣхъ продуктовъ, которые образовались раньше.

Поучительнымъ примѣромъ такой постепенности въ разложеніи растительныхъ остатковъ служатъ лѣсныя почвы, отличающіяся богатствомъ и разнообразіемъ органическихъ веществъ. Изслѣдованія Р. Мюллера *) надъ образованіемъ гуминовыхъ веществъ въ лѣсахъ Даніи показываютъ, что при условіяхъ гніенія въ лѣсной почвѣ образуются двѣ главные формы гумуса: одна—представляющая продуктъ первоначальнаго разложенія, которую онъ называетъ „муллею“, другая—происходящая при дальнѣйшемъ, болѣе глубокомъ, измѣненіи растительныхъ остатковъ при великихъ условіяхъ называется *торфомъ*. Муллея соотвѣтствуетъ понятію о сладкомъ, мягкомъ гумусѣ, въ которомъ замѣтны растительные остатки; торфъ представляетъ углестый перегной, уже безъ великихъ признаковъ происхожденія. Между муллею и торфомъ существуетъ множество переходныхъ веществъ. Въ образованіи муллы принимаютъ участіе различныя травянистыя растенія; кромѣ того почва покрыта слоемъ опавшихъ листьевъ, вѣтвей, цвѣточныхъ и плодовыхъ частей и т. п., среди которыхъ распространяются бѣлыя, плотныя нити грибищъ. Между листвою и почвою, а также между разложившимся и не разложившимся растительными остатками, замѣчается рѣзкая граница, причѣмъ верхній слой (до 3 дюймовъ) бываетъ темнобураго, часто чернаго цвѣта и имѣетъ комковатое или зернистое строеніе; комки состоятъ изъ тѣсной смѣси органическихъ веществъ съ минеральными, причѣмъ въ нихъ замѣчается, по мѣрѣ углубленія въ почву, измѣненіе въ количествѣ и въ полнотѣ разложенія растительныхъ остатковъ, которыхъ въ верхнемъ слой бываетъ обыкновенно больше и они смѣшаны съ различными животными остатками; ниже отъ поверхности эти остатки постепенно исчезаютъ. Муллея и ниже лежащіе слои не содержатъ свободныхъ растворимыхъ кислотъ, такъ какъ послѣ выдѣленія углекислоты не замѣчается кислой реакціи, хотя эти слои содержатъ болѣе 5—10% перегной при томъ, какъ показываютъ анализы, количество его увеличивается съ глубиною. Въ верхнемъ слой замѣчается обиліе различныхъ плесневыхъ организмовъ, а также множество дождевыхъ червей, которымъ, вмѣстѣ съ нѣкоторыми пастькомыми, Мюллеръ приписываетъ дѣятельное участіе въ образованіи муллы, послѣднему онъ даетъ названіе *копрогеннаго или животнаго гумуса*.

Торфяной гумусъ, образующійся въ буковыхъ лѣсахъ, во многомъ отли-

*) P. Müller: „Studien über die natürlichen Humusformen, Berlin“. 1887.

чается отъ буковаго мулля или копрогеннаго гумуса. Почва и здѣсь покрыта травянистыми растеніями, множествомъ мховъ, опавшими листьями, вѣтвями и т. п., отличается плотностью, трудно проницаема для дождя и на глубинѣ даже одного фута остается сухою. сверху покрыта слоемъ вязкаго чернобураго торфа, переходящаго постепенно вглубь въ болѣе свѣтлый, сливающійся съ нескомъ, суглинкомъ и т. п. и содержащій орниттейновыя образования. Торфяной слой представляетъ всѣ стадіи разложенія растительныхъ остатковъ, именно на поверхности замѣчаются еще хорошо сохранившіеся отбросы буковаго дѣса и покрова, а чѣмъ глубже отъ поверхности, тѣмъ сильнѣе разложеніе растительныхъ остатковъ. Микроскопическое изслѣдованіе обнаруживаетъ присутствіе многочисленныхъ бурыхъ нитей различныхъ грибокъ и другихъ организмовъ, плотно связывающихъ разлагающіеся остатки. Торфяной гумусъ содержитъ большее количество органическихъ веществъ, отъ 30 до 50 съ значительнымъ преобладаніемъ гуминовыхъ кислотъ, которыя, пронизывая всю торфяную массу, сообщаютъ ей плотность. Такой гумусъ торфяниковъ Мюллеръ называетъ *растительнымъ гумусомъ*, потому что въ его образованіи не принимаютъ участія животныя, а преимущественно микроорганизмы, обуславливающіе гніеніе.

Между копрогеннымъ и растительнымъ гумусомъ наблюдаются переходныя образования, наприм. торфъ похожій на мулля, торфъ рыхлый безъ корней, моховой торфъ и наконецъ смѣшанные виды гумуса. Во всѣхъ этихъ образованияхъ возникаютъ условія, благопріятствующія дѣятельности червей; такъ при густомъ отъеніи почвы буковымъ дѣсомъ или травянистою растительностью создаются условія для образованія копрогеннаго гумуса, переходитъ тѣсное смѣшиваніе минеральныхъ веществъ почвы съ органическими остатками, влѣдствіе чего почва дѣлается плодородною; мѣста же съ преобладаніемъ торфянаго гумуса заключаютъ мало благопріятныхъ условій для дѣятельности червей и другихъ животныхъ, влѣдствіе чего такого перемѣшиванія не происходитъ и почва получается кислая, безплодная.

Анализы различныхъ такихъ почвъ указываютъ на слѣдующее содержаніе въ нихъ гумуса, на различной глубинѣ:

	Количество гумуса	
	верхній слой	нижній слой.
Почва содержащая мулля	7,47—2,67	2,92—1,23
„ „ торфяной гумусъ	37,31	34,27
Переходная почва	1,25—3,71	0,31—2,30

Подобный же примѣръ постепеннаго разложенія растительныхъ остатковъ представляютъ также торфяники. Верхніе ихъ слои, покрытые внешнею растительностью, содержатъ множество буроокрашенныхъ, почти не измѣнившихся корешковъ, стебельковъ, листьевъ, слоевищъ и т. п., а чѣмъ глубже отъ поверхности торфяника, тѣмъ труднѣе различаются эти остатки, тѣмъ интенсивнѣе цвѣтъ образующагося торфа и наконецъ въ глубокихъ слояхъ

болота торфъ принимаетъ видъ плотной углистой массы, совершенно однородной по своему строению. Такъ какъ въ верхнихъ слояхъ разложение растительныхъ остатковъ происходитъ при большемъ доступѣ воздуха, чѣмъ въ нижнихъ, слѣдовательно больше окисляется органическаго вещества въ углекислоту и воду, тогда какъ дальше отъ поверхности, куда воздухъ проникаетъ труднѣе, это окисленіе совершается медленнѣе, то поэтому очевидно, что верхніе слои торфа должны быть всегда бѣднѣе содержаніемъ углерода и водорода, но богаче кислородомъ, нежели нижніе.

Детмеръ *) изслѣдовалъ въ этомъ отношеніи одинъ торфяникъ въ Гольштиніи и нашелъ слѣдующія измѣненія въ составѣ торфа:

	Мохъ (Sphagnum) на поверхности.	бурый торфъ на поверхности.	торфъ на глубинѣ 7 фут.	черный торфъ на глубинѣ 14 фут.
Углерода . . .	49,88	57,75	62,02	64,07 ⁰ / ₀
Водорода . . .	6,54	5,43	5,21	5,01 "
Кислорода . . .	42,92	36,02	30,67	26,87 "
Азота	1,16	0,80	2,10	4,05 "
Въ 100 частяхъ сод золь . . .	—	2,72	7,12	9,16 ⁰ / ₀

Все это указываетъ на сущность процессовъ превращенія растительныхъ остатковъ (древесины) въ гумусъ, именно при этомъ не происходитъ измѣненій въ качественномъ составѣ древесины, но измѣняется лишь количественное отношеніе между элементами древесины и образующагося гумуса, состоящее въ томъ, что С, Н и О растительныхъ остатковъ превращается въ СО² и Н²О, азотъ же въ амміачныя и азотнокислыя соединенія, зольныя составныя части не подвергаются абсолютному измѣненію. Образование всѣхъ этихъ продуктовъ разложенія въ началѣ происходитъ быстро, но по мѣрѣ накопленія гумуса замедляется, а поэтому очевидно процентный составъ измѣняется въ томъ отношеніи, что гумусъ обогащается углеродомъ и азотомъ, но бѣднѣе водородомъ и кислородомъ, значитъ по мѣрѣ разложенія древесины выдѣляется все меньше СО², NH³ и HNO³ а больше Н²О, слѣдующія данныя указываютъ на эти отношенія при процессѣ гумификаціи:

Составъ дерева (по Шевандье).	Углерода.	Водорода.	Кислорода.	Азота.
бука	49,9	6,1	43,1	0,9 ⁰ / ₀
дуба	50,6	6,0	42,1	1,3 "
гуминовая кислота	61,1	4,3	34,6	0,2 — 0,7 ⁰ / ₀

Однако эти отношенія не представляютъ чего либо постояннаго, такъ какъ условія разложенія растительныхъ остатковъ бываютъ весьма различны, а потому количество выдѣляющихся продуктовъ будетъ находиться въ зависимости отъ этихъ условій. Еще Соссюръ показалъ, что при полномъ отечтвѣн доступа воздуха, какъ это и бываетъ часто въ почвѣ, разложеніе

*) Landwirtsch Versuchstationen. S. XIV. S. 271.

сопровождается большим выделением кислорода, нежели углекислоты, при чем может образоваться даже свободный водород и азотъ. А потому, смотря по ходу разложения, т. е. гниения, тления или брожения, количественное отношение между газообразными продуктами будетъ весьма различно.

Гумусъ является продуктомъ собственно процесса гниения, т. е. разложения при маломъ доступѣ воздуха, а потому обогащеніе его углеродомъ становится понятнымъ, но онъ самъ способенъ окисляться, слѣдовательно при тлении наприм., когда доступъ кислорода увеличивается, въ гумусѣ будетъ происходить уменьшеніе углерода и возрастаніе содержанія кислорода. Что касается азота, то количество его въ гумусѣ будетъ существенно зависеть отъ матерьяла и мѣста, гдѣ происходитъ образованіе перегноя*), такъ въ почвѣ никогда не можетъ образоваться безъазотистый гумусъ и вообще освобожденіе его отъ азота сопряжено съ большими затрудненіями. Вообще составъ перегноя или гумуса будетъ подверженъ измѣненіямъ, смотря по условіямъ и степени гумификаціи. На этомъ основаніи мы не можемъ до сихъ поръ точно судить о химической индивидуальности тѣхъ веществъ, которыя извѣстны подъ общимъ названіемъ перегноя или гумуса.

Мульдеру впервые удалось выделить изъ гумуса нѣсколько тѣлъ, которымъ онъ далъ названіе: гумина, ульмина, гуминовой, ульминовой, апокреповой и креновой кислотъ, но представляютъ-ли всѣ эти вещества дѣйствительно ближайшія составныя части гумуса, въ этомъ пока нельзя быть вполне увѣреннымъ, ибо есть факты, указывающіе на то, что поименованныя вещества сами повидимому состоятъ изъ смѣси разныхъ соединеній.

Въ недавнее время Эггертъ**) подвергъ новой обработкѣ вопросъ о гуминовыхъ веществахъ и пришелъ къ заключенію, что гуминовыя и ульминовыя кислоты, получаемыя между прочимъ искусственно при дѣйствіи кислотъ на углеводы, не находятся готовыми въ торфѣ, почвѣ и подобныхъ веществахъ, а представляютъ искусственные лабораторные продукты, подобно тому, какъ наприм., амміакъ или шавелевую кислоту можно подходящими средствами добыть изъ различныхъ органическихъ веществъ. Изъ найденныхъ Мульдеромъ составныхъ частей перегноя Эггертъ сомнѣвается въ существованіи гумина и ульмина, но считаетъ пока самостоятельными тѣлами лишь креновую и апокреповую кислоту. *Составныя части гумуса.*

Въ настоящее время мы во всякомъ случаѣ должны принимать, что про-

*) По изслѣдованіямъ проф. Костычева азотъ перегноя представляеть составную часть бѣлковъ, входящихъ въ составъ растений, равно какъ и фосфоръ, находящійся въ почвѣ, въ значительной степени входитъ въ составъ сложныхъ органическихъ соединеній. Подробности см. Сельское Хоз. и Лѣсов. 1890 г. октябрь, стр. 115.

**) C. g. Eggertg. Studien und Untersuchungen über die Humus Körper der Acker- und Moorerde. Biedermann's Gentalblatt. 1889. № 2. S. 75.

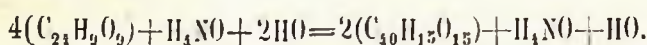
дуктъ разложенія органическаго вещества растеній получающіеся въ видѣ буроокрашенныхъ соединеній, представляетъ смѣсь разныхъ химическихъ тѣлъ, содержащихъ въ себѣ кромѣ С, Н, О и N также и другіе элементы, находящіеся въ органической связи съ первыми. По своимъ свойствамъ эти тѣла можно раздѣлить на двѣ категоріи: индифферентныхъ и кислотныхъ. Индифферентными веществами гумуса называются такія, которыя не обнаруживаютъ опредѣленныхъ химическихъ свойствъ, ни основныхъ, ни кислотныхъ, но способны повидимому переходить въ кислоты, которыя въ свою очередь также подвергаются измѣненіямъ. Мюльдеръ относится къ индифферентнымъ веществамъ гумуса. *Гульминъ и ульминъ*, не растворимые въ водѣ, но при нагреваніи съ щелочами или при долгомъ настаиваніи при обыкновенной температурѣ способны переходить въ гуминовую и ульминовую кислоты. Гуминовыми веществами Мюльдеръ называетъ черное, а ульминовыми — бурое тѣло, которое есть повидимому первый продуктъ разложенія и со временемъ переходитъ въ гуминовое вещество. Такъ наприм., при разложеніи клетчатки, на ряду съ другими соединеніями, бурый цвѣтъ указываетъ на образованіе ульминовыхъ веществъ, а почернѣніе на переходъ послѣднихъ въ гуминовыя вещества. Въ верхнихъ слояхъ торфа содержатся преимущественно ульминъ и ульминовая кислота, въ нижнихъ — гульминъ и гульминовая кислота, изъ почвы (наприм. изъ чернозема) извлекаются главнымъ образомъ только черныя гуминовыя тѣла. Но при долгомъ промываніи торфа и почвы щелочами (амміакомъ) возможно, какъ показалъ Грандо, извлечь всѣ гуминовыя и ульминовыя вещества, а это указываетъ на то, что ни ульминъ, ни гуминъ, ни одноименныя съ ними кислоты, не представляютъ чего либо самостоятельнаго и потому, мнѣ кажется, впредь до новой тщательной переработки вопроса о составѣ гумуса, пріемъ принимать въ немъ только одинъ рядъ соединеній, именно кислоты, обозначая темнобурое или черное вещество, выдѣляемое изъ торфа или почвы, общимъ именемъ гуминовой кислоты.

Гуминовая кислота представляетъ какъ по количеству, такъ и своимъ свойствамъ самую существенную часть гумуса, такъ что оставляя въ сторонѣ всѣ другія соединенія, сколько бы ихъ не было, достаточно изучить одно это вещество, чтобы имѣть понятіе о ближайшемъ значеніи перегноя въ почвѣ. Тѣ факты, которые имѣются въ настоящее время относительно гуминовой кислоты, даютъ нѣкоторое право на такое заключеніе. Гуминовою кислотою называется продуктъ, осаждаемый кислотами изъ щелочнаго раствора. Съ этою цѣлью почву, торфъ, или другое подобное вещество достаточно обработать углекислою щелочью, при этомъ получается растворъ гуминовокислой щелочи, изъ котораго соляная кислота осаждаетъ бурый или черный объемистый аморфный осадокъ. Если этотъ осадокъ растворить снова въ щелочи, осадить кислотою, промыть водою, то повторяя такой пріемъ нѣсколько разъ, можно получить чистую гуминовую кислоту, однако чистота ея очень условна.

Такая гуминовая кислота, какъ показывается анализъ, состоитъ изъ С, Н, О, но содержитъ азотъ и золь, при чемъ содержаніе азота колеблется отъ 0,8—0,2%, золь различно. Детмеръ, извѣдывая такимъ путемъ гуминовую кислоту изъ различныхъ видовъ торфа, почвы, а также изъ сахара, нашелъ слѣдующій составъ:

	Изъ чернаго торфа.	изъ бурога торфа.	изъ пах почвы.	Вычислено.
С	59,67	59,73	59,87	59,74 ⁰ / ₀
Н	4,66	4,63	4,56	4,48
О	—	—	—	35,78
N	—	—	—	—

Анализъ серебряной соли гуминовой кислоты даетъ эквивалентную формулу $C_{60}H_{15}O_{27}$, которую Детмеръ считаетъ выраженіемъ состава чистой гуминовой кислоты*). Мюльдеръ даетъ для гуминовой кислоты изъ торфа или изъ почвы формулу:



Въ недавнее время Родзянко**) произвела нѣкоторыя изслѣдованія надъ гуминомъ и гуминовую кислоту, полученную изъ полтавскаго чернозема и

*) Берто и Андре (Comptes rendus 1891. Т. СХІІ № 17, р. 916—925; № 22, р. 1232—1242) нашли, что бурое вещество, которое получается изъ сахара дѣйствіемъ НСІ представляетъ конденсированный ангидридъ, или смѣсь многихъ ангидридовъ—дериwатовъ кислотъ, образующихся при превращеніи сахара. Этотъ ангидридъ, при дѣйствіи на него слабой щелочи разбухаетъ подобно коллоиду. При нагреваніи 1500 грам. тростниковаго сахара, въ растворѣ, съ чистой концентрированной НСІ, получается 236 грам. бурога вещества, которое, высушенное при 100° С, содержитъ: С—66,41⁰/₀, Н—4,37⁰/₀, О—29,02⁰/₀, хлора и золь совсѣмъ не заключаетъ. Берто и Андре находятъ, что ангидридъ гуминовой кислоты имѣлъ нѣкоторое сходство съ лактонами, что даетъ новую точку зрѣнія при изслѣдованіи гуминовыхъ веществъ. Результаты своихъ изслѣдованій Берто и Андре формулируютъ слѣдующимъ образомъ:

- 1) Гуминовая кислота есть многоосновная кислота, которая терять часть своей гидратной воды при однократномъ высушиваніи и даже въ водѣ путемъ диссоціаціи;
- 2) въ этомъ состояніи она можетъ соединяться съ 3 эквивалентами калия, образуя нерастворимыя соли;
- 3) гуминовыя частицы, подобно частицамъ почвы, гидратируются основаніями, подъ вліяніемъ же кислотъ наступаетъ диссоціація,—обстоятельство, которому Берто и Андре придаютъ особенное значеніе при химическихъ процессахъ въ почвѣ и растеніяхъ;
- 4) гуминовая кислота образуется изъ различныхъ родовъ сахара съ выдѣленіемъ тепла, которое идетъ на химическія и физиологическія реакціи. Изслѣдованія Берто и Андре однако не указываютъ на тождество искусственной гуминовой кислоты съ естественною, получасемою изъ почвы и торфа.

**) Журналъ Русск. Физ.-Химич. Общ. 1890 г. Т. XXІІ, вып. 3 стр. 208—229.
«О нѣкоторыхъ свойствахъ гумина и гуминовой кислоты».

нашла, что чистыя гуминовые вещества, послѣ многократнаго растворенія въ щелочахъ и осажденія кислотами, содержали $\text{NO}_3=0,1\%$ и зола $1,3-1,5\%$, при обыкновенной температурѣ потери въ вѣсѣ черезъ сетки была $0,1-0,2\%$. Анализы серебряныхъ солей почвенной гуминовой кислоты и полученной изъ сахара дали слѣдующіе результаты:

0,1107 грам. соли гуминовой кислоты изъ чернозема дали	0,0271 гр. Ag.	(24,46%)
0,1107 " " " " " сахара	0,0292 " "	(26,42%)
что соответствуетъ формулѣ $\text{C}_{69}\text{H}_{51}\text{Ag}_1\text{O}_{27}$		(вычислено 26,43%)

Чистая гуминовая кислота, получаемая означеннымъ путемъ, представляетъ блестящую черную, аморфную массу, порошокъ ея имѣетъ бурюю окраску (темнокофейный цвѣтъ); свѣжеосажденная кислота содержитъ до 92% воды. Она почти не растворяется въ водѣ при обыкновенной температурѣ, хотя со временемъ подъ водою часть ея растворяется. Въ соляной, сѣрной и азотной кислотахъ растворяется слабо, но фосфорная кислота растворяетъ гуминовую кислоту въ нѣсколько большемъ количествѣ. Алкоголь растворяетъ и повидимому даже разлагаетъ гуминовую кислоту, но крайней мѣрѣ Состенъ нашелъ, что совершенно чистая гуминовая кислота подъ дѣйствіемъ спирта раздѣляется на растворимую и не растворимую часть, при этомъ растворимая содержитъ до 62% углерода остатокъ 57%. Это указываетъ между прочимъ на то, что сама гуминовая кислота не представляетъ одного тѣла въ химическомъ смыслѣ, а смѣсь нѣсколькихъ соединений. Въ эфирѣ гуминовая кислота почти не растворяется, въ глицеринѣ болѣе. Но растворимость однако измѣняется, смотря по состоянію вещества, такъ высушенный порошокъ гуминовой кислоты повидимому совсѣмъ не растворяется въ водѣ. При кипяченіи такой гуминовой кислоты 1 часть растворяется въ 13784 ч. воды и 1 ч. кислоты. Свѣжеосажденная гуминовая кислота растворима болѣе, именно: 1 часть ея растворяется:

при 6° С. въ 8335 частяхъ воды		
" 18° " "	3571	" "
" 50° " "	1190	" "
" 100° " "	625	" "

Растворъ обнаруживаетъ всѣ свойства кислотъ: синія лакмусовая бумажка краснѣетъ, углекислыя соли разлагаются съ выдѣленіемъ CO_2 , по крѣпкія минеральныя кислоты осаждаютъ гуминовую кислоту, крѣпкая сѣрная кислота растворяетъ гуминовую кислоту, причемъ жидкость получаетъ густой темный цвѣтъ.

Обыкновенныя соли гуминовой кислоты получаются при дѣйствіи щелочей, онѣ растворимы (1 часть соли на 2 части воды); изъ щелочныхъ солей можно получить всѣ остальные. Составъ этихъ солей до Детмеру долженъ быть: $\text{C}_{60}\text{H}_{48}\text{K}_6\text{O}_{27}$, $\text{C}_{60}\text{H}_{48}\text{Na}_6\text{O}_{27}$, $\text{C}_{60}\text{H}_{48}(\text{NH}_4)_6\text{O}_{27}$.

При осаждении щелочных солей хлористым кальцием получаются двойные соли, такъ наприм. известково-аммиачная соль имѣеть составъ: $C_{60}H_{46}(NH_4)_2Ca_3O_{27}$, такая же соль получается при осаждении гуминово-кислой щелочи хлористою магнезиею, глиноземомъ, желѣзомъ и пр. Какъ простыя, такъ и двойныя соли гуминовой кислоты легко разлагаются углекислыми щелочами и слабыми кислотами. При дѣйствіи на почвенную гуминовую кислоту дымящейся азотною кислотою при $50-60^\circ$ получается апокреновая кислота, искусственная гуминовая кислота (изъ сахара) при тѣхъ же условіяхъ даетъ муравьиную кислоту; при разбавленіи водою осаждается красный порошокъ, обладающій свойствами кислотъ, онъ растворяется въ щелокахъ и осаждается минеральными кислотами. Подобное же вещество получается при дѣйствіи хлора, оно очевидно представляетъ продуктъ окисленія гуминовыхъ веществъ, часть которыхъ превращается при этомъ въ апокреновую кислоту.

Изъ всѣхъ солей гуминовой кислоты въ водѣ растворяются только щелочныя соли, но въ почвѣ подъ вліяніемъ растворовъ могутъ переходить въ растворимое состояніе и другія простыя и двойныя соли. Это обстоятельство имѣеть важное значеніе для реакцій, совершающихся въ почвѣ. Получаемая искусственно гуминовая кислота обнаруживаетъ многія свойства почвенной, но отличается отъ нея тѣмъ, что измѣняется подъ водою, даетъ нѣкоторыя другія производныя, при дѣйствіи однихъ и тѣхъ же веществъ, а потому оба видоизмѣненія нельзя считать тождественными. Естественная гуминовая кислота во всякомъ случаѣ имѣеть болѣе интересъ по тѣмъ вліяніямъ, которыя она обнаруживаетъ на почву, чѣмъ искусственная.

Свойства гуминовыхъ солей или *гуматовъ* имѣють важное значеніе не только въ отношеніи ихъ физическаго вліянія на почву, но вслѣдствіе присутствія имъ реакцій между минеральными составными частями и тѣми веществами, которыя поступаютъ въ почву извнѣ. Такого отношенія гуматовъ къ не растворимымъ соединеніямъ почвы, наприм. Мецкерскій нашелъ, что безводныя силикаты (ортоклазы) разлагаются подъ вліяніемъ гуминовыхъ веществъ при нагрѣваніи или при долгомъ стояніи, при обыкновенной температурѣ. Фосфорнокислая известь въ присутствіи гуминовыхъ веществъ образуетъ растворимыя соли фосфорной кислоты. По опытамъ Эйхгорна, Блѣцкаго и др.; разлагающее дѣйствіе гуминовой кислоты на фосфорнокислыя соли весьма значительно: такъ, наприм., изъ 0.905 грам. $Ca_3(PO_4)_2$, подъ вліяніемъ гуминовой кислоты, перешло въ растворъ 0.0316 грам. фосфорнокислой соли, причѣмъ 0.1136 грам. извести вошло въ соединеніе съ гуминовою кислотою *). Гуминовокислыя щелочи увеличиваютъ разложеніе, наприм. изъ 2 грам. фосфорита переводятъ въ растворъ отъ 2.20 до 2.32%

*) Landwirthsch. Jahrbücher, B. 6, S. 957. Eichorn.

фосф. кисл. *). По опытамъ Тархова **), гуминовая кислота разлагаетъ сильнѣе фосфорнокислую известь, слабѣе фосфорнокислое желѣзо, которое переходитъ при этомъ въ закись.

Кромѣ обыкновенныхъ солей гуминовая кислота способна давать, повидимому, кислыя соли, которыя также разлагаютъ фосфорнокислыя соединения. Разлагающее дѣйствіе гуминовой кислоты вообще усиливается въ присутствіи щелочныхъ солей, хотя и не вѣсѣхъ одинаково. Далѣе соли различныхъ кислотъ поглощаются гуминовою кислотою, причемъ образуются *минерало-производныя*, разлагаемыя щелочами. Кремнекислыя соединения вступаютъ также въ реакцію съ гуминовыми веществами, такъ Родзянко нашла ***), что изъ кремнекислой щелочи поглощается и кислота и основаніе, но реакція идетъ медленно, причемъ въ началѣ опыта на 10 грам. гумина поглощается 0.026 гр. SiO_2 . Изъ водныхъ растворовъ гуминовая кислота поглощаетъ почти вѣсь минеральныя соединения и въ значительномъ количествѣ (K_2O , Na_2O , NH_3 , CaO , MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , P_2O_5 и пр.), причемъ образуются сложныя минеральногуминовыя соединения, не подходящія подъ типъ солей. Такія соединения образуются въ почвѣ при разложеніи перегноемъ минеральныхъ составныхъ частей, хотя и медленно, такъ какъ реакціи разложенія и поглощенія, протекающія въ присутствіи гуминовой кислоты вообще зависятъ отъ количества послѣдней, причемъ въ большинствѣ случаевъ для усиленности этихъ реакцій требуется нѣкоторый избытокъ гуминовой кислоты. Гуминовыя вещества способны поглощать атмосферный азотъ и амміакъ, что подтверждается многими данными. Берглю доказалъ способность многихъ органическихъ веществъ поглощать азотъ подѣ влияніемъ тихаго электрическаго разряда, то же относится и къ гуминовымъ веществамъ. Многочисленные опыты надъ поглощеніемъ газовъ почвою показали громадное значеніе въ этомъ отношеніи гумуса, способнаго поглощать амміакъ (вмѣстѣ съ окисью желѣза). Способность гумуса поглощать амміакъ настолько значительна, что изъ почвы никогда нельзя получить гуминовую кислоту безъ азота, при этомъ поглощаемой ею амміакъ, судя по нѣкоторымъ даннымъ (Тарховъ), присоединяется къ гуминовой кислотѣ, образуя сложныя азотистыя соединения, но не азотную кислоту.

Ко всему сказанному надо еще прибавить замѣчательное свойство гуминовой кислоты и гуматовъ уплотняться при высыханіи, подобно, наприм., воднымъ кремнекислымъ и фосфорнокислымъ солямъ, и въ такомъ видѣ трудно поддаваться измѣненіямъ. Это уплотненіе перегноя обусловливаетъ его сохраненіе въ почвѣ, что хорошо видно на черноземѣ. Несмотря на энергичность окисленія органическихъ веществъ, какъ показалъ Буссецо,

*) Бѣлецкій. Журналъ Русск. Физ.-Хим. Общ. т. XII, вып. 6, стр. 271.

**) Тарховъ. Изв. Петр. Академіи. 1881.

***) Ibid., стр. 220.

въ черноземѣ однако не исчезаетъ гумусъ, цвѣтъ этой почвы даже въ нижнихъ слояхъ остается почти безъ измѣненія въ теченіе очень продолжительнаго времени. Вслѣдствіе крайне медленнаго разложенія въ сѣверныхъ климатахъ происходило накопленіе перегнойа, который, уплотнившись, утрачиваетъ способность къ дальнѣйшему разложенію и такимъ образомъ закрѣпляется въ почвѣ. Опытовъ надъ этимъ свойствомъ перегнойа до сихъ поръ не производилось.

Двѣ другія составныя части гумуса, апокреновая и креновая кислоты, имѣютъ гораздо меньшее распространеніе въ почвахъ, но по причинѣ легкой растворимости въ водѣ должны имѣть нѣкоторое значеніе по отношенію къ минеральнымъ веществамъ почвы.

Апокреновая кислота получается изъ всѣхъ гуминовыхъ веществъ при дѣйствіи азотной кислоты, причемъ образуется собственно апокреново-кислый амміакъ, а при продолжительномъ дѣйствіи азотной кислоты, навалекислый и азотнокислый амміакъ, а также муравьиная кислота. Поэтому апокреновая кислота будетъ находиться преимущественно въ верхнихъ слояхъ почвы, гдѣ, при окисленіи гуминовой кислоты, она можетъ образоваться легче, нежели въ нижнихъ слояхъ почвы, куда затрудненъ доступъ кислорода и гдѣ вообще мало матеріала для образованія апокреновой кислоты. Ее можно получить въ видѣ мѣдной соли, если на фильтратъ, послѣ осажденія гуминовой кислоты, нейтрализованный щелочью, дѣйствовать уксусною кислотой и уксуснокислою мѣдью, причемъ получается грязнозеленый осадокъ апокреновокислой окиси мѣди, разлагаемый сѣроводородомъ на CuS и апокреновую кислоту, которая получается въ видѣ сѣвѣллубраго раствора. При выпариваніи такого раствора получается аморфная масса, легко растворяющаяся въ водѣ, спиртѣ и щелочахъ, содержащая всегда азотъ. Мюльдеръ отличаетъ два видоизмѣненія апокреновой кислоты, изъ которыхъ одно легко растворяется въ водѣ, а другое трудно. Оба видоизмѣненія встрѣчаются въ почвѣ, причемъ первое получается при обработкѣ почвы ѣдкими или углекислыми щелочами и осажденія гуминовой кислоты въ фильтратѣ бурого цвѣта. При промываніи водою осадка гуминовой кислоты стекаетъ еще бурая жидкость, которая содержитъ смѣсь трудно растворимаго видоизмѣненія апокреновой кислоты съ гуминовокислымъ амміакомъ. Соли апокреновой кислоты подобны гуминовымъ, но отличаются большею растворимостью. Апокреновая кислота никогда не находится въ почвѣ безъ амміака и потому обыкновенною ея солью будетъ апокреновокислый аммоній, изъ котораго можно получить всѣ остальные соли и, подобно гуминовой кислотѣ, также двойныя. Щелочные, известковые, магниезальные апокренаты легко растворяются въ углекислой водѣ, а тѣмъ болѣе въ углекислыхъ щелочахъ; соли глинозема, желѣза и марганца отличаются меньшею растворимостью; особенно характернымъ является апокренатъ глинозема, который со щелочами даетъ нерастворимое въ избыткѣ амміака соединеніе. Такъ какъ въ

почвъ нѣтъ свободнаго глинозема, а кремнекислый глиноземъ, то весьма возможно подобное же соединеніе апокреновой кислоты съ послѣднимъ, которое можетъ поглощать кремнекислыя щелочи, вслѣдствіе чего образуется сложный минеральный апокренатъ. Все это заставляетъ думать, что и апокреновая кислота можетъ давать такія же минеральныя производныя, какія извѣстны для гуминовой кислоты.

Менѣе постоянна и рѣже встрѣчается *креновая кислота*, которая, по Мюльдеру, представляетъ бѣлое, аморфное тѣло, съ кислою реакціей, способное давать соли, но во влажномъ состояніи очень быстро бурѣетъ и переходитъ въ апокреновую кислоту. Поэтому креновую кислоту можно разсматривать какъ продуктъ возстановленія апокреновой, и дѣйствительно, при отнятіи кислорода отъ послѣдней, можно превратить ее въ креновую кислоту, при окисленіи же получается вновь апокреновая. Это вещество получается обыкновенно изъ фильтрата, послѣ выдѣленія апокреновокислой мѣди, прибавляя къ нему уксуснокислой мѣди и амміака, для нейтрализаціи свободной уксусной кислоты, послѣ чего осѣдаетъ травянистозеленая креновокислая медь, изъ которой можно выдѣлить креновую кислоту съродо-родомъ. Водный растворъ креновой кислоты долженъ быть безцвѣтенъ и при вывариваніи подъ колоколомъ воздушнаго насоса даетъ аморфную безцвѣтную массу, которая однако всегда содержитъ амміакъ. Соли креновой кислоты бѣлаго цвѣта и, за исключеніемъ желѣзной (окиси) и марганцовой (закиси), растворяются въ водѣ. Креновокислый амміакъ не даетъ осадка ни съ CaCl_2 , ни съ MgCl_2 , ни съ FeSO_4 , но при дѣйствіи Fe_2Cl_6 или MnSO_4 образуется осадокъ. Такое отношеніе имѣетъ для почвы важное значеніе. Именно въ нижнихъ слояхъ почвы, гдѣ преимущественно и находится креновая кислота, образованіе растворимыхъ солей извести, магnezіи и желѣза имѣетъ важное значеніе, потому что фосфорнокислая известь и фосфорнокислый амміакъ-магnezія очень легко растворяются въ креновой кислотѣ, а вслѣдствіе этого облегчается поступленіе названныхъ соединеній въ растенія. Таково же дѣйствіе креновой кислоты при вывѣтриваніи горныхъ породъ: именно подъ вліяніемъ перегной окиси желѣза переходитъ въ закись, которая, соединяясь съ креновою кислотой, будетъ выщелачиваться изъ горныхъ породъ, а при дѣйствіи воздуха снова переходитъ въ окись желѣза, которая въ видѣ охристаго осадка часто наблюдается въ болотной водѣ; этимъ путемъ можетъ совершаться передвиженіе безводной окиси желѣза. Далѣе растворимые кренаты могутъ образоваться изъ цеолитовъ и другихъ соединеній почвы и, вымываясь водою, будутъ такимъ образомъ уносить въ нижніе соли многія цѣнныя питательныя вещества. При печезаніи перегной изъ верхняго слоя можетъ такимъ образомъ удаляться вмѣстѣ съ нимъ много минеральныхъ веществъ, вслѣдствіе чего почва будетъ ухудшаться въ своихъ свойствахъ. Такимъ путемъ могутъ образоваться бесплодныя почвы (наприм. подзолистыя), мѣстные камни и т. п.

Отношеніе гуминовыхъ веществъ къ минеральнымъ составнымъ частямъ почвы.

Гуминовые вещества, какъ видно изъ предыдущаго, должны оказывать на почву не маловажное влияние и гумусу уже давно придавали большое значеніе, хотя и не знали, въ чемъ именно оно заключается и почему почвы, содержащія перегной, отличаются плодородіемъ. Количество гумуса въ почвахъ измѣняется въ широкихъ предѣлахъ: такъ въ русскомъ черноземѣ содержится 9—15% гумуса, въ другихъ почвахъ 3—8%, легкія песчанія почвы содержатъ часто менѣе 1—2% гумуса. Кюпфъ предложилъ называть почвы

содержащія 0—3%	. . . бѣдными перегноемъ
" 3—5%	. . . перегнойными
" 5—10%	. . . гумозными
" 10—15%	. . . богатыми перегноемъ
" 15% и болѣе	пересыщенными гумусомъ.

Прежде считали, чѣмъ выше содержаніе въ почвѣ гумуса, тѣмъ плодородіе должна быть почва, но при этомъ не только количество содержащагося въ почвѣ гумуса, но и форма соединеній, въ которыхъ онъ находится въ почвѣ, должна имѣть не маловажное значеніе. Еще Тэеръ различалъ разные виды гумуса: такъ обыкновенный гумусъ плодородныхъ почвъ онъ называлъ *сладкимъ гумусомъ*, онъ находится въ почвахъ въ соединеніи съ известью, а потому не обнаруживаетъ кислой реакціи; *кислымъ гумусомъ* Тэеръ считалъ тотъ, который образуется въ болотахъ и содержитъ много свободныхъ кислотъ. Отличали еще *сырой гумусъ*, въ которомъ находится много не измѣнившихся растительныхъ остатковъ, *улистымъ гумусомъ*, напротивъ, называли крайнюю степень разложенія послѣднихъ.

Эггертцъ отличаетъ два рода гумусовыхъ соединеній, образующихся при естественныхъ процессахъ гніенія и тлѣнія, или получающихся искусственно при дѣйствіи минеральныхъ кислотъ на углеводы, первыя онъ называетъ веществами мулліа, вторыя собственно гуминовыми веществами; тѣ и другія содержатъ кислоты и азотъ (до 5,80—10,70 %), а также зольныя части, въ которыхъ находятся: кремнеземъ (0,37—10,47 %), фосфоръ (0,15—7,38 %), сѣра (0,55—2,09 %), глиноземъ, окисъ желѣза (0,38—3,90 %) и пр. Совершенно чистая гуминовая кислота, получаемая изъ почвы, при сжиганіи всегда даетъ золу, въ количествѣ отъ 2 до 60% въ разныхъ почвахъ. Очевидно, гуминовые вещества находятся въ болѣе или менѣе тѣсной связи съ минеральными веществами что должно наводить на мысль, не имѣетъ ли эти минеральныя вещества, увлеченныя гумусомъ, ближайшаго значенія въ питаніи растений. Объясненіе влияния гумуса въ этомъ отношеніи имѣетъ въ нашей наукѣ цѣлую исторію. А. Тэеръ, стремившійся объяснить научно различныя явленія, наблюдаемыя въ почвѣ, создалъ такъ-называемую *гу-*

гумусовую теорию. Именно, зная, что хлѣбный навозъ состоитъ главнымъ образомъ изъ органическихъ веществъ, дающихъ при своемъ гниеніи гумусъ, и наблюдая дѣйствіе навоза на урожай растеній, Тэеръ въ 1798 году считалъ несомнѣннымъ, что растенія питаются растворами гуминовыхъ веществъ. Въ своемъ сочиненіи (Grundsätze, В. II, S. 96) онъ прямо говоритъ, что гумусъ составляетъ болѣе или менѣе значительную часть почвъ, плодородіе коихъ собственно отъ него и зависитъ, потому что, кромѣ воды, только одинъ гумусъ и доставляетъ пищу растеніямъ. Минеральныя вещества Тэеръ считаетъ продуктами жизненныхъ силъ растенія. Хорошее дѣйствіе, оказываемое нѣкоторыми неорганическими удобрениями, Тэеръ объяснялъ тѣмъ, что они увеличиваютъ образованіе гумуса въ почвѣ. Въ 1804 году Соссюръ считалъ, что часть углерода растеній образуется изъ гумусоваго раствора почвы, а минеральныя вещества они получаютъ изъ такихъ соединенийъ, въ которыхъ эти послѣднія химически соединены съ углеродомъ, водородомъ, кислородомъ и азотомъ гумуса. Деви въ своемъ сочиненіи (Elemente der Agriculturchemie 1814, S. 327) относительно значенія гумуса для растеній раздѣлялъ взгляды Соссюра.

Рѣшительное объясненіе значенія гумуса было сдѣлано Либихомъ съ появленіемъ въ 1840 году его „Химія въ приложеніи къ земледѣлію и физиологіи растеній“. Либихъ ясно и категорически указалъ, что гумусъ, какъ источникъ углерода для растеній, не имѣетъ никакого значенія. Это положеніе Либихъ выводилъ изъ того, что гумусъ прежде всего самъ представляетъ продуктъ разложенія растительныхъ остатковъ, поэтому отнюдь нельзя связывать развитіе растеній съ присутствіемъ гумуса, какъ это полагали послѣдователи гумусовой теоріи. Далѣе Либихъ указывалъ, что гумусъ въ почвѣ обладаетъ вообще незначительною растворимостью и что, напротивъ, минеральныя вещества почвы только и вліяютъ на развитіе растеній, и чѣмъ болѣе почва будетъ содержать растворимыхъ минеральныхъ солей, тѣмъ интенсивнѣе ея дѣйствіе на урожай. Либихъ впрочемъ увлекался созданною имъ *минеральною теоріей*: такъ онъ объяснялъ дѣйствіе навоза только присутствіемъ въ немъ минеральныхъ веществъ, однако Буссенго показалъ, что удобреніе почвы навозомъ и золою, полученною изъ такого же количества навоза, дѣйствуетъ весьма различно на урожай пшеницы, который на унавоженномъ участкѣ оказался въ $3\frac{1}{2}$ раза болѣе, чѣмъ на удобренномъ золою. Эта минеральная теорія, высказанная Либихомъ въ противоположность гумусовой теоріи, хотя въ послѣдствіи оспаривалась (Хлукбекъ, Тюненъ) и видоизмѣнялась (Вольфъ, Джонстонъ, Малагути, Мульдеръ), но въ существенныхъ чертахъ взгляды Либиха сохранили свое значеніе и до настоящаго времени. Не отрицая совершенно значенія гумуса въ почвѣ, мы теперь знаемъ (на основаніи водныхъ культуръ), что развитіе растеній можетъ происходить и въ отсутствіе гумуса. Съ другой стороны извѣстно, что гуминовыя вещества представляютъ тѣла коллоидальныя, т.е. не спо-

собныя диффундировать чрезъ растительныя перепонки. Изслѣдованія Детмера, Симона, Эггерта и др. показываютъ, что культурныя растенія не въ состояннн принимать ни гуминовой кислоты, ни гуминовокислаго амміака. Напротивъ, какъ показалъ Детмеръ *), апокреновая кислота, а можетъ быть еще другія гуминовыя вещества, для безхлорофильныхъ растеній могутъ имѣть значеніе питательнаго вещества. Для нашихъ же обыкновенныхъ культурныхъ растеній гумусъ не служитъ источникомъ углерода, такъ какъ растенія получаютъ его въ изобиліи изъ атмосферной углекислоты. Поэтому гуминовыя вещества въ почвѣ должны имѣть значеніе въ другомъ отношеніи.

Какъ было указано выше, гуминовыя вещества образуютъ сложныя минерально-органическія соединенія, которыя, растворяясь легко въ углекислыхъ щелочахъ и даже въ углекислой водѣ, однако не отдаютъ всѣхъ своихъ зольныхъ составныхъ частей подъ дѣйствіемъ обыкновенныхъ реактивовъ. Если же ежечь органическое вещество, то въ остающейся при этомъ золѣ можно обнаружить присутствіе многихъ минеральныхъ соединеній. Грандо изслѣдовалъ въ этомъ отношеніи черноземъ **), обрабатывая его сначала слабою соляною кислотою для удаленія извести, съ которою связана гуминовая кислота, а затѣмъ промывалъ его амміакомъ ($\frac{1}{2}$ амміака и $\frac{1}{2}$ дистиллированной воды) до тѣхъ поръ, пока весь гумусъ чернозема не перешелъ въ растворъ, остатокъ же не содержалъ болѣе органическаго вещества, а состоялъ главнымъ образомъ изъ глины и песку. Въ полученномъ буромъ растворѣ (*matière noire*) Грандо не могъ обыкновенными реактивами доказать присутствія минеральныхъ веществъ. Когда же растворъ былъ выпаренъ, а остатокъ прокаленъ, то въ золѣ можно было опредѣлить неорганическія вещества, среди которыхъ Грандо нашелъ щелочи, известъ, магнезію, желѣзо, марганецъ, кремнеземъ и фосфорную кислоту, онъ даже принимаетъ, что значительная часть фосфорной кислоты, бывшей въ черноземѣ, именно около $\frac{2}{5}$ всего количества, переходитъ въ амміачную вытяжку. Для того, чтобъ опредѣлить значеніе этой вытяжки для питанія растеній, Грандо произвелъ опытъ выращиванія гороха въ пескѣ и на остаткѣ чернозема, поливая песокъ амміачною вытяжкою, а остатокъ чернозема водою; при этомъ онъ замѣтилъ, что растеніе развивалось лучше подъ вліяніемъ бурой жидкости, чѣмъ на остаткѣ чернозема. Изъ этого Грандо заключилъ, что минеральныя вещества, соединенныя съ гумусомъ, имѣютъ существенное значеніе въ питанн растеній, которыя извлекаютъ изъ такого органо-минеральнаго раствора необходимыя имъ питательныя вещества. Въмѣсто соляной кислоты и амміака, по словамъ Грандо, можно употреблять для полученія бурой вытяжки растворъ углекислаго или щавелево-кислаго аммонія.

*) Landw. Versuchstation. B. XIV, S. 294; B. XV, S. 284.

**) Comptes rendus 74, p. 988.

На основаніи этихъ изслѣдованій Грандо установилъ *минерально-органическую теорію*, по которой онъ принимаетъ мѣриломъ плодородія почвъ количество органико-минеральныхъ веществъ, извлекаемыхъ изъ почвы указаннымъ путемъ. Но такой пріемъ не можетъ однако считаться точнымъ, а теорія плодородія, основанная на немъ, правильною, потому что при обработкѣ почвы по способу Грандо будутъ не только растворяться минеральныя вещества, не связанныя гумусомъ, но можетъ измѣняться растворимость другихъ веществъ. При промываніи почвы различными другими, не амміачными, растворами можно извлечь изъ почвы не малое количество минеральныхъ соединений, какъ это видно изъ опытовъ Эйхгорна, Петереа, Симона и др. Такъ проф. Костычевъ, повторяя опыты Грандо надъ черноземомъ нашель^{*)}, что при дѣйствіи углекислаго амміака и амміака извлекается изъ 100 частей пяти изслѣдованныхъ почвъ:

всего твердыхъ веществъ отъ	1,1729 до 4,3283 ^{0/0}
въ томъ числѣ органическихъ веществъ	0,9610—3,9232 (11,36—34,20 ^{0/0})
„ „ „ неорганическихъ „	0,2089—0,6946 (65,80—88,64 „)

При обработкѣ же почвъ только однимъ растворомъ нашатыря переходитъ:

органическихъ веществъ	слѣды
минеральныхъ „	0,3889—1,1007 ^{0/0} .

При дѣйствіи же воды, послѣ смачиванія почвъ 1^{0/0} растворомъ соляной кислоты, извлекается:

Минеральныхъ веществъ 0,2794—0,5970^{0/0}.

Изъ приведенныхъ данныхъ видно, что при обработкѣ почвы углекислымъ амміакомъ, по способу Грандо, въ общемъ растворяется не меньше веществъ, какъ и отъ дѣйствія воды или нашатыря, но замѣчается существенная разница въ составѣ извлекаемыхъ изъ почвы веществъ, такъ, наприм., фосфорной кислоты переходитъ въ вытяжку:

Отъ дѣйствія амміака и углек. амміака.	Отъ дѣйствія нашатыря.	Отъ дѣйствія воды.
3,73—10,37 ^{0/0}	0,44—1,44 ^{0/0}	0,36—1,63 ^{0/0}
(вмѣстѣ съ окислами).		

но и это количество будетъ находиться въ зависности, во-первыхъ, отъ содержанія перегноя, такъ какъ чѣмъ его больше, тѣмъ больше образуется подъ вліяніемъ обработки углекислымъ аммоніемъ гуминовокислаго амміака, который и будетъ извлекать и больше фосфорной кислоты, а также и другихъ веществъ, тогда какъ изъ почвы бѣдной гумусомъ будетъ экстрагироваться менѣе; во-вторыхъ, на это можетъ вліять и форма фосфорнокис-

*) Физико-химическія изслѣдованія почвы и подпочвы черноземной полосы Европ. Россіи. 1881 г. Вып. II, стр. 21.

лыхъ соединенийъ, находящихся въ почвѣ, которыя въ одномъ случаѣ будутъ болѣе растворимы, въ другомъ менѣе, а потому будутъ легче или труднѣе переходить въ вытяжку; наконецъ, свойства другихъ составныхъ частей почвы могутъ облегчать или препятствовать растворенію фосфорной кислоты. А все это показываетъ, что извлеченіе минеральныхъ веществъ тѣмъ способомъ, какой предлагаетъ Грандо, еще не даетъ точныхъ указаній на состояніе этихъ веществъ въ почвѣ, а потому и на сужденіе о ея плодородіи. При томъ Грандо въ своихъ изслѣдованіяхъ надъ чернымъ веществомъ упустилъ изъ виду, что при промываніи почвы кислотою и щелочами въ вытяжку переходятъ и тѣ минеральныя вещества, которыя не находятся въ соединеніи съ гумусомъ, остатокъ же чернозема можетъ быть потому и не плодороденъ, что изъ него промываніемъ удалены не только органо-минеральныя соединенія, но и большая часть другихъ. Поэтому для сужденія о составѣ и значеніи черной вытяжки необходимо изолировать органо-минеральное вещество отъ свободныхъ минеральныхъ солей. Такой опытъ былъ произведенъ Гавриловымъ *) надъ черноземомъ, который былъ промытъ амміакомъ, по способу Грандо, но полученную бурюю жидкость онъ осадилъ соляною кислотою, а полученный осадокъ промываніемъ водою и кислотою былъ освобожденъ отъ свободныхъ минеральныхъ солей. Полученный такимъ образомъ осадокъ былъ растворенъ въ амміакѣ и выпаренъ, а затѣмъ прокаленъ, при чемъ получилось 12% золы, въ 100 частяхъ которой было найдено: SiO_2 — 42,12%, P_2O_5 — 15,5%, Fe_2O_3 — 9,8%, Al_2O_3 — 26,77%, K_2O — 2,4% и незначительное количество натра, извести и магнезій.

Такимъ образомъ несомнѣнно, что гуминовыя вещества могутъ поглощать минеральныя вещества, хотя въ большемъ количествѣ такія менѣе существенныя, какъ SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Несомнѣнно и то, что корни растеній, приходя въ соприкосновеніе съ такими органо-минеральными соединеніями, въ состояніи ассимилировать изъ нихъ нужныя питательныя вещества, но корни могутъ получать эти вещества и изъ другихъ соединенийъ, находящихся въ почвѣ и надо полагать, что для большинства растеній то количество минеральныхъ соединенийъ, которое связано съ гумусомъ, не настолько значительно, чтобы придавать ему рѣшающее значеніе для плодородія почвы. Однако Эггертцъ считаетъ органо-минеральныя соединенія доступными для питанія растеній только тогда, когда они подвергаются окисленію, которое можетъ происходить въ теченіе вегетационнаго періода. На основаніи своихъ семилѣтнихъ опытовъ онъ заключилъ, что овесъ, потребляющій относительно малыя количества минеральныхъ веществъ, можетъ въ первое время существовать на счетъ гумусо-минеральныхъ соединенийъ, тогда какъ для ячменя и вики ихъ не достаточно. По мнѣнію Эггертца, главный источникъ для образованія естествен-

*) Журналъ Русск. Физ.-Химич. Общ. 1883, стр. 59.

ныхъ питательныхъ веществъ для культурныхъ растений заключается болѣе въ окисленіи гуминовыхъ веществъ, нежели въ минеральныхъ фосфатахъ и силикатахъ. При разрыхленіи и удобреніи почвы такое окисленіе усиливается, дѣйствіе наприм. амміачныхъ удобреній надо объяснять отчасти тѣмъ, что амміакъ разлагаетъ гуминовыя вещества, влѣдствіе чего они дѣлаются болѣе доступными для окисленія, дѣйствіе извести, по его мнѣнію, часто обуславливается также тѣмъ, что она вытѣняетъ амміакъ, который затѣмъ вліяетъ этимъ путемъ на гумусъ.

Нельзя однако согласиться вполне и съ подобнымъ воззрѣніемъ, такъ какъ извѣстно, что гуминовыя вещества не растворимы въ водѣ, содержащей соли, точно также сильное высушиваніе свѣжеосажденныхъ гуминовыхъ веществъ, равно какъ замораживаніе, дѣлаетъ ихъ почти нерастворимыми, а потому окисленіе въ такихъ случаяхъ будетъ весьма затруднительно, слѣдовательно въ естественныхъ условіяхъ часто не будетъ происходить быстрого измѣненія гумусо-минеральныхъ соединений.

Все вышесказанное приводитъ къ тому заключенію, что вопросъ о химическомъ и физиологическомъ значеніи гумусо-минеральныхъ производныхъ нельзя еще считать рѣшеннымъ и въ этомъ направленіи требуются дальнѣйшія экспериментальныя изслѣдованія. Въ настоящее же время мы должны лишь признать существованіе въ почвѣ подобныхъ соединений, которыя безъ сомнѣнія могутъ быть полезны для растений, но на ряду съ другими минеральными соединениями почвы, мы должны признать также важное значеніе амміака, который дѣйствуетъ на гумусъ и увеличиваетъ химическое вліяніе послѣдняго на составныя части почвы, а съ другой стороны содѣйствуетъ накопленію связанныхъ соединений азота, такъ какъ гуминовыя вещества, поглощая амміакъ, переводятъ его въ сложныя азотистыя соединенія, способныя къ нитрификаціи. Самое образованіе гумуса ведетъ къ накопленію въ почвѣ углекислоты, которая усиливаетъ вывѣтриваніе минеральныхъ составныхъ частей почвы, а влѣдствіе этого увеличивается запасъ той пищи, которою располагаютъ растения; наконецъ, физическое дѣйствіе гумуса на почву, разобранное раньше, весьма велико. А все это, вмѣстѣ взятое, убѣждаетъ въ томъ, что гумусъ, хотя и косвенно, но сильно вліяетъ на плодородіе почвы, а потому его надо считать весьма важной составною ея частью.

Поглотительная способность почвы.

При соприкосновеніи почвы съ газообразными и жидкими веществами обнаруживаются явленія, которыя носятъ названіе поглощенія.

Сущность подобныхъ явленій состоитъ въ томъ, что почва удерживаетъ различныя вещества въ большемъ или меньшемъ количествѣ и при томъ такъ, что эти вещества входятъ въ составъ почвы и могутъ быть выдѣлены въ большинствѣ случаевъ лишь при дѣйствіи сильныхъ агентовъ, напр.

высокой температуры, различных реактивов и т. п., но и при этом поглощенное вещество часто выделяется не сполна. Такъ выше было указано на способность почвы поглощать различные газы, напр. CO_2 , NH_3 , O , N , пары воды, при чемъ поглощенные почвою газы отчасти входятъ въ тѣсное химическое соединеніе съ составными частями почвы и могутъ быть выдѣлены только при разложеніи образовавшихся соединеній другіе (пары воды, углекислота) болѣе или менѣе легко выделяются изъ почвы.

Подобное же отношеніе почва проявляетъ къ растворамъ различныхъ солей, соприкасающихся съ нею, именно она поглощаетъ элементы этихъ солей, которые въ большинствѣ случаевъ трудно изъ нея выделяются и переходятъ въ нерастворимое состояніе. Такое поглощеніе почвою солей имѣетъ важное значеніе уже потому, что, благодаря этой способности, въ почвѣ можетъ накопляться значительный запасъ различныхъ питательныхъ веществъ, которыя легко усваиваются корнями растений, а потому изученіе степени и условій поглощенія почвою различныхъ соединеній открытіе причинъ этого явленія и вытекающихъ изъ него послѣдствій, какъ для почвы, такъ и для произрастающихъ на ней растений, представляетъ большой интересъ въ теоретическомъ и практическомъ отношеніяхъ, потому что благодаря поглощательной способности выяснились многія данныя о составѣ почвы и происходящихъ въ ней химическихъ процессахъ, сдѣлалось понятнымъ влияніе состава почвы на развитіе растений, а другой стороны поглощательною способностью почвы объясняется дѣйствіе и значеніе вносимыхъ въ нее удобреній.

Способность почвы поглощать изъ растворовъ извѣстныя вещества была извѣстна уже въ древности. Такъ еще Аристотель указывалъ, что морскую воду можно превратить въ прѣсную, если ее процеживать чрезъ землю и въ странахъ съ плохою водою для питья давно употребляли земляные фильтры для улучшенія качествъ воды. Итальянскій ученый Гаццери первый пытался опредѣлить значеніе поглощательной способности почвъ для питанія растений. Въ своемъ сочиненіи „Новая теорія удобреній“, вышедшемъ въ 1819 году онъ описываетъ явленіе обезцвѣчиванія глиною навозной жижи, говоря, „что земля, и особенно глина, задерживаетъ находящіяся въ ней вещества и отдаетъ ихъ мало-по-малу растеніямъ“. Ламбрусчини въ 1830 году также изучалъ поглощательную способность почвы, стремясь уяснить это явленіе. Въ 1836 году нѣмецкій аптекарь Юганъ Броннеръ въ сочиненіи о виноградарствѣ сообщаетъ объ обезцвѣчивающемъ дѣйствіи садовой земли на навозную жижу, при чемъ указываетъ, что даже песокъ и песчаники могутъ притягивать экстрактивные части и даже совершенно поглощать особенно растворимыя соли, не отдавая ихъ водѣ.

Но все эти наблюденія были совершенно забыты, когда Томсонъ въ 1845 году сообщилъ, что при процеживаніи растворовъ углекислаго или сѣрникоислаго амміака почва удерживаетъ основанія этихъ солей и при про-

мывашии ея водою извлекается гниесь. Эти опыты были затѣмъ провѣрены Гекетелемъ, который проѣжживаніемъ навозной жижи чрезъ суглинистую почву обнаружилъ, что фильтратъ не содержалъ амміачныхъ и другихъ солей въ томъ количествѣ, какъ въ первоначальной жидкости.

Однако этими изслѣдованіями не было разъяснено условій и причинъ поглощенія. Въ 1850 г. Т. Уэ (Th. Way) произвелъ различные опыты надъ поглонительною способностью, при чемъ стремился отыскать причины этого явленія. Онъ показалъ, что растворъ фосфорнокислаго натра и растворъ золы гуано въ разведенной сѣрной кислотѣ, а также гниющая моча и клоачная жидкость при проѣжживаніи черезъ почву теряютъ фосфорную кислоту, амміакъ и кали; такъ напр. слой почвы толщиной 5—6 дюймовъ, чрезъ который фильтруются растворы калиевыхъ и амміачныхъ солей, поглощаетъ большое количество основаній, а кислоты выходятъ въ соединеніи съ известью. Песокъ не обладаетъ поглонительною способностью, поглощеніе амміака совершенно не зависитъ отъ органическихъ составныхъ частей почвы, прибавка къ почвѣ углекислой извести, не увеличиваетъ ея поглонительной способности и почва, не содержащая никакихъ слѣдовъ углекислой извести, можетъ еще поглощать амміакъ и фосфорную кислоту. Уэ указываетъ, что поглощеніе почвою этихъ трехъ важнѣйшихъ веществъ имѣетъ важное значеніе для питанія растений. Наконецъ Уэ впервые далъ объясненіе поглощенію почвою кали, амміака и фосфорной кислоты рядомъ болѣе или менѣе правильно поставленныхъ опытовъ. Такъ какъ при поглощеніи происходитъ реакція взаимнаго обмѣна между солями и почвою, то Уэ стремился найти тѣ составныя части почвъ, которыя участвуютъ въ этихъ реакціяхъ. Зная, что въ почвѣ должна находиться кремниекислая известь онъ испытывалъ дѣйствіе ея на соли, но при этомъ оказалось, что кремниекислая известь не поглощаетъ амміака, между тѣмъ какъ почва поглощаетъ его въ значительной степени. Далѣе онъ предположилъ, что реакція можетъ идти на счетъ двойныхъ кремниекислыхъ соединеній, каковыми въ почвѣ должны быть водныя соли кремниекислаго глинозема и другихъ кремниекислыхъ основаній. Съ этою цѣлью онъ приготовилъ искусственно два подобныхъ соединенія, одно—дѣйствіемъ раствора глиноземныхъ квасцовъ на растворимое стекло, а другое—реакціей извести на полученное кремниекислое соединеніе, и проѣжживалъ чрезъ то и другое вещество растворы калиевой селитры и амміачныхъ солей, при чемъ оказалось, что въ первомъ случаѣ натрій, а во второмъ—известь обмѣнивалась основаніями приливаемыхъ солей точно также, какъ это происходитъ въ почвѣ.

Эти опыты получили подтвержденіе въ 1857 году со стороны Фелькера, который, проѣжживая жидкія удобрения черезъ почву, констатировалъ ея способность обезцвѣчивать бурый жидкости и поглощать амміакъ, кали и фосфорную кислоту. Такъ какъ изслѣдованіями Уэ затрогивались существенныя стороны питанія растений, то очевидно его опыты и объясненія

не остался безъ вниманія при возникновеніи минеральной теоріи Либиха, который еще въ 1855 году высказалъ сомнѣніе въ правильности объясненій Уэ и полагалъ, что поглотительная способность почвы не зависитъ отъ химическихъ реакцій съ составными частями почвы.

Въ 1858 году въ своей статьѣ „о нѣкоторыхъ свойствахъ почвеннаго слоя“ Либихъ приводитъ опыты надъ поглощеніемъ разными почвами кали, изъ этихъ опытовъ вытекало, что, не смотря на различный химическій составъ почвъ, поглощеніе происходитъ почти одинаковое и Либихъ прямо говоритъ, что „если бы поглощеніе почвами кали было чисто химическимъ процессомъ, то оно находилось бы въ зависимости отъ какой либо химической составной части почвы и количество поглощенной щелочи должно было бы находиться въ соотношеніи съ количествомъ такой части, поэтому нѣтъ основаній считать поглотительную способность почвъ химическимъ процессомъ, а это зависитъ, какъ напр. въ углѣ, отъ *физическаго притяженія* частицъ, при чемъ вещества осѣвшія на поверхности послѣднихъ вполне сохраняютъ свой химическій составъ и свойства. Если же въ почвѣ замѣчаются реакціи взаимнаго обмѣна при поглощеніи, какъ было и въ опытахъ Либиха, то это происходитъ, по его мнѣнію, отъ того, что соли встрѣчаются въ почвѣ всегда такія вещества какъ известь, магнезію и т. п., которые могутъ соединиться съ кислотою и замѣнить кали. Но уже послѣднее замѣчаніе показываетъ шаткость приводимаго Либихомъ объясненія поглотительной способности почвъ дѣйствіемъ физическаго притяженія, существующаго въ пористыхъ, подобно углю, въ студенистыхъ или мелкораздробленныхъ веществахъ. А. Майеръ приготовлялъ совершенно чистый уголь (изъ прокаленной и промытой сажки) и не замѣтилъ въ немъ поглощенія ни KCl , K_2SO_4 , ни Na_2HPO_4 и т. п., а потому если въ углѣ наблюдается поглощеніе солей, то это зависитъ отъ того, что уголь содержитъ минеральныя вещества, которые реагируютъ съ поглощаемыми солями. Такимъ образомъ Либихъ въ своихъ опытахъ не имѣлъ достаточно основаній для того, чтобы отрицать взгляды Уэ на поглотительную способность почвы, какъ на явленіе, зависящее отъ химическихъ причинъ, хотя нѣсколько односторонне представленныхъ опытами послѣдняго. Тѣмъ не менѣе изслѣдованія Либиха имѣли важное значеніе въ физиологическомъ отношеніи. Именно они показали, что растенія могутъ, вопреки существовавшему до того мнѣнію, получать питательныя вещества не только изъ растворовъ, но также изъ твердыхъ составныхъ частей почвы, или вообще изъ нерастворимыхъ соединений, которые они разлагаютъ дѣйствіемъ кислыхъ соковъ своихъ корней.

Изслѣдованіями Уэ и Либиха исторія поглотительной способности не закончилась, потому что хотя все данныя относительно сущности явленія находились на сторонѣ изслѣдованій Уэ, все-таки они не были достаточными для выясненія подробностей этого вопроса, такъ какъ имѣвшіеся фактовъ

было собрано еще мало. Поэтому дальнѣйшими опытами, произведенными Геннебергомъ и Штоманомъ, Бретшнейдеромъ, Петерсомъ, Пиллицомъ, Бейеромъ, Раутенбергомъ, Киномъ, Шульце и др., въ шестидесятыхъ и семидесятыхъ годахъ, послѣ Либиха, было накоплено много новыхъ данныхъ, какъ для освѣщенія вопроса, такъ и для установленія причинъ, отъ которыхъ зависитъ поглотительная способность почвы.

Эти изслѣдованія прежде всего выяснили, что почва обладаетъ далеко не одинаковою способностью поглощенія различныхъ основаній и кислотъ. Именно было установлено что соли калия поглощаются въ значительно большемъ количествѣ, чѣмъ соли натрія. Кроме того изслѣдованія показываютъ, что величина поглощенія зависитъ отъ отношенія между вѣсомъ почвы, вѣсомъ содержащейся въ растворѣ калиевой соли и объемомъ этого раствора. Такъ Петерсъ *) нашелъ для хлористаго калия:

100 грам. почвы поглотили изъ раствора слѣдующія концентрации:

изъ 0,5888 гр. KCl въ 250 сс.	0,1990 или 33,8%
„ 0,5888 „ „ „ 500 „	0,1718 „ 29,7 „
„ 0,1773 „ „ „ 500 „	0,2817 „ 21,3 „
„ 1,1773 „ „ „ 1000 „	0,2037 „ 17,2 „
„ 2,1350 „ „ „ 500 „	0,3973 „ 17,0 „
„ 2,3330 „ „ „ 1000 „	0,2935 „ 12,1 „

Вообще, чѣмъ концентрированнѣе растворъ, тѣмъ болѣе поглощается почвою основанія, но за то слабые растворы скорѣе истощаются, тѣмъ крѣпкіе, т.-е. абсолютное количество калия въ первомъ случаѣ поглощается болѣе, относительное же менѣе, чѣмъ во второмъ. При одинаковой концентрации раствора поглощеніе зависитъ отъ его количества, именно изъ большей массы жидкости поглощается абсолютно болѣе, относительно же менѣе калия, чѣмъ изъ меньшаго количества раствора той же концентрации.

Петерсъ нашелъ также, что поглощеніе зависитъ отъ продолжительности времени, въ теченіе котораго растворъ находится въ соприкосновеніи съ почвою, такъ, наприм., изъ одного и того же раствора почва поглотила KCl:

черезъ 1¼ часа	0,1117 грам. K ₂ O
„ 2 „	0,1618 „ „
„ 24 „	0,1960 „ „
„ 14 „	0,2031 „ „

т.-е. что съ теченіемъ времени поглощеніе хотя и увеличивается, но не особенно значительно. Такое же вліяніе оказываетъ температура, но тоже не значительное.

Поглощеніе амміака въ общемъ совершается при тѣхъ же условіяхъ, какъ и поглощеніе калия. Опыты Геннеберга и Штомана съ различными

*) Landw. Versuchstat. 2, 113.

аммиачными солями при различной концентрации растворовъ показали, что ѣдкій аммиакъ, сѣрниокислый и фосфорнокислый аммоній поглощаются болѣе, нежели хлористый и азотнокислый. Поглощеніе амміака, также какъ и калия, прореходитъ до тѣхъ поръ, пока почва не насытится, а затѣмъ даже при увеличеніи концентрации раствора дальнѣйшаго поглощенія не замѣчается. Это показываетъ, что при поглощеніи солей почвою означенныя основанія замѣщаются въ эквивалентныхъ количествахъ известь, которая при поглощеніи главнымъ образомъ ими и вытѣсняется.

Поглощеніе магnezіи и извести бываетъ вообще меньшее, чѣмъ калия и амміака, и находится въ тѣсной связи съ поглощеніемъ послѣднихъ; впрочемъ, относительно магnezіи, какъ основанія въ силикатахъ болѣе сильнаго, чѣмъ известь, должно ожидать большаго поглощенія; но, съ другой стороны, оно будетъ зависѣть отъ количества магnezіи и извести, находящагося въ почвѣ,—такъ въ доломитовыхъ и известковыхъ почвахъ почти не прореходитъ поглощенія. Исслѣдованія Бретинейдера показываютъ, что изъ растворовъ одной и той же концентрации поглощается хлористой магnezіи и извести больше, чѣмъ хлористаго калия при небольшомъ содержаніи въ почвѣ магnezіи и извести. Но эти основанія имѣютъ ближайшее значеніе въ поглощеніи кали и амміака, такъ какъ взаменъ поглощенныхъ щелочей въ растворъ всегда переходятъ почти эквивалентныя количества извести и магnezіи.

Раутенбергъ, впрочемъ, нашелъ, что поглощеніе амміака прореходитъ болѣе чѣмъ слѣдуетъ по эквивалентному отношенію, причемъ количество извести, переходящей въ растворъ, всегда превышало магnezію, и особенно въ такихъ почвахъ, которыя содержатъ больше магnezіи, чѣмъ извести, что объясняется незначительною подвижностью магnezіи и ея сильнымъ средствомъ въ силикатахъ сравнительно съ известью.

Поглощеніе фосфорной кислоты прореходитъ съ тою же правильностью, какая наблюдается при поглощеніи основаній, именно съ повыше-ніемъ концентрации увеличивается абсолютное поглощеніе фосфорной кислоты, наприм., послѣ 24 час. соприкосновенія съ почвою раствора $KH_2P_2O_4$ Петерсъ нашелъ, что 100 грам. почвы изъ 250 сс. раствора, со-державшаго

0,892 грам. P_2O_5	поглотили	0,3233 грам.	36,3%
1,784 " "	" "	0,5163 " "	29 "
чрезъ три недѣли "	" "	0,5141 " "	57,6 "
" " "	" "	0,7196 " "	40,3 "

слѣдовательно вліяніе концентрации и времени замѣтно и здѣсь, какъ и при поглощеніи основаній, но увеличеніе концентрации вліяетъ на повыше-ніе поглощенія фосфорной кислоты вслѣдствіе того, что ея соли въ почвѣ не поглощаются, какъ таковыя, а претерпѣваютъ разложеніе; такъ изъ раствора

NaH_2PO_4 (содерж. въ 500 сс. 1,₃₈ грам. натра и 3,₂₆ грам. P_2O_5) различными почвами было поглощено:

натра	0,113	9,081	0,233	0,233	0,115	0,333	0,256
фосф. кисл. . .	0,070	0,053	0,177	0,229	0,030	0,259	0,511

Слѣдовательно отношеніе между поглощаемымъ основаніемъ и кислотою становится совершенно другимъ, чѣмъ во взятомъ растворѣ.

Такимъ образомъ, въ слѣдствіе поглощенія щелочей составными частями почвы, эта послѣдняя становится способною поглощать и фосфорную кислоту, и если съ увеличеніемъ концентрации раствора увеличивается поглощеніе щелочей, то должно поглощаться и болѣе фосфорной кислоты. Соединенія, образующіяся въ почвѣ при поглощеніи фосфорной кислоты, труднѣе изъ нея выщелачиваются водою, чѣмъ тѣ, которыя являются слѣдствіемъ поглощенія щелочей. Вагнеръ нашелъ, что почва, содержащая углекислую известь, поглощаетъ болѣе фосфорной кислоты, а при обработкѣ углекислою водою въ растворѣ переходитъ даже менѣе фосфорнокислой извести, чѣмъ это слѣдовало бы соответственно абсолютной растворимости этого соединенія въ углекислой водѣ. Даже при дѣйствіи уксусной кислоты нельзя извлечь всей поглощенной фосфорной кислоты, потому что при этомъ образуется не растворимая фосфорнокислая окись желѣза, которая снова удерживаетъ растворенную фосфорную кислоту.

Соляная, сѣрная и азотная кислоты или совсѣмъ не поглощаются почвою или въ весьма незначительной степени. Ближайшій интересъ должно имѣть поглощеніе азотной кислоты, такъ какъ ея соли представляютъ важное питательное вещество для растений. Но все эти кислоты образуютъ большую частью растворимыя въ водѣ соли, поэтому при поглощеніи путемъ реакціи взаимнаго обмѣна съ составными частями почвы должны образоваться именно такія соли, которыя подъ дѣйствіемъ воды будутъ выщелачиваться изъ почвы. Кнопъ *) изслѣдовалъ отношеніе азотной кислоты къ разнымъ почвамъ, причемъ употреблялъ частью свободную азотную кислоту, частью азотнокислыя соли и опредѣлялъ (посредствомъ своего азотомера) количество поглощенной и не поглощенной азотной кислоты; содержаніе азотной кислоты въ почвахъ было принято во вниманіе.

Въ 20 опытахъ Кнопъ нашелъ, что поглощенія азотной кислоты не происходитъ, если же оно и замѣчается при долгомъ стояніи (отъ 4 до 6 недѣль), то это надо объяснить вѣроятно дѣйствіемъ гуминовыхъ веществъ, которыя возстановляли азотную кислоту и въ видѣ амміака ее поглотили, хотя здѣсь могли дѣйствовать и другія причины.

Сѣрная кислота поглощается также въ незначительномъ количествѣ; въ большинствѣ случаевъ здѣсь замѣчается даже обогащеніе раствора сѣрною кислотою, которая выщелачивается изъ почвы въ видѣ нейтральныхъ солей.

*) Landw. Versuchstat. 5, S. 137.

иногда, впрочемъ, замѣчается нѣкоторое поглощеніе, какъ это было, наприм., найдено Бидерманомъ, Клономъ и Гуссаковскимъ въ русскомъ черноземѣ. Соляная кислота совершенно не задерживается почвою и обыкновенно хлористыя соли находятся въ фильтратѣ часто въ большемъ количествѣ, чѣмъ въ первоначальномъ растворѣ.

Кремневая кислота въ видѣ растворимаго гидрата или кремнекислыхъ солей легко задерживается почвою, что ясно изъ условій образованія нерастворимыхъ силикатовъ.

Вышеприведенными изслѣдованіями доказано, что почва поглощаетъ различныя основанія и кислоты такимъ образомъ, что на мѣсто поглощеннаго основанія освобождается другое (преимущественно известь), которое переходитъ въ растворъ, происходитъ реакція взаимнаго обмѣна между поглощаемыми солями и составными частями почвы, что доказывается наблюдаемыми при этомъ условіями, аналогичными вообще съ тѣми, которыя содѣйствуютъ вообще химическимъ соединеніямъ и разложеніямъ. При этомъ образуются не растворимыя соединенія, трудно извлекаемая водою, но разлагаемая кислотами или растворимыми солями, что еще болѣе подтверждаетъ указанную аналогію. Изъ основаній почва поглощаетъ болѣе всего калий и амміакъ, менѣе натрій, известь и магнезію, а изъ кислотъ въ не растворимое состояніе переходятъ только фосфорная, кремневая и угольная, азотная же, сѣрная и соляная почти совсѣмъ не поглощаются, или задерживается лишь часть основанія солей этихъ кислотъ, тогда какъ изъ фосфорнокислыхъ, кремнекислыхъ и углекислыхъ солей поглощаются разомъ и основаніе и кислота, наприм., изъ фосфорнокислаго калия поглощается болѣе основанія, нежели изъ азотнокислаго или сѣрнокислаго. Изъ приведенныхъ опытовъ далѣе явствуетъ, что не только различныя соли поглощаются въ различномъ количествѣ, но свойства почвъ въ этомъ отношеніи далеко не одинаковы. Отсюда надо заключить, что поглощеніе почвою солей опредѣляется извѣстными внутренними причинами, вліяющими на качественную и количественную сторону явленія. Такъ какъ при поглощеніи происходитъ химическое дѣйствіе почвы на растворы солей и такъ какъ обнаруживающіяся при этомъ реакціи бываютъ различны, то необходимо поэтому опредѣлить, какими составными частями почвы вызывается такое дѣйствіе, вся ли масса почвы принимаетъ въ этомъ участіе, или дѣйствуютъ только опредѣленные соединенія въ ней находящіяся. Вопросъ о причинахъ поглотительной способности почвъ послѣ работъ Уэ и Либиха принялъ два направленія: одни считали явленіе химическимъ процессомъ, другіе полагали, что рядомъ съ химическими реакціями при поглощеніи должно дѣйствовать физическое притяженіе. Можно сказать, что и до настоящаго времени поглотительную способность не перестали считать явленіемъ физико-химическимъ на томъ основаніи, что поглощеніе солей нѣкоторыми составными частями почвы нельзя объяснить однимъ химическими процессами. Однако многочисленныя изслѣ-

дованія причинъ поглотительной способности даютъ болѣе основаній въ пользу химическаго воздѣйствія почвы на растворы солей, а физическое притяженіе, которое она оказываетъ, благодаря своей пористости и строенію, можно считать лишь благоприятнымъ условіемъ для химическихъ реакцій, но не самою причиною явленія, какъ это видно, наприм., изъ свойства коллоидальныхъ силикатовъ, имѣющихся въ почвѣ.

Причины поглощенія почвою солей. Поглощеніе почвою щелочныхъ солей, т.-е. калия, амміака и натра, обуславливается почти одинаковыми причинами. Прежде всего здѣсь наблюдается, что поглощеніе главнымъ образомъ происходитъ въ мелкоземѣ, а не въ скелетѣ почвы, что и понятно, такъ какъ мелкоземъ представляетъ большую сравнительно съ скелетомъ почвы поверхность соприкосновенія, вслѣдствіе чего происходитъ равномерное распределеніе вещества, а потому облегчается химическое дѣйствіе. Изъ составныхъ частей почвы не всѣ по своей природѣ могутъ принимать участіе въ процессѣ поглощенія. Песокъ и не вывѣтрившіеся силикаты не могутъ вступать въ реакціи, такъ какъ первый состоитъ большею частью изъ кристаллической SiO_2 , не способной къ соединенію съ солями, не вывѣтрившіеся же силикаты разлагаются, какъ извѣстно, растворами солей въ весьма незначительной степени и то въ теченіе очень долгаго времени. Такимъ образомъ останутся вывѣтрившіеся силикаты, водныя окиси желѣза и глинозема, гидратная кремниекислота, углекислыя соли, нѣкоторыя сѣрникоислыя и фосфорнокислыя соединенія, наконецъ, гумусъ.

Изъ вывѣтрившихся силикатовъ конечными продуктами являются: кремниекислый глиноземъ (каолинъ), кремниекислая магнезія и двойные водные силикаты или цеолиты.

Каолинъ поглощаетъ весьма незначительное количество кали и амміака, какъ это видно изъ опытовъ Эйхгорна, Раутенберга и Клопа. Кнопъ взбалтывалъ 200 сс. раствора азотнокислаго кали (содерж. O_3 , грам. KNO_3) съ 50 грам. каолина и нашель *), что онъ поглотилъ только O_{1009} грам. K_2O (соотвѣтств. O_{102} грам. HNO_3).

Раутенбергъ, оперируя съ возможно чистымъ каолиномъ **), замѣтилъ столь незначительное поглощеніе основаній, что даже по сравненію съ малымъ поглощеніемъ ихъ окисью желѣза и гумусомъ оно не имѣетъ никакого значенія. Зная однако, что въ прежнихъ опытахъ (Либиха, Фелькера) употреблялась глина, которая обыкновенно и содержится въ почвахъ и что глинистыя почвы обнаруживаютъ наибольшую поглотительную способность, Раутенбергъ изслѣдовалъ поглощеніе глины, для чего онъ взялъ болусъ, т.-е. красную глину, богатую окисью желѣза и водными силикатами, которые легко выщелачиваются изъ болуса при обработкѣ даже слабою соляною кислотою, и

*) Кноп. *Agriculturchemie* I, 252, 259.

**) *Chem. Centralblatt*. 1863, S. 132.

сравнить поглощеніе каолина и болуса. При этомъ оказалось, что болусъ поглотилъ весьма значительное количество оснований, когда же онъ былъ обработанъ соляною кислотою, то поглотительная способность его сильно понизилась. Отсюда Раутенбергъ заключилъ, что причиною значительнаго поглощенія солей болусомъ служили водные силикаты, при удаленіи которыхъ поглощеніе становится также ничтожнымъ, какъ и въ каолинѣ. Для подтвержденія этого заключенія были взяты искусственные цеолиты въ смѣси съ каолиномъ. Съ этою цѣлью Раутенбергъ прибавлялъ къ отвѣщенному количеству каолина, взмученнаго въ водѣ, нейтральные растворы хлористаго кальція и хлористаго алюминія съ небольшою примѣсью хлор. желѣза и затѣмъ осаждалъ эту смѣсь растворимымъ натровымъ стекломъ. Хлористыя соли были взяты въ такой пропорціи, чтобы при полномъ осажденіи на 100 част. каолина приходилось 20, 10 или 5% кремнекислыхъ соединений, не содержащихъ окиси желѣза, и 20% желѣзнаго силиката. Высушенный осадокъ (при обыкновенной температурѣ) обнаружилъ слѣдующее поглощеніе относительно хлористаго аммонія (сод. 1,020 гр. NH₃):

100 гр. каолина съ 20% искус. силиката (безъ желѣза)	поглотили изъ 1,120 гр. 0,3279 NH ₃
” ” ” ” 20 ” ” ” ” ” ” ” ”	” ” 0,31 ” 0,3123 ”
” ” ” ” 20 ” ” ” ” ” ” ” ”	” ” 0,275 ” 0,1935 ”
” ” ” ” 10 ” ” ” ” ” ” ” ”	” ” 0,51 ” 0,2321 ”
” ” ” ” 10 ” ” ” ” ” ” ” ”	” ” 0,235 ” 0,1509 ”
” ” ” ” 5 ” ” ” ” ” ” ” ”	” ” 0,51 ” 0,1991 ”
” ” ” ” 5 ” ” ” ” ” ” ” ”	” ” 0,255 ” 0,0940 ”
” ” ” ” 20 желѣзн. силиката ” ” ” ” ” ” ” ”	” ” 0,51 ” 0,1279 ”
150 ” болуса	изъ 0,2513 ” 0,1135 ”

Отсюда видно, что поглощеніе каолина понижается съ уменьшеніемъ содержанія искусственнаго силиката (цеолита) и возрастаетъ съ увеличеніемъ его количества. Изъ одинаковаго количества соли искусственный силикатъ и болусъ поглощаютъ приблизительно равныя количества амміака.

Такимъ образомъ несомнѣнно, что поглотительная способность глины зависитъ отъ присутствія въ ней такихъ соединений, какъ водные силикаты или цеолиты. Поэтому очевидно необходимо было выяснитъ участіе этихъ послѣднихъ въ процессахъ поглощенія. Мы видѣли выше *), что при вывѣтриваніи безводныхъ силикатовъ весьма возможно ожидать образованія въ почвѣ такихъ водныхъ соединений, которыя по своимъ свойствамъ близки къ цеолитамъ, хотя прямо получить ихъ изъ почвы не удастся, но, кромѣ того, въ почвѣ могутъ содержаться и болѣе сложные водные силикаты; совокупность всѣхъ подобныхъ соединений обозначаютъ названіемъ цеолитной части почвъ. При разсмотрѣніи цеолитовъ было указано также на способность ихъ вступать въ реакціи взаимнаго обмѣна съ различными основаниями, поэтому слѣдуетъ ожидать, что почва должна обнаружить тѣ же реакціи,

*) См. выше „Химическія свойства почвъ“. Цеолиты.

если въ ней дѣйствительно находятся соединенія, имѣющія сходство съ естественными и искусственными цеолитами. Исслѣдованія, произведенныя еще Уэ, затѣмъ Раутенбергомъ, были подтверждены опытами Эйхгорна, Петерса, Лемберга и др., такъ что существованіе цеолитныхъ соединеній въ почвѣ въ настоящее время не подлежитъ сомнѣнію. Натровые цеолиты, какъ извѣстно, легче вступаютъ въ обмѣнные реакціи съ солями калия, нежели калиевые цеолиты съ солями натрія. При обработкѣ цеолитовъ углекислою водою и углекислыми щелочами часть основаній выдѣляется въ видѣ углекислыхъ солей, образуются кислые водные силикаты, которые обладаютъ способностью поглощать калий и амміакъ.

Тѣ же явленія наблюдаются и при поглощеніи солей почвою. Петерсъ кинятилъ почву съ соляною кислотою въ теченіе продолжительнаго времени. промывалъ ее водою, а затѣмъ обрабатывалъ растворомъ хлористаго калия (сод. въ 250 сс. $O_{,3388}$ грам. K_2O), при этомъ было поглощено:

почва въ естеств. видѣ	$O_{,1811}$ грам. K_2O
„ обработанная HCl	$O_{,0227}$ „ „

такимъ образомъ при выщелачиваніи почвы HCl поглотительная способность ея значительно понижается.

При обработкѣ почвы кислотою извлекаются, слѣдовательно, водные силикаты, участвующіе въ поглощеніи, но, съ другой стороны, при этомъ возможно образованіе въ почвѣ соединеній обладающихъ поглотительною способностью. Такъ Раутенбергъ въ опытахъ съ болусомъ показалъ, что послѣ дѣйствія на него соляною кислотою онъ все-таки не утрачиваетъ совершенно поглотительной способности.

Прокаливаніе цеолитовъ ведетъ къ уничтоженію въ нихъ поглотительной способности. Почва послѣ прокаливанія точно также поглощаетъ значительно менѣе кали и амміака, какъ это показали опыты Петерса, Бидермана и Кюпа. Такъ черноземъ, изслѣдованный Бидерманомъ относительно поглощенія калия (сод. въ 100 сс. $O_{,1982}$ грам. K_2O) въ естественномъ состояніи и послѣ прокаливанія, обнаружилъ слѣд.: 100 грам. чернозема поглотили калия

Въ естеств. видѣ.	Послѣ прокаливанія.
$O_{,0106}$	—
$O_{,0079}$	—
$O_{,0227}$	$O_{,0095}$
$O_{,1228}$	$O_{,0444}$
$O_{,2023}$	$O_{,0444}$
$O_{,2796}$	$O_{,1322}$

Очевидно, прокаливаніе не уничтожаетъ совершенно поглотительной способности почвъ, а только значительно понижаетъ ее. Это можно объяснить тѣмъ, что нѣкоторые силикаты (наприм. гранатъ, везувіанъ) въ естествен-

номъ состояніи трудно разлагаются кислотами, а послѣ прокаливанія, какъ показалъ Лембергъ, не только легко подвергаются дѣйствию кислотъ, но и быстро отдають свою известь или магнезію. Поэтому если въ почвѣ будутъ находиться силикаты съ такими свойствами, то послѣ прокаливанія она не потеряетъ способности поглощенія.

Далѣе, если въ почвѣ увеличить содержаніе водныхъ силикатовъ, то поглотительная способность ея должна возрасти. Такъ Гейденъ прибавлялъ къ почвѣ искусственныхъ цеолитовъ и замѣтилъ повышеніе поглотительной способности, а обрабатывая почву соляною кислотою, онъ констатировалъ пониженіе ея, что, по его мнѣнію, надо объяснять дѣйствіемъ остающейся въ почвѣ кремневой кислоты, на счетъ которой все-таки еще продолжается поглощеніе, и если извлечь ее кипяченіемъ почвы съ водою, то поглотительная способность должна совсѣмъ прекратиться. Однако же послѣ кипяченія съ углекислымъ натромъ произошло напротивъ увеличеніе поглотительной способности, которое Гейденъ объяснилъ уже физическимъ притяженіемъ частицъ, подъ влияніемъ кипяченія увеличившихъ поверхность соприкосновенія съ растворомъ солей. Очевидно, такое объясненіе не состоятельно, такъ какъ при обработкѣ соляною кислотою часть водныхъ силикатовъ почвы могла остаться не разложившеюся, а при кипяченіи съ углекислымъ натромъ могла вступить въ соединеніе съ нимъ, и образовавшіеся натровые цеолиты, по опытамъ Беммелена, уже легко обмѣниваютъ натръ при поглощеніи хлористаго калия. Тоже подтверждается опытами Петерса. Но несомнѣнно, что количество цеолитовъ должно вліять на поглощеніе, и между различными почвами въ этомъ отношеніи существуетъ извѣстная пропорціональность, смотря по содержанію въ нихъ цеолитовъ.

Вышеприведенные факты въ связи съ свойствами цеолитовъ убѣждаютъ въ томъ, что эти соединенія должны играть значительную роль въ поглотительной способности почвъ, но мы знаемъ, что, помимо цеолитовъ, въ почвѣ находится много другихъ веществъ, которыя могутъ вступать въ химическія реакціи съ поглощаемыми солями, а потому одними цеолитами еще нельзя объяснить причинъ этого явленія. Къ числу такихъ веществъ надо отнести водную окись желѣза (гидратъ окиси глинозема въ свободномъ видѣ въ почвѣ не встрѣчается), гидратную кремневую кислоту, а также соединенія гумуса.

Способность окиси желѣза поглощать амміакъ и кали была доказана Раутенбергомъ. Изъ его опытовъ видно, что между поглощеніемъ и содержаніемъ въ почвѣ водныхъ окисей замѣчается почти прямая пропорціональность, а потому онъ заключаетъ, что съ усиленіемъ вывѣтриванія почва обогащается содержаніемъ водной окиси, вслѣдствіе чего должно соотвѣтственно возрастать и поглотительная способность.

Гидратная кремневая кислота, образующаяся въ почвѣ при разложеніи силикатовъ, можетъ дѣйствовать лишь на поглощеніе калия изъ углекислыхъ

солей и тѣмъ въ большемъ количествѣ, чѣмъ болѣе въ ней содержится воды, изъ азотнокислыхъ, сѣриокислыхъ и хлористыхъ солей, равно какъ изъ амміака, гидратъ кремнезема не поглощаются.

Гуминовые вещества служатъ другою причиною поглощенія калия, амміака и прочихъ оснований, съ которыми они даютъ различныя соли. Выше было указано на образованіе двойныхъ солей гуминовокислой извести и амміака, далѣе А. Кенигъ показалъ *), что поглощеніе гумусомъ амміака бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ менѣе въ немъ содержится золы, наприм. онъ бралъ три различныхъ вида болотнаго перегноя (по 20 грам.) съ разнымъ содержаніемъ золы и обрабатывалъ его 300 сс. раствора, содержавшаго въ 100 сс. 140 мгг. азота въ видѣ NH_3 , или 391 мгг. калия, при этомъ поглощено:

	Амміака.	Углек. амміака.	Кали.
перегномъ изъ мохо-) въ естеств. видѣ	82,0	65,3	79,2
ваго болота) обработ. HCl	84,8	73,6	82,2
перегномъ изъ луго-) дважды обожжен.	44,2	67,6	
вого болота)			
торф. перегномъ	39,8	55,2	

Поглощеніе гумусомъ нейтральныхъ солей представляетъ процессъ совершенно сходный съ поглощеніемъ цеолитовъ, т.-е. при этомъ выделяются основания, такъ Раутенбергъ обрабатывалъ лѣсной (буковый) гумусъ растворомъ NH_4Cl , содержавшимъ въ 300 С. С. 1,665 грам. NH_4Cl , при чемъ

25 грам. гумуса поглотили 0,0813 грам. NH_3
 а 10 " " " " 0,0392 " "

Въ первомъ случаѣ въ растворъ перешли почти эквивалентныя поглощенному амміаку количества извести (0,1011 гр.) и магнезін (0,0391 гр.), что соответствуетъ эквивалентно амміаку 0,0968 гр. При кипяченіи же гумуса съ HCl его поглотительная способность понижается почти на $\frac{1}{4}$ первоначальной. Лясковскій опредѣлялъ прямое поглощеніе амміака гуминовокислою известью, при чемъ 100 грам. послѣдней поглотили изъ раствора NH_4Cl (1 гр. въ 200 сс.) 0,143 гр. амміака. Поглощеніе гуминовою кислотою фосфорнокислыхъ солей, по опытамъ Эйхгорна, сопровождается, повидимому, образованіемъ кислыхъ гуминово-кислыхъ щелочей, не растворимыхъ въ водѣ, по составу этихъ солей и ихъ свойства требуютъ ближайшаго изслѣдованія. Беммеленъ, изъ опытовъ надъ поглощеніемъ коллоидальными составными частями почвъ, къ которымъ онъ причисляетъ и гуминовые вещества, заключилъ, что они сильнѣе удерживаютъ калий, нежели известь, хотя послѣднее соединеніе менѣе растворимо.

Дѣйствіе гуминовыхъ веществъ на углекислыя, фосфорнокислыя щелочи и пр. состоитъ, по мнѣнію Беммелена, въ томъ, что извѣстная часть щелочи поглощается съ выдѣленіемъ извести и магнезін, кромѣ того щелочь погло-

*) Landw. Jahrbücher. XI, 1.

щается не растворимыми гуминовыми веществами, при чем гуминовое вещество свободною щелочью растворяется и образуется много кислой соли. Если гумусъ содержитъ мало извести и магнѣзія, которые могутъ образовывать съ фосфорною кислотою не растворимыя соли, то поглощеніе фосфорной кислоты уменьшается. Изъ фосфорнокислой извести взмученная въ водѣ гуминовая кислота сама можетъ освободить известь и фосфорную кислоту.

Важное значеніе дѣлѣ должно имѣть раскрытіе причинъ поглощенія почвою фосфорной кислоты. Последняя можетъ образовывать съ окислами металловъ не растворимыя соли, поэтому при соприкосновеніи почвы съ растворами фосфорнокислыхъ щелочей въ почвѣ будутъ образовываться осадки подъ влияніемъ углекислой извести и магнѣзія, гидратовъ окиси желѣза и глинозема. По условія реакцій этихъ соединений въ почвѣ бываютъ весьма различны, вследствие чего могутъ образоваться кислыя, среднія и основныя соли.

Точно также съ гидратами окиси желѣза и глинозема фосфорная кислота можетъ давать различныя соли, не растворимыя въ водѣ; нѣкоторыя изъ нихъ растворяются въ лимоннокисломъ амміакѣ.

Если $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ встрѣчаетъ въ почвѣ углекислую известь, то последняя разлагается и образуется, какъ показываетъ Ритгаузенъ *), сначала средняя соль ($\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 + \text{CaCO}_3 = 2\text{CaHPO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), которая быстро распределяется съ мелкоиздробленною углекислою известью, медленно съ крупными и твердыми частицами, образуемая углекислота растворяется въ водѣ остающуюся углекислую известь, которая дѣйствуетъ на среднюю соль и превращаетъ ее въ основную: $2\text{CaHPO}_4 + \text{CaCO}_3 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Если кислая фосфорнокислая известь встрѣчаетъ въ почвѣ гидратъ окиси желѣза, то, смотря по количеству монофосфата и окиси, она переходитъ въ среднюю или основную известковую соль, а окись въ фосфорнокислую, содержащую большее или меньшее количество гидратовъ, а потому легче или труднѣе извлекается лимоннокислымъ амміакомъ.

Подобныя реакціи взаимнаго обмѣна съ образованіемъ не растворимой фосфорнокислой соли могутъ происходить также между цеолитами и растворимыми фосфатами, при этомъ цеолиты отдаютъ известь или желѣзо (глиноземъ) фосфорной кислотѣ, которая такимъ образомъ поглощается и образуется щелочной цеолитъ. Такъ напр. известковый цеолитъ, дѣйствуя на фосфорнокислый калий, даетъ фосфорнокислую известь и калиевый цеолитъ, но при этомъ ходъ реакціи будетъ зависетьъ отъ количества фосфорнокислыхъ солей и цеолитовъ, а потому могутъ образоваться средняя и основная соль, часть же растворимаго фосфата можетъ остаться не поглощенной. Поэтому поглощеніе фосфорной кислоты почвою опредѣляется разнообразными условіями.

*) Landw. Varsuchstat. XX. 401.

Что касается наконецъ причинъ поглощенія почвою другихъ основаній, какъ извѣстна и магнезія, а также слабой поглощаемости сѣрной, соляной и азотной кислотъ, то изъ вышеприведенныхъ изслѣдованій уже видно отношеніе почвы къ подобнымъ соединеніямъ. Известковыя и магнезіальныя соли могутъ поглощаться щелочными цеолитами, которые обмѣниваютъ калий или натрій на извѣстку или магнезію, хлористыя соли могутъ реагировать съ углекислыми, вследствие чего увеличивается содержаніе извести или магнезіи. Вообще реакціи, происходящія при этомъ, могутъ представлять въ почвѣ большое разнообразіе, но вследствие присутствія въ ней растворимыхъ солей извести и магнезіи въ небольшомъ количествѣ они имѣютъ подчиненное значеніе въ процессахъ поглощенія почвою солей. Фосфорнокислыя и гуминовокислыя соли извести и магнезіи, какъ не растворимыя въ водѣ, могутъ сами содѣйствовать поглощенію, если въ почвѣ существуютъ условія, благоприятныя для образованія такихъ солей.

Незначительная поглощаемость почвою сѣрной кислоты объясняется растворимостью ея солей, но возможно допустить образованіе въ почвѣ не растворимыхъ основныхъ солей съ гидратами окисей желѣза (глинозема), кромѣ того извѣстно напр., что нѣкоторые щелочно-глиноземные силикаты даютъ прочныя соединенія съ сѣрнокислыми щелочами (напр. нозсанъ, гаюнгъ), а такъ же съ хлористыми (напр. содалитъ).

Гораздо важнѣе отношеніе почвы къ азотной кислотѣ, которая, какъ показываютъ вышеприведенныя изслѣдованія, часто даже выщелачивается изъ почвы. Большее поглощеніе азотной кислоты замѣчается въ глинистыхъ почвахъ, содержащихъ окисъ желѣза, которая какъ и глиноземъ можетъ образовывать основныя азотнокислыя соли, но и здѣсь поглощеніе касается только небольшой части азотной кислоты, такъ что вообще почва не задерживаетъ солей азотной кислоты. Этотъ фактъ, въ связи съ важнымъ значеніемъ нитратовъ для питанія растеній, показываетъ, что почва лишается во внесенныхъ въ нее удобреніяхъ важнаго для растеній соединенія. Но мы знаемъ, что, помимо поглощательной способности, въ почвѣ существуютъ другіе процессы, при которыхъ въ ней могутъ образоваться азотнокислыя соли: такъ атмосферный азотъ поглощается и связывается дѣйствіемъ микроорганизмовъ, а также тихаго электрическаго разряда, гумусъ поглощаетъ много амміачныхъ солей, которыя при нитрификаціи вмѣстѣ съ азотомъ растительныхъ остатковъ даютъ нитраты; извѣстно дѣйствіе бобовыхъ растеній на фиксацію азота (клубеньки на корняхъ), накапливающегося такимъ образомъ въ урожайныхъ остаткахъ этихъ растеній и т. п.

Раствореніе и передвиженіе поглощенныхъ солей въ почвѣ. Вещества поглощенныя почвою хотя и переходятъ въ нерастворимое состояніе, но могутъ быть вполне доступны корнямъ растеній, которые легко ихъ растворяютъ и опыты показываютъ, что этотъ родъ веществъ гораздо доступнѣе растеніямъ, нежели тѣ, которыя входятъ въ составъ твердой части почвъ.

Не смотря на разбѣдающую способность корней, они прежде всего пользуются поглощенными соединеніями. Поэтому весьма важно знать, какъ прѣчно удерживаются почвою поглощенные соединенія, такъ какъ этимъ обуславливается до известной степени запасъ питательныхъ веществъ, а съ другой стороны изъ этого вытекаютъ правила внесенія и дѣйствія различныхъ удобреній.

Исслѣдованія показали, что поглощенные почвою вещества могутъ снова переходить въ растворъ при дѣйствіи воды, растворовъ солей и кислотъ, при чемъ выщелоченныя соединенія передвигаются въ болѣе глубоке слои почвы.

Количество поглощенныхъ веществъ, выщелачиваемыхъ изъ почвы водою, весьма незначительно и для этого требуется во всякомъ случаѣ громадная масса воды, сравнительно съ растворимостью солей, отдѣльно взятыхъ. Петерсъ напр. нашелъ, что для растворенія 1 части поглощенного калия (въ видѣ KCl) требуется 27600 частей воды, при чемъ изъ первоначально поглощенной соли растворяется лишь около 26,6%.

Углекислая вода растворяетъ болѣе, нежели дистиллированная, именно 1 ч. калия въ среднемъ растворяется въ 9200 частяхъ воды, содержащей углекислоту. Бретшнейдеръ нашелъ *), что 100 грам. почвы отдають водѣ слѣдующее количество поглощенныхъ основаній:

	K ₂ O	Na ₂ O	CaO
чистая вода	49	60	20%
углекислая вода	56	75	100%

Эти опыты могутъ дать нѣкоторыя практическія указанія на то, что даже при сильномъ удобреніи калиевыми солями дренажныя воды будутъ менѣе обогащаться калиемъ, чѣмъ натріемъ, а съ уменьшеніемъ поглощенного калия способность почвы удерживать остающееся количество возрастаетъ. Далѣе на содержаніе въ дренажной водѣ калия имѣютъ вліяніе растенія, корни которыхъ воспринимаютъ поступающій въ растворъ калий, поэтому голая почва при прочихъ равныхъ условіяхъ отдастъ водѣ большія количества калия, чѣмъ почва покрытая растеніями.

Амміакъ извлекается изъ вочвы водою тѣмъ легче, чѣмъ больше его было поглощено, и наоборотъ, поэтому первыя водныя вытяжки почвы содержатъ болѣе амміака, нежели послѣдующія. Но такъ какъ амміакъ переходитъ въ почвѣ въ азотную кислоту, то выщелачиваніе водою азотно-кислыхъ солей будетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ скорѣе совершается этотъ процессъ, поэтому движущаяся въ почвѣ вода содержитъ всегда азотнокислыя соли, количество которыхъ возрастаетъ почти пропорціонально внесеннымъ азотистымъ удобреніямъ и наибольшая потеря азота происходитъ въ почвѣ зимою, наименьшая весною, во время напряженного роста растеній.

Поглощенные почвою соединенія могутъ быть извлечены дѣйствіемъ на

*) Jahresbericht für Agriculturchemie 9. 43.

ные солей; при этомъ происходитъ разложеніе поглощеннаго вещества, а количество основанія поступающаго въ растворъ, увеличивается на счетъ реагирующей соли. Если напр. калиевый цеолитъ обрабатывать солями натрия, извести или магнезию, то при этомъ освобождается калий, мѣсто котораго въ цеолитѣ заступаетъ натрій, известъ или магнезія, но количество вытѣняемаго калия будетъ измѣняться съ концентраціею раствора реагирующей соли и можетъ увеличиваться или уменьшаться до известной степени но никогда не остается постояннымъ, потому что по мѣрѣ того, какъ калий вытѣняется изъ цеолита, количество калиевой соли возрастаетъ въ растворѣ, но какъ только установится равновѣсіе между химическою массою растворяемаго калия и реагирующей на силикатъ соли, то произойдетъ обратная реакція, т. е. калий можетъ опять поглощаться цеолитомъ. То же самое можетъ происходить въ почвѣ при дѣйствіи различныхъ солей, вносимыхъ въ нее, напр. въ видѣ гипса, чилийской селитры или поваренной соли. Дѣйствіе этихъ солей на почву совершенно аналогично указанному разложенію цеолитовъ, но будетъ модифицироваться въ зависимости отъ ихъ растворимости. Дѣйствіе гипса на вытѣненіе изъ почвы калия, давно известное въ практикѣ земледѣлія, состоитъ въ томъ, что онъ растворяетъ всѣ основанія (моноксиды), которыя и вытѣняются известью, такъ напр., если въ почвѣ находится много калиевыхъ цеолитовъ, то они разлагаются гипсомъ; однако нѣкоторые силикаты легче при этомъ отдаютъ натрій, нежели калий, по этому различные почвы относятся не одинаково къ дѣйствію гипса и, какъ показали опыты Гейдена, иногда полезнѣе удобреніе кизеритомъ ($MgSO_4$), который реагируетъ энергичнѣе гипса. Подобно гипсу дѣйствуетъ на калиевыя соединенія въ почвѣ поваренная соль и чилийская селитра, хотя въ отношеніи поваренной соли, какъ показываютъ опыты, наблюдается не только замѣщеніе калия (раствореніе), но она препятствуетъ его поглощенію.

Растворимость поглощенной фосфорной кислоты подѣ дѣйствіемъ воды и соляныхъ растворовъ вообще меньше значительна, чѣмъ оснований. Фосфорнокислыя соли извести, желѣза и глинозема, образующіяся въ почвѣ, нѣсколько легче растворяются въ щелочныхъ соляхъ, чѣмъ въ чистой водѣ, но изъ такихъ растворовъ фосфорная кислота можетъ опять перейти въ не растворимое состояніе при дѣйствіи углекислой извести или окиси желѣза. Въ виду этого становится понятнымъ, что переходъ фосфорной кислоты въ растворъ въ почвѣ происходитъ рѣдко, при наличности определенныхъ условій, какъ, наприм., при вытѣненіи изъ почвенныхъ силикатовъ щелочныхъ оснований, могущихъ соединиться съ фосфорною кислотой реакціями взаимнаго обмѣна въ растворимую соль.

Но чѣмъ долѣе поглощается почвою основанія изъ фосфорнокислой соли, тѣмъ меньше переходитъ въ растворъ фосфорной кислоты, поэтому въ присутствіи хлористаго калия растворяется меньше, чѣмъ въ присутствіи натровыхъ солей.

Въ присутствіи известковыхъ, желѣзныхъ и глиноземныхъ солей фосфорная кислота вообще труднѣ вымывается изъ почвы водою, потому-то въ дренажныхъ водахъ анализъ открываетъ часто только слѣды фосфорной кислоты; но если въ почвѣ находится закись желѣза, то въ присутствіи углекислой воды она можетъ вызвать раствореніе и передвиженіе фосфорной кислоты. Образованіе дерновыхъ желѣзныхъ рудъ, содержащихъ закись желѣза, но свободныхъ отъ извести, можно объяснить тѣмъ, что закись желѣза вытѣняетъ известь, соединенную съ фосфорною кислотою и въ видѣ фосфорнокислой закиси желѣза передвигается въ почву.

Наконецъ при дѣйствіи кислотъ на почву изъ нея можно извлечь все поглощенные основанія, хотя въ видѣ другихъ соединений (хлоридныхъ, сѣрнокислыхъ или азотнокислыхъ), потому что при этомъ поглощенные соли будутъ разлагаться, а ихъ основанія соединяться съ реагирующей кислотой. Но количество переходящихъ въ растворъ основанийъ будетъ всегда больше вѣдѣтвіе того, что при дѣйствіи кислотъ разложенію и растворенію подвергаются не только поглощенные соединения, но также водные силикаты и другія соединения. Количество ихъ будетъ обуславливаться, кромѣ того, свойствами кислоты такъ сѣрная и азотная будутъ дѣйствовать сильнѣе, нежели соляная, затѣмъ концентраціей кислоты, продолжительностью дѣйствія, температурою, при которой происходитъ раствореніе, и т. н.

Резюмируя все вышесказанное, мы должны придти къ заключенію, что поглощательная способность почвы представляетъ весьма важное свойство въ двухъ отношеніяхъ: во-первыхъ, она вліяетъ на сохраненіе состава почвы, а во-вторыхъ, этою способностью почвы обезпечивается питаніе растений.

Образующіяся въ почвѣ при процессахъ разложенія и вывѣтриванія соединения, вѣдѣтвіе поглощательной способности, сохраняются въ почвѣ и становятся пригодными для питанія растений, а это тѣмъ важнѣе, что почвою поглощаются именно существенныя питательныя вещества и притомъ въ значительномъ количествѣ, каковы калий, аммиакъ и фосфорная кислота. Поглощательная способность регулируетъ содержаніе растворимыхъ въ почвенной жидкости соединений, вѣдѣтвіе чего концентрація послѣдней не повышается настолько, чтобы оказать вредное дѣйствіе на корни, потому что какъ только въ растворѣ появляются вещества поглощаемыя почвою, то они вступаютъ въ реакціи съ составными частями почвы и почвенный растворъ обѣдняется солями. Увеличеніе концентраціи почвенной жидкости можетъ происходить въ почвахъ, обладающихъ незначительною поглощательною способностью, или при удобреніи почвы солями не поглощаемыми ею, наприм. азотнокислыми и хлоридными. Если почвенный растворъ обѣдняется веществами отъ поглощенія ихъ корнями растений, или вѣдѣтвіе дѣйствія атмосферной влаги, то отъ растворенія части поглощенныхъ веществъ содержаніе ихъ въ почвенной жидкости опять дѣлается болѣе пор-

мальнымъ, а съ другой стороны при увеличеніи концентраціи почвенной жидкости, вслѣдствіе испаренія, поглощительная способность возрастаетъ. Такимъ образомъ концентрація почвенной жидкости остается приблизительно постоянною и потребность растений въ извѣстныхъ веществахъ поддерживается. Вслѣдствіе поглощенія различныхъ соединений въ почвѣ образуются разнообразныя вещества, равномерно распределяющіяся въ ней, и слѣдовательно корни растений вездѣ могутъ ими пользоваться. Наконецъ, такъ какъ поглощительная способность дѣйствуетъ не только въ верхнихъ, но въ болѣе глубокихъ слояхъ почвы, то почвенная жидкость, просачиваясь въ нижніе слои, будетъ терять все больше и больше растворимыхъ веществъ, которые задерживаются преимущественно тѣми слоями, въ которыхъ развиваются корни растений, или же при извѣстныхъ условіяхъ, передвигаясь въ нижніе слои, все-таки могутъ ими поглощаться.

Въ практическомъ отношеніи поглощительная способность почвы имѣетъ значеніе для пользованія удобрительными веществами и целесообразности ихъ дѣйствія къ почвѣ, состоящее въ томъ, что вносимыя въ нее растворимыя или нерастворимыя соединения подвергаются разложенію, при которомъ образуются новыя вещества, равномерно распределяющіяся между частицами почвы. Поэтому дѣйствіе удобреній будетъ существенно зависеть отъ свойствъ почвъ, именно: чѣмъ выше ея поглощительная способность, тѣмъ полнѣе дѣйствіе вносимыхъ удобреній, а чѣмъ она хуже, тѣмъ меньше ихъ значеніе, такъ какъ въ этомъ случаѣ требуются извѣстные приемы для предупрежденія выщелачиванія растворимыхъ соединений изъ почвы, а потому при удобреніи глинистыхъ, мергельныхъ или песчаныхъ почвъ, весьма различныхъ въ отношеніи поглощительной способности, необходимо сообразовать примѣненіе удобреній съ этимъ свойствомъ почвъ.

IX. О п и с а н і е п о ч в ы .

(ЧАСТНОЕ ПОЧВОВѢДѢНІЕ).

Вывѣтриваніе горныхъ породъ ведетъ къ образованію различныхъ продуктовъ: такъ результатомъ механическаго измѣненія кварца и безводныхъ силикатовъ является песокъ, химическое разложеніе силикатовъ даетъ глину, отъ вывѣтриванія известняковъ, песчаниковъ, сланцовъ, конгломератовъ образуется смѣсь извести, песку, глины и т. д. Всѣ подобныя продукты механическаго и химическаго разрушенія горныхъ породъ составляютъ минеральную часть почвы. При разложеніи органическихъ, преимущественно растительныхъ, остатковъ получается гумусъ, который смѣшивается съ минеральными веществами въ видѣ частицъ различной величины и формы и такая смѣсь называется вообще почвою. Но очевидно отдѣльныя составныя

части почвы могут смѣшиваться другъ съ другомъ въ самой разнообразной пропорціи: такъ, наприм., въ одномъ случаѣ такая смѣсь можетъ быть богата пескомъ, въ другомъ—глиною, известью или перегноемъ и т. п. Слѣдовательно между различными почвами будетъ существовать разница въ механическомъ составѣ, а такъ какъ песокъ, глина и пр. отличаются между собою по величинѣ и формѣ частицъ, то возникаетъ различіе въ строеніи почвы. Съ другой стороны, песокъ, глина, известь и перегной обладаютъ неодинаковыми физическими свойствами, т.-е. отношеніемъ къ водѣ, теплу, газамъ, а кромѣ того они содержатъ въ себѣ или окончательные продукты разрушенія горныхъ породъ, не способные къ дальѣйшему измѣненію, какъ, наприм., кварцъ, или вещества, состояющія изъ болѣе или менѣе простыхъ химическихъ соединений, или наконецъ такія, которыя способны измѣняться въ будущемъ, такова, наприм., глина, содержащая смѣсь разложившихся и не разложившихся соединений. Отсюда становится понятнымъ, что отъ преобладанія въ почвѣ тѣхъ или другихъ составныхъ частей будутъ измѣняться и ея химическія свойства.

Такимъ образомъ различные виды почвъ будутъ отличаться своимъ происхожденіемъ, механическимъ составомъ, физическими и химическими свойствами. Такъ какъ продукты вывѣтриванія въ количественномъ и качественномъ отношеніи могутъ быть весьма разнообразны, то и пропеходящія изъ нихъ почвы должны обнаруживать подобное же разнообразіе и поэтому число почвенныхъ видовъ будетъ чрезвычайно велико, а вслѣдствіе этого изученіе всѣхъ существующихъ почвъ было бы затруднительно. Но въ такомъ изученіи нѣтъ ближайшей необходимости, потому что достаточно выдѣлать опредѣленные типы почвъ, чтобъ имѣть представленіе о тѣхъ разнообразныхъ переходныхъ формахъ, которыя связываютъ одинъ почвенный типъ съ другимъ. На этомъ основаніи мы различаемъ почвы по преобладанію въ нихъ какихъ-либо составныхъ частей: песку, глины, извести, перегной и т. п., такъ какъ строеніе, физическія и химическія свойства каждой почвы всецѣло зависятъ отъ этихъ частей. Такимъ образомъ почвы, содержащія много песка, мы называемъ песчаными, точно также понятны названія: глинистыя, известковыя, перегнойныя почвы. Но почвы вообще имѣютъ ближайшее значеніе для растеній, а это значеніе обуславливается не только указанными признаками, но въ значительной степени положеніемъ почвы на мѣстности, а потому при изученіи различныхъ почвенныхъ типовъ необходимо обращать вниманіе на различія въ ихъ свойствахъ, вытекающія изъ энтопическаго характера. Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что одна и та же почва, при извѣстномъ положеніи, будетъ отвѣчать въ разной степени требованіямъ какъ дикорастущихъ, такъ и культурныхъ растеній,—такъ, наприм., песчаная почва въ сухомъ или влажномъ климатѣ, глинистая при возвышенномъ или низменномъ положеніи, но, съ другой стороны, разнымъ почвамъ могутъ соответствовать различныя расте-

нія. Такъ извѣстно, что плотнымъ, влагоемкимъ почвамъ соответвуютъ одни виды растеній, сухимъ песчанымъ мѣстамъ отвѣчаютъ другія растенія, поэтому до извѣстной степени флора сухихъ, сырыхъ, плотныхъ и рыхлыхъ почвъ можетъ дать понятіе объ ихъ свойствахъ. Въ сельскохозяйственной культурѣ извѣстно, что нѣкоторыя растенія удаются только на почвахъ съ опредѣленными физическими свойствами и составомъ: такъ, наприм., пшеница и колѣкѣ бобы лучше удаются на плотныхъ и свѣжихъ почвахъ, чѣмъ на песчаныхъ и сухихъ, бобовыя растенія предпочитаютъ почвы съ содержаніемъ извести, люцерна усѣбно произрастаетъ лишь на глубокихъ почвахъ и т. д. Поэтому присутствіе извѣстныхъ растеній на почвѣ можетъ служить нѣкоторымъ указаніемъ на ея свойства и въ этомъ смыслѣ можно говорить о флорѣ песчаныхъ, глинистыхъ, известковыхъ и т. п. почвъ, но нельзя придавать этимъ флорамъ рѣшающаго значенія. Исслѣдованія относительно разселенія растительныхъ видовъ показываютъ, что одни и тѣ же формы, свойственныя опредѣленнымъ почвамъ, могутъ однако встрѣчаться и на другихъ почвахъ, слѣдовательно не обнаруживаютъ какого-либо постоянства въ мѣстообитаніи. Такимъ образомъ геоботаника, указывая на связь между почвою и растительностью, даетъ лишь общія руководящія начала о вліяніи внутреннихъ и вѣнскихъ свойствъ почвы на распространеніе различныхъ видовъ растеній. Эта связь между почвами и нѣкоторыми растительными формациями выражается главнымъ образомъ въ физическихъ вліяніяхъ почвы, меньшее значеніе имѣетъ химическій составъ и ея происхожденіе, но съ другой стороны геоботаническія изслѣдованія показываютъ, что и растительность также дѣйствуетъ на измѣненіе свойствъ почвы.

Въ виду вѣхъ этихъ соображеній при описаніи различныхъ почвенныхъ типовъ, кромѣ ближайшихъ ихъ особенностей въ механическомъ составѣ, физическихъ и химическихъ, не безполезно характеризовать ихъ и со стороны растительности.

Каменистыя и хрящеватыя почвы.

Къ такимъ почвамъ надо отнести образованія, состоящія главнымъ образомъ изъ крупныхъ обломковъ не вывѣтрившихся породъ, или даже изъ болѣе мелкихъ, подвергшихся дѣйствію воды, которая превратила ихъ въ округлыя (гравіи, гальки), или угловатыя зерна и куски (хрящъ, щебень, дрова), смотря по силѣ и продолжительности ея дѣйствія. Почвы, состоящія изъ крупныхъ обломковъ, надо считать каменистыми, а изъ мелкихъ—хрящеватыми; первыя бываютъ почти исключительно первичнаго происхожденія, хрящеватыя же могутъ быть и наносными, таковы, наприм., наносы въ верховьяхъ долинъ горныхъ рѣкъ. Тѣ и другія почвы содержатъ едва лишь третью часть мелкихъ частицъ, влѣдствіе чего физическія и химическія свойства обуславливаются главнымъ образомъ свойствами не вывѣтрившихся

камней, присутствие которых вообще дурно отражается на почвѣ. Камни увеличиваютъ проницаемость для воды, отчего почва страдаетъ сухостью; даѣе они усиливаютъ нагреваніе и теплопроводность почвы; присутствие большого количества камней затрудняетъ обработку почвы, стѣсняетъ развитіе корней растений а поэтому каменистыя и хрящеватыя почвы часто стоятъ на границѣ культурной пригодности. Если камни распределены на большомъ пространствѣ или они мелки, а въ трещинахъ и промежуткахъ между ними находятся болѣе тонкіе продукты вывѣтриванія, то почва можетъ быть пригодна для разведенія нѣкоторыхъ растений (преимущественно деревянистыхъ), въ противномъ случаѣ она не пригодна для культуры. Химическія свойства почвы будутъ зависеть отъ способности каменистыхъ обломковъ къ вывѣтриванію. Такъ почвы, состоящія исключительно изъ обломковъ кварца, или крупнозернистыхъ кварцевыхъ песчаниковъ, не способныхъ къ химическому измѣненію, будутъ всегда бесплодными, напротивъ полевошатовыя породы даютъ обломки подвергающіеся дальнѣйшему измѣненію и слѣдовательно съ теченіемъ времени въ такихъ почвахъ будетъ накапливаться мелкоземъ, вслѣдствіе чего онѣ становятся пригодными къ культурѣ, особенно если съ измѣненіемъ обломковъ происходитъ образованіе гумуса отъ разложенія опавшей листвы, сучьевъ и т. п., какъ это бываетъ подъ пологомъ лиственныхъ и хвойныхъ деревьевъ, занимающихъ иногда каменистыя мѣста. Умѣренное количество камней въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ быть полезно для физическихъ свойствъ почвы. Такъ очень плотныя почвы отъ присутствія камней и хряща разрыхляются, провѣтриваются, просыхаютъ, а потому лучше нагреваются, песчаныя и перегнойныя почвы, при наклонномъ положеніи укрѣпляются, т.-е. защищаются камнями отъ размыванія водою.

При большомъ количествѣ камней, особенно крупныхъ, необходимо очищать почву, ибо такіе камни при значительной ихъ величинѣ дѣлаютъ не возможнымъ пользованіе почвой, не смотря на присутствіе въ ней мелкозема. Если почва содержитъ мелкіе камни, то часто нѣтъ надобности въ ихъ удаленіи, такъ какъ, при достаточномъ содержаніи мелкозема, такія каменистыя мѣста можно занять древесными культурами, наприм. плодовыми деревьями, виноградниками и даже разведеніемъ земляной груши, эспарцета и пр.

Песчаныя почвы

Песчаныя почвы образуются изъ различныхъ породъ, составныя части которыхъ подверглись главнымъ образомъ механическому раздробленію и лишь отчасти превратились въ землестую массу, поэтому въ такихъ почвахъ содержится по крайней мѣрѣ 80% песку (иногда и больше) и до 20% плавательныхъ частицъ. Въ образованіи песчаныхъ почвъ участвуютъ преимущественно обломочныя породы, конглометары и различные песчаники, причемъ болѣе слабыя породы (наприм. сѣрая вака, плотные песчаники) при разру-

пески дают много обломков, богатых щелочами, изъ больше новыхъ породъ (Ліась, юра) пропеходятъ обломки богатые кварцомъ. Тѣ и другіе подѣ дѣйствіемъ воды измельчаются, округляются и образуютъ крупный, средній и мелкій песокъ, къ которому примѣшиваются далѣе продукты размывающаго дѣйствія воды или пловатыя частицы. На этомъ основаніи песчаныя почвы раздѣляются на крупнозернистыя и мелкозернистыя, смотря по величинѣ песку, а въ зависимости отъ состава послѣдняго онѣ могутъ быть кварцевыми, известковыми, полевошпатовыми, слюдяными и т. п. Песчаныя почвы, состоящія изъ чистаго кварцеваго песку, будутъ представлять по своимъ свойствамъ почвы не культурныя. Но часто на-ряду съ кварцевымъ пескомъ встрѣчаются зерна полевыхъ шпатовъ, авгита, роговой обманки, которыя могутъ вывѣтриваться, а при содержаніи образующагося впоследствіи переноса такія песчаныя почвы будутъ отличаться отъ кварцевыхъ какъ по физическимъ, такъ и по химическимъ свойствамъ.

Изъ разсмотрѣнія свойствъ песка слѣдуетъ, что отъ его преобладанія почвы будутъ обнаруживать особыя свойства. Въ сухомъ состояніи песчаныя почвы отличаются незначительною связностью и легко пылятся, но влажность сообщаетъ имъ большее сѣблиеніе частицъ, но вообще очень малое, почему эти почвы называются легкими. Онѣ не образуютъ во влажномъ состояніи большихъ комковъ, но разсыпаются при обработкѣ, подѣ влияніемъ дождей не уплотняются, хотя мелкозернистыя песчаныя почвы быстро осѣдаютъ съ поверхности (припадаютъ), но не образуютъ коры, а потому должны считаться вообще рыхлыми, рассыпчатыми почвами. Вода быстро проходитъ въ глубь, а вѣдствіе большаго нагрѣванія сильно испаряется, отчего песчаныя почвы подвержены вообще быстрому и сильному высыханію; а такъ какъ изъ нижнихъ слоевъ, по причинѣ незначительной влагопости, вода очень медленно и мало смачиваетъ растительный слой, то на песчаныхъ почвахъ растенія больше всего страдаютъ отъ засухи, а въ связи съ сильнымъ нагрѣваніемъ верхняго слоя на песчаныхъ почвахъ можетъ проходить выгораніе растеній. Такъ какъ песокъ ночью сильно охлаждается и сгущаетъ водяные пары, то на поверхности его образуется обильная роса. Вѣдствіе же незначительной теплоемкости песчаныя почвы быстро нагрѣваются, но также сильно лученепускаютъ, а потому ночью, при образованіи росы, можетъ появиться иней; но той же причинѣ на песчаныхъ почвахъ растенія страдаютъ отъ позднихъ и раннихъ морозовъ (утренниковъ). При наклонномъ положеніи песчаныя почвы, благодаря быстрому нагрѣванію, могутъ вліять на раннее развитіе и созрѣваніе растеній, которыя весною скорѣе прорастаютъ и идутъ въ ростъ, осенью скорѣе созрѣваютъ, но за то плохо кустятся и даютъ скудные урожаи.

Процессы разложенія органическихъ остатковъ и вывѣтриванія совершаются въ песчаныхъ почвахъ вообще скоро, почему ихъ называютъ дѣтельными почвами, но это существенно обуславливается ихъ топографическими

условіями: такъ при возвышенномъ, сухомъ положеніи сильное нагрѣваніе и недостатокъ влажности ведутъ къ образованію углестого перегноя и къ плохой подготовкѣ минеральныхъ составныхъ частей почвы, съ другой стороны, мѣстоположеніе почвы можетъ повліять на то, что произойдетъ не полное разложеніе растительныхъ остатковъ; при низменномъ положеніи, въ тепломъ климатѣ, съ непроницаемою подпочвою, отношеніе песчаныхъ почвъ къ указаннымъ процессамъ дѣлается болѣе благоприятнымъ. Газообразныя вещества легко проникаютъ въ песчаную почву, но почти не поглощаются ею, поэтому кислородъ, углекислота, аммиакъ и т. п. попадаютъ только съ атмосферными осадками, которые такимъ образомъ могутъ вліять содержащимися въ нихъ газами на различныя реакціи, происходящія въ песчаной почвѣ, при недостаткѣ же влаги эти реакціи не совершаются. Проницаемость песчаныхъ почвъ весьма значительна и потому онѣ при избыткѣ грунтовой воды все таки достаточно провѣтриваются, процессы окисленія совершаются правильно и въ почвѣ не образуется свободныхъ кислотъ, солей закиси желѣза и другихъ вредныхъ соединеній, вслѣдствіе этого песчанья почвы не превращаются въ болотныя и кислыя, за исключеніемъ того, когда въ нижнихъ слояхъ образуются мѣтные камни и подобныя непроницаемыя образования, въ такомъ случаѣ даже крупнозернистыя песчанья почвы пріобрѣтаютъ своеобразный характеръ.

Поглотительная способность песчаныхъ почвъ относительно главнѣйшихъ питательныхъ веществъ весьма незначительна, такъ какъ ни кварцъ, ни безводные силикаты, составляющіе массу песка, не задерживаютъ растворимыхъ солей; но она возрастаетъ съ увеличеніемъ въ песчаныхъ почвахъ примѣсей (глины, гумуса, извести и пр.). На этомъ основаніи при внесеніи удобреній образующіяся растворимыя соединенія выщелачиваются водою въ нижніе слои, а потому могутъ быть доступны растеніямъ съ глубокими корнями, или, смотря по рельефу непроницаемыхъ слоевъ, почвенная вода стекаетъ прочь и такимъ образомъ теряется для удобренного участка. Если же, какъ наприм. въ мелкозернистыхъ почвахъ съ болшею капиллярностью, почвенная вода поднимается въ верхніе слои, то почва можетъ обогащаться питательными веществами, которыя при испареніи воды концентрируются въ верхнихъ слояхъ, изъ которыхъ могутъ быть приняты корнями растеній.

Чѣмъ болше въ песчаной почвѣ находится примѣсей, тѣмъ сильнѣе ея свойства уклоняются отъ типичныхъ; такими примѣсями будутъ: глина, гумусъ, известь, окись желѣза и т. п. Особенно важно содержаніе глины, такъ какъ она вліяетъ какъ на химическія, такъ въ особенности на физическія свойства песчаной почвы, которая становится связнѣе, влажнѣе и лучше въ отношеніи нагрѣванія и охлажденія. Именно подъ вліяніемъ глины песокъ, пріобрѣтая болшую связность и прочность строенія, не превращается въ пыль, а образуетъ комки, слѣдовательно получаетъ болѣе пор-

мальное строение; влагоустойчивость и влагоемкость повышается, конденсация газовъ возрастаетъ, поглощательная способность также улучшается.

Гумусъ дѣйствуетъ на песчанья почвы подобно глинѣ, но только въ томъ случаѣ, если онъ вполне разложился, въ противномъ же случаѣ его дѣйствіе будетъ слабое, а потому удобрение почвы наприм. перепрѣлымъ навозомъ, содержащимъ много гуминовыхъ соединений, увеличиваетъ связность песчаной почвы, ея влажность, нагрѣваемость и химическія свойства, тогда какъ солоمیстый навозъ, напротивъ, разрыхляетъ почву и слѣдовательно производитъ обратное дѣйствіе. Количество гумуса, содержащееся въ песчаной почвѣ, можетъ сильно измѣнить ея свойства; при большомъ содержаніи гумуса песчаная почва получаетъ много хорошихъ качествъ, но въ то же время въ ней возникаютъ и вредныя для растений свойства, наприм. сильное уменьшеніе объема при высыханіи, вымерзаніе, растрескиваніе и т. п.

Менѣе благоприятное вліяніе на песчаныхъ почвахъ оказываетъ примѣсь извести, которая измѣняетъ физическія свойства песка, наприм. теплопроводность и отношеніе къ водѣ, въ дурную сторону, такъ что песчаная почва еще сильнѣе нагрѣвается и высыхаетъ, разложеніе органическихъ веществъ ускоряется, растенія преждевременно созрѣваютъ и часто выгораютъ.

Производительность песчаныхъ почвъ обуславливается не только ихъ составомъ, но главнымъ образомъ мѣстными свойствами, отъ которыхъ зависитъ количество получаемой почвою влаги. Поэтому на возвышенностяхъ мѣстахъ, на сухихъ склонахъ, песчанья почвы часто оказываются бесплодными; при низменномъ положеніи достоинство песчаной почвы опредѣляется примѣсями. Урожай на песчаныхъ почвахъ подверженъ сильнымъ колебаніямъ, но озимья растенія вообще могутъ лучше удаваться на такихъ почвахъ, чѣмъ яровья, которыя часто страдаютъ отъ засухи. Изъ культурныхъ растеній хуже всего идутъ кормовыя травы, дающіе не постоянные и низкіе урожаи, но люпины (*Lupinus*), сераделла (*Ornithopus sativus*), песчаная люцерна (*Medicago media*), заячій клеверъ (*Anthyllis vulneraria*), шпергель (*Spergula arvensis*) предпочтительнѣе предъ другими можно воздѣлывать на песчаныхъ почвахъ, изъ озимыхъ растеній только одна рожь можетъ удаваться на тощей песчаной землѣ.

По количеству и свойствамъ песка всѣ почвы этой категоріи можно раздѣлить на двѣ большія группы: а) *песчанья*, при содержаніи 75% и болѣе песку, и б) *супесчанья* (супесь) съ содержаніемъ 8—15—20% глины, а также другихъ примѣсей, отъ присутствія которыхъ эти почвы по своимъ свойствамъ приближаются къ суглинкамъ.

Песчанья почвы представляютъ слѣдующія разновидности:

Сыпучій песокъ, состоящій почти нацѣло изъ мелкозернистаго кварцеваго песку, частицы котораго не имѣютъ связности, а потому легко переносятся вѣтромъ, вслѣдствіе чего не только не пригодны къ культурѣ, но

приносятъ вредъ, засылая близлежащія поля. Такіе сыпучіе или летучіе пески встрѣчаются часто близь морей и представляютъ ничто иное какъ дюны, а также по берегамъ рѣкъ, особенно въ низовьяхъ, близь устьевъ, рѣке внутри материка. У насъ распространены сыпучіе пески близь Каспійскаго моря (въ Астраханской губ.), Аральскаго (барханы), около Петербурга (Сестрорѣцкіе пески), въ Прибалтійскомъ краѣ, въ Херсонской губ. (Аленковскіе пески) и т. д.; разбѣшно пески встрѣчаются въ средней Россіи близь сѣверныхъ границъ распространія чернозема и менѣе всего известны въ лѣсныхъ мѣстахъ. Въ естественномъ состояніи сыпучій песокъ почти лишень растительности, но на немъ произрастаютъ: колоснякъ (*Elymus agenarius*, L.), песчаный тростникъ (*Amorphilla agenaria*, A. baltica), песчаная осока (*Carex agenaria*), кумарчикъ (*Agropyrum agenarium*), послѣдній исключительно въ Астраханской губ. (и въ Киргизскихъ степяхъ), гдѣ употребляется для разведенія на пескахъ. Вообще всё подобныя растенія отличаются сильно развитыми длинными корнями (*Agropyrum*), или вѣтвистыми корневищами (*Elymus*) и своими побѣгами и придаточными корнями хорошо связываютъ песокъ.

Улучшеніе летучихъ песковъ состоитъ, во-первыхъ, въ предохранительныхъ мѣрахъ противъ выдуванія его вѣтромъ, а затѣмъ въ связываніи верхняго слоя посредствомъ наконценія въ немъ перегноя, послѣ чего песокъ засѣвается или травянистыми растеніями въ родѣ *Elymus*, *Amorphilla* и пр., или засаживается древесными породами, изъ коихъ чаще употребляется для этой цѣли шелюга (*Salix acutifolia*) и сосна (*Pinus silvestris*).

Сухая песчаная почва содержитъ примѣсь глины (5—10%) и потому отличается уже нѣкоторою связностью, не разносится вѣтромъ, но въ сухомъ состояніи легко выдувается, вѣдствие чего посѣвы на такихъ почвахъ подвержены опасности отъ сильнаго изушенія верхняго слоя и выдуванія сѣмянъ. При возвышенномъ положеніи эта почва также бесплодна, какъ и сыпучій песокъ; во влажномъ климатѣ, на низкихъ мѣстахъ свойства песчаныхъ почвъ улучшаются и онѣ могутъ быть занимаемы рожью, шпергелемъ, люпинами. Въ дикомъ состояніи покрываются тонцею растительностью, выносящею сухость, наприм. *Festuca ovina*, *Bromus tectorum*, *Bromus sterilis*, *Avena praecox*, *Aira caryophyllea*, *A. flexuosa*, *Plantago arenaria*, *Dianthus arenarius*, *Eryngium campestre*, *Draba verna*, *Thlaspi arvense*, *Raphanus raphanistrum*, *Astragalus arenarius*, *Euphorbia cyparissias*, *Helichrysum arenarium*, *Arenaria serpyllifolia*, *Spergula pentandra*, *Digitaria sanguinalis* и т. п.

Супесчаная почвы содержатъ отъ 8 до 20% глины съ незначительною примѣсью перегноя, а потому болѣе связны и плодородны сравнительно съ песчаными почвами, вѣдствие чего пригодны для культуры наприм. озимой ржи, овса и картофеля; при достаточной глубинѣ и мергелистой подпочвѣ на нихъ можетъ произрастать люцерна и красный клеверъ. Супесчаная или суглинисто-песчаная почвы представляютъ распространенную разновидность

песчаныхъ почвъ; такъ у насъ они занимаютъ иногда большія площади наприм. въ Вятской, Московской, Виленской, Ковенской, Гродненской, Сувальской, Волынской, Кіевской и другихъ губ. Очень часто сунесъ разбѣяна клочками въ мѣстностяхъ съ суглинистою и черноземною почвами. По своему плодородію сунесчанія почвы стоятъ выше песчаныхъ, такъ какъ содержатъ гумусъ (до 3%), пловатыя частицы и обладаютъ поглотительною способностью, но, подобно песчанымъ почвамъ, страдаютъ сухостью и потому даютъ не высокіе урожаи.

Песчанія и сунесчанія почвы образуютъ много переходныхъ формъ, вѣдствие содержанія различныхъ примѣсей, наприм. извести (2—10%), окиси желѣза, гумуса и пр., а потому приближаются по свойствамъ къ мергелистымъ, суглинистымъ и перегнойнымъ почвамъ.

Глинистыя почвы.

Подъ глинистыми почвами надо понимать такія, которыя содержатъ болѣе 50—60% глины съ примѣсью песку, песчаной пыли (2—7%), состоящей изъ гидрата кремнезема, водной окиси желѣза (4—5%), отъ которой зависятъ цвѣтъ глины, далѣе можетъ содержаться известь, незначительное количество перегной, а часто въ глинистыхъ почвахъ содержится большее или меньшее количество каменистыхъ обломковъ, такъ какъ въ образованіи глины принимаютъ участіе полевошпатовыя породы, наприм. гранитъ, гнейсъ, сланцы, порфиръ, глинистыя сланцы и другія глинистыя породы. При вывѣтриваніи вѣхъ такихъ породъ образуется каолинъ, но при условіяхъ его образованія онъ бываетъ механически смѣшанъ какъ съ другими веществами, находящимися въ данной породѣ, наприм. кремнеземомъ, окисью желѣза и т. п., такъ и съ неизмѣненными частицами породы. Смотря по тому, какъ далеко подвижился процессъ вывѣтриванія горной породы, въ глини могутъ находиться не только указанные продукты первоначальнаго вывѣтриванія, но и такіе, которые возникаютъ отъ взаимодействія послѣднихъ, т.-е. гидратизированныя соединенія, подобныя цеолитамъ, вѣдствие чего многія глины содержатъ такіе водные силикаты, щелочи, песокъ, известь, органическія вещества. Отсюда становится понятнымъ, что, въ зависмости отъ условій пропехожденія, составъ и свойства глинистыхъ почвъ могутъ сильно разнообразиться.

По механическому составу глинистыя почвы отличаются преобладаніемъ мелкозема, такъ какъ при образованіи глины подъ дѣйствіемъ воды пропеходитъ отмучиваніе, результатомъ котораго являются пловатыя частицы. Вѣдствие же преобладанія глины свойства почвъ этого типа прямо противоположны песчанымъ.

Глинистыя почвы очень связаны и потому трудно обрабатываются орудіями, во влажномъ состояніи сильно прилипаютъ, вѣдствие чего въ практикѣ на-

зываются тяжелыми, вязкими почвами. При высыхании образуются большие глыбы, которые сильно твердеют и трудно поддаются действию орудий. А поэтому обработка глинистых почв может быть производительна и целесообразна только при средне-влажном их состоянии, потому что при большом содержании воды после обработки часто происходит уплотнение верхнего слоя вследствие образования коры, в сухом же состоянии при обработке глинистых почв требуется затрата большого количества движущей силы, причем однако не достигается получение почвою нужного строения, а поэтому обработка таких почв должна производиться своевременно и последовательно, иначе почва не приобретет рыхлости. По причине большой влагоемкости и ничтожной проницаемости глинистая почва в сырое время года (осенью) сильно намокает, делается грязными, поэтому осенняя обработка их должна производиться до наступления дождей; весной по причине медленного высыхания обработка глинистых почв запаздывает. Тем не менее, благодаря большой влагоемкости, плохой проницаемости и медленному испарению, в сухом климате глинистые почвы могут быть более пригодны, потому что в значительной меньшей степени будут страдать от засухи. Напротив, в холодных, влажных климатах, в особенности при низменном положении (в долинах, котловинах) глинистые почвы могут превратиться в болото. В таких случаях название вязкой, замочливой всего лучше выражает свойства глинистой почвы. По причине плохого нагревания эти почвы будут холодными, весной от присутствия избытка влаги они долго не нагреваются, а потому прорастание посевных семян происходит трудно и медленно, а вследствие этого период развития растений на глинистой почве удлинится, по причине же медленного нагревания летом созревание растений также замедляется. Зимой вследствие сильного промерзания и уменьшения объема почвы, происходит обнажение и разрыв корней растений, которое при поперебном оттаивании и замерзании почвы особенно бывает губительно для озимых посевов. Поэтому на глинистых почвах растения хотя не подвергаются выгоранию, как на песке, но за то чаще и сильнее страдают от вымерзания: весной и осенью — под влиянием утренников, зимою — от сильных морозов при слабом снежном покрове.

По причине большой влагоемкости и плохого нагревания глинистых почв процессы выветривания и разложения растительных остатков совершаются плохо, а потому глинистые почвы, в противоположность песчаным, будут недейственными почвами. По своему составу однако глинистые почвы могут содержать в значительном количестве минеральные вещества, а потому часто представляют богатые почвы.

Поглотительная способность глинистых почв бывает значительна, но для ее проявления требуется в большинстве случаев усиление деятельности почвы, поэтому удобрение глинистых почв члвйскою селитрою,

новаренною солью, а также большимъ количествомъ растительныхъ остатковъ (живые, соломяный навозъ) оказываетъ хорошее дѣйствіе. Для улучшенія физическихъ свойствъ полезно удобреніе известью, мергелемъ, органическими веществами, подъ влияніемъ которыхъ глина разрыхляется и становится проницаемѣе для воды, лучше нагревается и провѣтривается, а потому въ ней будутъ энергичнѣе совершаться и химическіе процессы. Далѣе свойства глинистыхъ почвъ измѣняются существенно въ зависности отъ подпочвы. Именно, при проницаемой, рыхлой подпочвѣ, глинистая почва не страдаетъ излишнею сыростью, при плотной же и непроницаемой подпочвѣ свойства значительно ухудшаются, такъ какъ атмосферная вода сильно задерживается почвою, испареніе же бываетъ очень медленно, капиллярное поднятіе очень высокое (почти на 2 фута), а потому вода можетъ нажимать на поверхность, отчего почва большую часть года бываетъ сырою. А вслѣдствіе всего этого культурное значеніе глинистой почвы будетъ опредѣляться ея энтоническимъ характеромъ и свойствами подпочвы, именно въ сухомъ, тепломъ климатѣ и при проницаемой подпочвѣ оно будетъ выше, въ сыромъ, холодномъ и при замкнутой подпочвѣ оно понижается. Плохія свойства глинистыхъ почвъ исчезаютъ тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе въ нихъ будетъ примѣсей и слѣдовательно чѣмъ меньше глины. Поэтому примѣсь крупнаго песку, извести и перегной уменьшаютъ пластичность глины и разрыхляютъ почву, вмѣстѣ съ тѣмъ усиливается испареніе воды, проницаемость, вѣтрянаніе, разложеніе растительныхъ остатковъ, нагреваніе, періодъ развитія растений становится болѣе нормальнымъ, созрѣваніе ихъ ускоряется и т. п. При изменномъ положеніи удаленіе излишней воды посредствомъ осушенія глинистой почвы значительно содѣйствуетъ ея улучшенію.

По содержанію глины и положенію всѣхъ глинистыхъ почвъ можно раздѣлить на три главнѣйшихъ категоріи:

Плотная глинистая почва, содержащая 80—90% глины, представляется вязкою, не проницаемою и не провѣтриваемою почвою, на возвышенностяхъ, или при суровомъ положеніи, напр. на сѣверныхъ склонахъ почти также, какъ и сыпучіе пески, стоитъ на границѣ культурной пригодности. Такъ какъ глина сама по себѣ мало имѣетъ значенія для питанія растений, а содержащаяся въ ней примѣсь минеральныхъ веществъ трудно и медленно вывѣтриваются, то такой видъ почвы мало пригоденъ для растительности въ дикомъ состояніи здѣсь встрѣчаются напр. *Carduus nutans*, *Sonchus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Tanacetum vulgare*, *Tussilago farfara*, *Ajuga pyramidalis*, *Bellis perennis*, *Alchemilla vulgaris*, *Trifolium spadiceum*, *Rumex*, *Carex* и т. п. При изменномъ положеніи и въ сыромъ климатѣ такая почва часто обращается въ болото и характеризуется кислою растительностью. Вообще этотъ родъ почвы выражаетъ всѣ характерныя физическія и химическія свойства глины. Посредствомъ известкованія, мергелеванія, при послѣдова-

тельныхъ обработкахъ, подь дѣйствіемъ мороза и т. п. плотная глинистая почва можетъ быть значительно улучшена.

Красная и буроватая глина является типичнымъ выраженіемъ этой категоріи почвъ. Она бѣдна известью, содержитъ много окиси желѣза (марганца) и болыною частью не вывѣтрившіеся обломки различныхъ горныхъ породъ, наприм. амфиболовыхъ, авгитовыхъ, сланцеватыхъ и др., отличается безплодіемъ.

Обыкновенная глинистая почва съ содержаніемъ 65—80% глины и съ примѣсью 20—30% песку, извести и перегной, обладаетъ меньшею связностью, но все таки трудно обрабатывается. Считается болѣе пригодною почвою для разведенія конскихъ бобовъ, пшеницы, красного клевера, а также подь плодовыя и лѣсныя деревья (яблоня, дубъ, букъ и пр.). Этотъ видъ глинистой почвы болѣе распространенъ, нежели предыдущій. Въ дикомъ состояніи покрыта почти тѣми же растеніями.

Глинисто-песчаная почва, содержащая 55—60% глины, 40% и болѣе песку, известь, гумусъ и пр., отличается болыною рыхлостью, меньшею сыростью, легче обрабатывается и вообще представляетъ болѣе дѣятельный видъ почвъ, а потому плодородна. Пригодна для большинства кормовыхъ травъ (бобовыхъ и злаковъ), корнеплодовъ и хлѣбныхъ злаковъ. Въ дикомъ состояніи покрыта разнообразною растительностью и, смотря по условіямъ положенія, можетъ давать хорошіе луга и пастбища. Встрѣчаются часто: *Lolium perenne*, *Alopecurus pratensis*, *Festula elatior*, *Avena elatior*, *Phleum pratense*, *Veronica*, *Gallium*, *Potentilla*, *Trifolium pratense*, *T. hybridum*, *T. repens* и др.

По своимъ физическимъ и химическимъ свойствамъ этотъ видъ почвъ составляетъ переходный къ настоящимъ суглинкамъ, отъ которыхъ отличается лишь болынимъ содержаніемъ глины, преобладаніемъ мелкихъ частицъ (глина, тонкій песокъ) и болыною связностью. При извѣстныхъ топографическихъ условіяхъ трудно провести ясную границу между глинисто-песчаными и плотными суглинистыми почвами, такъ какъ эти оба типа не замѣтно могутъ переходить другъ въ друга.

Суглинистыя почвы.

Суглинкомъ называется смѣсь глины и песку приблизительно въ равной пропорціи, но въ природѣ суглинки чрезвычайно разнообразятся въ этомъ отношеніи, поэтому подь суглинистыми почвами надо понимать смѣсь глины съ 30—60% крупнаго и мелкаго песку, съ различными примѣсями, между которыми находится перегной (3—8%), водная окись желѣза (7—10%), известь, магнезія и пр. Суглинокъ происходитъ болышею частью отъ вывѣтриванія горныхъ породъ, содержащихъ слюду, роговую обманку, авгитъ, или полевые шпаты и т. п., съ обломками которыхъ онъ часто бываетъ

смѣшанъ и даже залегаетъ на мѣстѣ своего образованія, но можетъ отлагаться и въ другихъ мѣстахъ. Въ первомъ случаѣ происходятъ примитивныя или первичныя суглинки, во второмъ—дислокальныя или паноеныя суглинки.

Такъ какъ въ суглинкѣ содержаніе глины и песку бываетъ таково, что уравниваетъ рѣзкія свойства той и другой составной части, то суглинокъ по своимъ физическимъ и химическимъ свойствамъ образуетъ почву среднюю между глинистою и песчаною, приближаясь при повышеніи содержанія глины къ первой, а при пониженіи ко второй. Поэтому суглинчатыя почвы часто носятъ названіе среднихъ или нормальныхъ почвъ.

Связность суглинка значительно выше, чѣмъ песка, влѣдствіе чего онъ не превращается такъ легко въ пыль, но и не образуетъ такихъ большихъ и твердыхъ глыбъ, какъ глина. Хорошо поглощаетъ воду, но не становится вязкимъ и сырмъ, подобно глинистымъ почвамъ, хорошо ее распределяетъ по всей своей массѣ, потому что обладаетъ проницаемостью и большимъ нежели глина испареніемъ, но не высыхаетъ такъ быстро какъ песокъ. Теплоемкость суглинка средняя между глиною и пескомъ, а потому нагреваніе и охлажденіе его не имѣютъ столь рѣзкихъ крайностей, какъ у песка, но и не совершаются такъ медленно, какъ у глины, а потому его надо считать теплою почвою. Разложеніе органическихъ веществъ и процессы вывѣтриванія происходятъ въ суглинчатыхъ почвахъ быстрѣе, чѣмъ въ глинистыхъ, потому что доступъ воздуха въ почву легче, провѣтриваніе полнѣе, поглощеніе кислорода, углекислоты, амміака, паровъ воды въ суглинокъ бываетъ гораздо большее, нежели въ глину и песокъ. Поглощительная способность суглинчатыхъ почвъ высока и влѣдствіе разнообразія въ составѣ поглощеніе солей будетъ совершаться болѣе правильно, а потому и дѣйствіе удобреній, въ особенности вспомогательныхъ (концентрированныхъ), на суглинчатыхъ почвахъ дастъ болѣе цѣлесообразный результатъ. Урожайность часто бываетъ выше, чѣмъ на глинистыхъ почвахъ, а тѣмъ болѣе на песчаныхъ, такъ какъ въ химическомъ отношеніи суглинчатая почва гораздо дѣятельнѣе.

Но все эти свойства суглинка находятся въ тѣсной связи съ количествомъ глины; если оно увеличивается, то почва пріобрѣтаетъ характерныя свойства послѣдней, становится тяжелѣе для обработки, менѣе проницаемой, болѣе влагоемкой и труднѣе нагревается; если содержаніе глины уменьшается, то суглинокъ будетъ рыхлѣе, суше и легче. При нѣкоторомъ содержаніи гумуса, извести и пр. физическія и химическія свойства суглинковъ дѣлаются болѣе благоприятными для растений. Мѣстныя свойства и проницаемость подпочвы здѣсь имѣютъ тоже значеніе, какъ и у глинистыхъ почвъ, лучшими суглинчатыми почвами будутъ мергелисто- и перегнойно-суглинчатая при возвышенномъ или нѣсколько покатомъ положеніи. По отношенію къ растительности суглинчатая почва не имѣетъ какой либо ха-

рактерной дикой и культурной растительности, такъ какъ по своимъ свойствамъ пригодны для многихъ видовъ, исключая развѣ болотныхъ. На среднихъ суглинкахъ удаются всѣ сельскохозяйственныя культурныя растенія и большая часть древесныхъ породъ.

По происхожденію и содержанию глины всѣ суглинистыя почвы можно раздѣлить слѣдующимъ образомъ:

Плотный суглинокъ съ 40—50% глины. Представляетъ болѣе или менѣе однородную по строенію массу, состоящую изъ смѣси глины и водной окиси желѣза съ мелкозернистымъ несомъ. Въ образованіи его участвуютъ преимущественно полевошпатовыя породы и различные песчаники, часто содержать отдѣльныя зерна кварца, роговика, кремнистаго сланца или еще не вывѣтрившихся, или разложившихся комковъ, во влажномъ состояніи легко раздавливаемыхъ пальцами, эти комки иногда связаны конкреціями водной окиси желѣза и марганца. Часто въ толстыхъ слояхъ такихъ суглинокъ замѣчаются трубчатые или сталактитовидныя скопленія желѣза, похожія на сгнившія икрустаціи корней, а также блестящія темнобурія пластинки слюды, зерна бѣлаго полевого шпата, что указываетъ на происхожденіе изъ гранита. Всѣ эти частицы распределяются въ массѣ суглинка не всегда равномерно, такъ напр. верхній слой содержитъ только кварцевый и полевошпатовый несомъ, а нижніе слои состоятъ, то изъ обломковъ разложившихся неопредѣленныхъ минераловъ, то изъ крупныхъ или мелкихъ зеренъ кварца и другихъ минераловъ, словомъ механическій и минералогическій составъ не остается постояннымъ во всей массѣ почвы. По изслѣдованіямъ Шпренгеля и другихъ содержаніе кремнезема въ плотныхъ суглинкахъ колеблется между 85—95%, глинозема и окиси желѣза 1—5%, кромѣ того содержатся кали, натръ, углекислая известь и магнезія. Количество мелкозема въ верхнихъ слояхъ почвы бываетъ вообще большее, чѣмъ въ нижнихъ, но случается и обратное, при чемъ мелкія частицы легко отмучиваются водою, что напр. наблюдается на плоскихъ прибрежныхъ мѣстахъ, въ рѣчныхъ долинахъ и т. д.

Цвѣтъ плотныхъ суглинокъ бываетъ преимущественно сѣровато-желтый, мѣстами бурый, то свѣтлѣе, то темнѣе, подпочва часто имѣетъ бѣлую или ржавую штриховатость; послѣднее обстоятельство зависитъ отъ указанныхъ скопленій вывѣтрившихся зеренъ горной породы, частью отъ конкреціи водной окиси желѣза. Связность плотнаго суглинка довольно значительна, во влажномъ состояніи онъ обладаетъ вязкостью и большимъ прилипаніемъ; при повышеніи содержанія воды почва эта размягчается и превращается въ грязь, при высыханіи же образуетъ крупныя комки, трудно поддающіеся раздробленію. А потому обработка плотныхъ суглинистыхъ почвъ должна производиться своевременно, при средне-влажномъ ихъ состояніи. Влагоемкость и водосность плотнаго суглинка значительна, вълѣдствіе чего онъ весной медленно просыхаетъ, осенью же скоро насыщается водою, при низ-

менномъ положеніи легко заболачивается. По глубинѣ и своему плодородію плотный суглинокъ принадлежитъ къ урожайнымъ почвамъ, особенно если онъ залегаетъ на песчаномъ мергелѣ, что наир. не рѣдко бываетъ въ рѣчныхъ долинахъ.

Обыкновенный суглинокъ, съ содержаніемъ до 40% глинистыхъ частицъ, небольшого количества извести и 6—10% гумуса, происходитъ отъ вывѣтриванія различныхъ породъ и залегаетъ у подошвы горъ, по низменностямъ и возвышеннымъ берегамъ рѣкъ и морей. У насъ обыкновенный суглинокъ часто встрѣчается на бугристыхъ мѣстахъ, а также въ котловинахъ и долинахъ, вообще этотъ родъ почвы очень распространенъ и занимаетъ иногда сплошныя площади, какъ наир. въ сѣверо-западныхъ, прибалтійскихъ и привислянскихъ губерніяхъ, далѣе во многихъ центральныхъ губерніяхъ, доходя до сѣверныхъ границъ чернозема (въ гг. Тульской, Рязанской, Нижегородской), небольшія группы суглинка разбросаны почти сплошною полосой, прерываясь глиною, супесью и песчаными почвами, на сѣверовостокъ отъ Московской губ., за Волгою, почти вплоть до предгорьевъ Урала.

По своему строенію обыкновенный суглинокъ представляетъ меньшую однородность въ величинѣ частицъ сравнительно съ плотнымъ, именно онъ имѣетъ видъ какъ бы порфиривидной смѣси основной массы съ крупными обломками, причемъ отношеніе между основною однородною массою суглинка и отдѣльными обломками или точнѣе крупными частицами измѣняется различно, т.-е. послѣднихъ бываетъ то болѣе, то менѣе основной массы. Эти крупныя комья или частицы состоятъ или изъ вывѣтривающихся зеренъ гранита и гнейса, или изъ кварца и кремнистаго сланца, въ основной же массѣ, кромѣ глины, заключается мелкій и крупный песокъ, образовавшійся изъ различныхъ минераловъ. Количественное отношеніе главныхъ составныхъ частей такой смѣси бываетъ приблизительно слѣдующее: кремнезема 90—95%, глинозема 2—3%, окиси жѣлѣза 3—5%. Отношеніе основной массы къ минеральнымъ комочкамъ приблизительно какъ 2 : 1.

Цвѣтъ обыкновеннаго суглинка измѣняется отъ сѣроватожелтаго до буроватосѣраго, мощность въ среднемъ 1—2½ фута, но, смотря по подпочвѣ, этотъ суглинокъ въ большинствѣ случаевъ представляетъ глубокую, а не мелкую почву. Связность средняя, почва легко разрыхляется и принимаетъ пѣжное строеніе при обработкѣ. Влагоемкость меньшая, чѣмъ у плотнаго суглинка, верхній слой быстро просыхаетъ; вообще какъ въ физическомъ отношеніи, такъ и по своему плодородію обыкновенный суглинокъ представляетъ среднюю (нормальную) почву. При всякомъ положеніи и климатическихъ условіяхъ обыкновенный суглинокъ будетъ относиться къ лучшимъ почвамъ, ибо, при достаточной глубинѣ, даетъ болѣе надежныя урожанъ всѣхъ культурныхъ растений, нежели глинныя и песчаныя почвы.

Песчаный суглинокъ содержитъ до 30% глины и по свойствамъ близко

подходить къ суглинисто-песчанымъ или супесчанымъ почвамъ. Такъ какъ въ этой почвѣ преобладаетъ песокъ, то она во многомъ напоминаетъ песчаная почва, именно имѣетъ небольшую связность и значительную проницаемость для воды; меньшая влагоемкость, быстрое и равномерное нагреваніе указываютъ на сходство съ песчаными почвами. Строеніе песчаного суглинка не однородное: тонкій песокъ и глинистыя частицы смѣшаны въ немъ въ различной пропорціи съ крупными и мелкими обломками кварцевыхъ песчаниковъ, сланцовъ и полевошпатовыхъ породъ, но при этомъ большая часть этихъ обломковъ находится въ мало вывѣтрившемся состояніи. Обломки имѣютъ часто видъ округленныхъ, сточенныхъ водою, зеренъ, иногда попадаются совершенно неизмѣненные куски горныхъ породъ (до величины щебня), особенно въ нижнихъ слояхъ почвы, которая пріобрѣтаетъ тамъ хрящеватое строеніе: такъ, наприм., въ рѣчныхъ долинахъ слой песчаного суглинка, большей или меньшей толщины, покрываетъ непосредственно щебневатыя куски различныхъ горныхъ породъ.

При средней мощности, во влажномъ климатѣ и низменномъ положеніи этотъ родъ почвъ можетъ быть достаточно плодороднымъ, потому что вълѣдствіе содержанія песчаныхъ частицъ, способныхъ къ вывѣтриванію, можетъ давать высокіе урожаи сравнительно съ супесью. При возвышенномъ положеніи, въ сухомъ климатѣ, или на сухихъ склонахъ культура растений затрудняется недостаткомъ влаги, такъ какъ почва лѣтомъ сильно высыхаетъ. Поэтому песчаные суглинки чаще болѣе пригодны для хлѣбныхъ растений, кормовыя же травы и плугопольныя растенія (корнеплоды) менѣе надежны, главнымъ образомъ, по причинѣ мелкости пахотнаго слоя и сухости почвы.

Подзолистыя почвы.

Къ типу почвъ, промежуточныхъ по свойствамъ между глинистыми и песчаными, можно отнести такъ-называемый подзолъ или подзолистыя почвы, такъ какъ онѣ содержатъ значительное количество очень тонкаго кварцеваго песку (песчаной пыли) въ смѣси съ глиною, перегноемъ и другими пловатыми частицами.

Этотъ родъ почвъ, весьма характерный по своимъ свойствамъ, распространенъ у насъ въ Россіи въ сѣверныхъ и сѣверо-западныхъ губерніяхъ (Пермской, Вятской, Новгородской, Могилевской, Витебской, Смоленской, Черниговской, Минской и нѣкоторыхъ другихъ), образуя или почву, или еще чаще залегая даже подъ другими почвенными образованіями въ качествѣ подпочвы. По вѣншимъ признакамъ подзолъ бываетъ весьма характеренъ, что выражается различными мѣстными названіями этой почвы: бѣлякъ, бѣлоземъ, бѣлуга, бѣлунъ, подбѣлокъ, бѣлевая земля, залечь, захрестъ, луда и т. п.

По своему механическому составу всѣ подзолистыя почвы содержатъ

почти исключительно мелкоземъ, главнымъ образомъ въ видѣ песчаной пыли съ примѣсью иловатыхъ частицъ. Такъ, наприм., механическіе анализы различныхъ подзоловъ показали слѣдующее содержаніе въ нихъ мелкозема:

Величина частицъ.	Могилевской губ. Горки (Григорьевск.).	Нижнегор. губ. Семен. уѣзда (Бараково).	Нижнегор. губ. Балахи. уѣзд. (Георгиевскій)	Нижнегор. губ. Семен. уѣзда (Бараково).	Новгор. губ. Тихлинск. у. (Георгиевскій)
ниже 0,01 мм.	14,8	15,7—16,26	12,11	10,29—11,17	6,6 ⁰ / ₁₀
отъ 0,01 до 0,03 "	21,4	—	—	—	—
" 0,03 — 0,05 "	—	45,33—47,12	80,9	50,37—67,17	50,8 "
" 0,05 — 0,07 "	45	—	—	—	—
" 0,07 "	18,8	—	—	—	—
" 0,05 — 0,25 "	—	20,02—21,35	6,16	7,7 — 14,12	35,5 "
болѣе 0,25 "	—	19,6	0,4	13,96—23,02	7,1 "
Органическихъ веществъ (убыль при прокаливаніи)	1,16—9,01	1,8	—	1,4	0,9—5,86 "

Цвѣтъ подзоловъ бываетъ то сѣровато-голубой (золиный), то сѣрый, бѣлый, желтоватый и постепенно измѣняется при переходѣ въ подпочву. Связность во влажномъ состояніи довольно значительная, при высыханіи же почва твердеетъ, а затѣмъ разсыпается въ пылеобразную мучную массу. Отношеніе къ водѣ напоминаетъ свойства суглинистыхъ и глинистыхъ почвъ, именно водоупорность значительная, причемъ вода быстро поднимается изъ нижнихъ слоевъ, но по мѣрѣ приближенія къ поверхности водоупорная сила ослабѣваетъ, что и понятно изъ преобладанія тонкихъ частицъ. Влагоемкость подзоловъ также большая, отъ дождей почва становится часто вязкою и слизкою и обладаетъ характернымъ свойствомъ уплотняться въ самомъ верхнемъ слое, или такъ называемую припадливость. Подзолистые почвы, трудно проицаемы для воды, которая даже иногда застаивается на поверхности, вызывая заболачиваніе почвы, слѣдовательно въ этомъ отношеніи подзолы напоминаютъ глинистыя почвы. Водопроницаемость подзоловъ, впрочемъ, измѣняется въ зависимости отъ почвы. Испареніе воды съ поверхности происходитъ быстро, отчего почва скоро высыхаетъ, что напоминаетъ свойство песка и суглеса. По отношенію къ теплотѣ подзолы надо отнести къ среднимъ почвамъ, такъ какъ, нагреваясь медленно, они, благодаря свѣтлому цвѣту, легко охлаждаются, поэтому въ верхнихъ слояхъ, особенно ночью, происходитъ значительное пониженіе температуры, но такихъ рѣзкихъ колебаній ея, какія наблюдаются въ пескѣ, подзолы не обнаруживаютъ и растенія, на нихъ находящіяся, не подвергаются такимъ случайностямъ отъ сильнаго нагреванія и охлажденія, какія часты на песчаныхъ почвахъ. Поглощеніе газовъ подзолистыми почвами хотя и происходитъ, но въ силу преобладанія песчаной пыли весьма незначительно, по причинѣ же мелкозернистости и припадливости пропускаемость подзоловъ для воздуха

весьма недостаточна. Этимъ объясняется, что процессы окисленія въ подзолистыхъ почвахъ совершается очень медленно и самое образованіе подзоловъ наблюдается часто тамъ, гдѣ проходятъ по преимуществу возстановительные процессы, таковы, наприм., лѣсные и болотные подзолы.

По химическимъ свойствамъ подзолистая почва вообще отличаются бѣдностью питательныхъ веществъ и слабою поглотительною способностью, а потому должны быть отнесены къ тонкимъ культурнымъ почвамъ. Химическій анализъ показываетъ во всѣхъ подзолахъ значительное содержаніе кремнезема, глинозема и окиси желѣза, но незначительное количество фосфорной кислоты, щелочей и гумуса. Такъ въ изслѣдованныхъ до сихъ поръ подзолахъ Могилевской, Новгородской, Смоленской и Нижегородской губ. найдено:

кремнезема	отъ 82,13 до 90,68 %
глинозема и окиси желѣза.	„ 4,30 — 10,75 „
известк.	„ 0,1 — 1,9 „
магнѣзін	„ 0,02 — 0,65 „
щелочей.	„ 0,1 — 3,9 „
фосфорной кислоты	„ слѣды — 0,033 „
гумуса.	„ 0,2 — 2,8 „

Такимъ образомъ главною составною частью подзолистыхъ почвъ является кремнеземъ, а такъ какъ по отношенію къ количеству основаній его приходится значительно болѣе, то, какъ замѣтилъ впервые проф. Ильенковъ *), часть кремнезема въ подзолѣ находится въ свободномъ состояніи въ видѣ студенистаго гидрата (растворимаго въ содѣ), что и сказывается въ неблагоприятныхъ физическихъ свойствахъ почвы. Въроятнѣе всего, что изъ всего количества кремнезема въ подзолахъ часть находится въ видѣ растворимаго гидрата, часть въ нерастворимомъ состояніи (кварцевая пыль) отчасти въ свободномъ видѣ, отчасти въ видѣ силикатовъ. Последняя силикатная форма кремнезема имѣетъ наиболѣе важное значеніе въ отношеніи химическихъ свойствъ подзола и вліянія ея на производительность, потому что отъ содержанія силикатовъ будетъ зависѣть способность вывѣтриванія, количество цеолитовъ, отношеніе къ поглощенію растворовъ. Приеутетвіе въ подзолистыхъ почвахъ глины можетъ служить нѣкоторымъ указаніемъ на значеніе подзоловъ, ибо съ увеличеніемъ глины вообще возрастаетъ содержаніе легко разлагающихся силикатовъ; въ этомъ отношеніи подзолы обнаруживаютъ значительное разнообразіе, такъ, наприм., содержаніе частицъ ниже 0,01 мм. въ изслѣдованныхъ подзолахъ колеблется отъ 0,36 % до 16,26%, а поэтому содержаніе водныхъ силикатовъ надо принять въ однихъ подзолахъ совершенно ничтожнымъ, а въ другихъ—болѣе богатыхъ ими—малозначительнымъ для плодородія почвъ. Это подтверждаетъ и солинокислая вытяжка подзоловъ, въ которую переходитъ не болѣе 3—4% всѣхъ минеральныхъ частей. Все это приводитъ къ заключенію, что въ подзолахъ

*) „Русское Сельское хоз.“ 1869. 2, стр. 118.

содержится весьма мало веществъ, могущихъ непосредственно служить пищей растеніямъ, или принимать значительное участіе въ химическомъ измѣненіи почвы. Поэтому подзолистыя почвы даютъ вообще весьма не высокіе урожаи хлѣбныхъ злаковъ, мало пригодны для разведенія плутонолюльныхъ растеній и кормовыхъ травъ. Опыты удобренія подзолистыхъ почвъ съ другой стороны указываютъ на возможность повысить ихъ производительность и слѣдовательно усилить ихъ культурное значеніе, какъ это, наприм., слѣдуетъ изъ опытовъ удобренія смоленскихъ подзоловъ фосфоритною мукою, кашпитомъ и пр., производившихся проф. Энгельгардтомъ.

Физическія свойства подзоловъ, ихъ мелкозернистая структура и бѣдность питательными веществами заключаются, повидимому, въ условіяхъ образованія этихъ почвъ. Подзолъ образуется или на ровныхъ и даже высокіхъ мѣстахъ и склонахъ въ видѣ слоя различной мощности, или на низкіхъ и влажныхъ мѣстахъ, наприм. по окраинамъ болотъ иногда непосредственно подъ болѣе или менѣе толстымъ слоемъ болотной земли, а также по берегамъ рѣкъ на несчаныхъ наносахъ. Но вообще залеганіе подзоловъ чаще замѣчается въ низменныхъ мѣстахъ, въ котловинахъ, среди мелкихъ болотъ у подножія склоновъ, очень рѣдко на возвышенностяхъ, притомъ тамъ, гдѣ нѣтъ стока атмосферной водѣ, которая иначе будетъ размывать такую мелкозернистую почву, какую представляетъ подзолъ. Ближайшими дѣятелями въ образованіи подзоловъ будутъ тѣ же, что и при образованіи каждой почвы, слѣдовательно общіе процессы вывѣтриванія горныхъ породъ имѣли мѣсто и въ происхожденіи подзола, но при этомъ накопленію и характернымъ его особенностямъ способствовали мѣстные условія, изъ которыхъ главное участіе принимала вода, смывавшая мелкія частицы въ болѣе низкія мѣста. Такъ какъ нѣкоторые подзолы содержатъ значительное количество гуминовыхъ соединеній, то необходимо допустить, что въ образованіи подзоловъ принимала извѣстное участіе и растительность.

Проф. Докучаевъ *), принимая во вниманіе залеганіе подзола на поверхности (въ низинахъ, но пологимъ склонамъ), его незначительную мощность, прерывистость въ расположеніи, а также постепенный переходъ подзола въ коренную породу и содержаніе въ немъ органическихъ, иногда даже форменныхъ элементовъ, пришелъ къ заключенію, что подзолъ есть почва, образовавшаяся главнымъ образомъ при участіи лѣсной и болотной растительности и при маломъ, или затрудненномъ доступѣ воздуха. Такое заключеніе оправдывается распространеніемъ подзоловъ преимущественно въ мѣстностяхъ, богатыхъ атмосферными осадками и покрытыхъ лѣсами и болотами, какъ наприм. на сѣверѣ и сѣверозападѣ Россіи, гдѣ разлагавшіяся медленно и несовершенно растительные остатки давали кислый гумусъ, растворимый въ водѣ; послѣдній, просачиваясь въ глубь, выщелачивалъ изъ верхняго слоя различныя минеральныя вещества, при этомъ оставались только такія

*) „Картографія русскихъ почвъ“, стр. 111—112.

соединения, которые не поддаются действию гуминовых кислот, каковы наприм. кремнеземъ, характерный для подзоловъ, бѣдныхъ, напротивъ цеолитами. Такія условія образования подзолистыхъ почвъ подтверждаются частымъ находженіемъ въ нижнихъ слояхъ оргитеновъ, которые произошли въѣдствіе отложенія между частицами почвы, послѣ насыщенія кислотъ основаніями, главнымъ образомъ окисью желѣза, различныхъ соединений. Это же подтверждается данными химическихъ анализовъ подзоловъ въ верхнихъ слояхъ и ниже въ подпочвѣ, причемъ первые отличаются бѣдностью растворимыми частями. Такимъ образомъ дѣйствию перегнойныхъ кислотъ, какъ болѣе сильныхъ агентовъ выѣтриванія, надо приписать накопленіе въ подзолахъ кремнезема и другихъ основаній, какъ известь, магнезія и даже глиноземъ, хотя послѣдній могъ извлекаться механическимъ путемъ, т.-е. смываніемъ его водою. Само собою разумѣется, что подъ вліяніемъ различныхъ мѣстныхъ условій подзолъ можетъ сильно измѣняться въ своихъ свойствахъ, въѣдствіе чего явилось то разнообразіе, которое обнаруживаютъ подзолистыя почвы.

Лѣссовыя почвы.

Лѣссъ представляетъ суглинокъ, содержащій углекислую известь въ разномъ количествѣ и въ различной формѣ, то въ видѣ болѣе или менѣе равномерной смѣси съ остальными суглинистыми частицами, то въ видѣ стяжений (известковыхъ конкрецій) различной величины, какъ бы вкрапленныхъ въ свѣтложелтую массу лѣсса. По содержанію углекислой извести лѣссъ приближается къ мергельнымъ почвамъ и отличается этимъ отъ глины и суглинка, отъ мергеля же лѣссъ отличается тѣмъ, что углекислая известь изъ него выщелачивается и осаждается въ нижнихъ слояхъ въ видѣ бѣлосѣрной корки, выстилающей скважины и трещины въ почвѣ, или покрывающей корни растений, какъ бы известковымъ чехломъ, въ нѣсколько миллиметровъ толщиной. Въѣдствіе такого выщелачиванія извести лѣссовыя почвы могутъ превращаться въ песчаный суглинокъ.

Лѣссовыя почвы представляютъ наносныя образованія, а потому обыкновенно находятся во всѣхъ почти рѣчныхъ долинахъ, часто въ видѣ довольно мощныхъ наносовъ, но кромѣ того лѣссъ образуетъ слои, занесенные позднѣйшими аллювиальными образованіями, поэтому въ нѣкоторыхъ мѣстахъ лѣссъ наблюдается на плоскихъ и даже возвышенныхъ мѣстахъ, или на пологихъ склонахъ. Нѣкоторые считаютъ лѣссъ такъ-называемымъ субъ-аэральнымъ отложеніемъ, обязаннымъ своимъ происхожденіемъ атмосферѣ: такъ полагаютъ, что лѣссъ, составляющій веюду въ южной Россіи подпочву чернозема и мѣстами даже выходящій на дневную поверхность, образовался изъ ледниковыхъ валуновъ, которые двигались съ сѣвера на югъ и подъ вліяніемъ болѣе высокой температуры, дѣйствиемъ тающей воды, подвергались сортировкѣ, причемъ болѣе мелкія частицы переносились вѣтромъ къ югу

отъ границъ ледника и отлагается здѣсь въ видѣ лёсса. Подтвержденіемъ этому служитъ нахождение ледниковыхъ валуновъ въ области черноземныхъ почвъ и въ лёссовыхъ отложенияхъ. Рихтгофенъ принимаетъ также отложение китайскаго лёсса (желтозема) вліанію вѣтра, которое и до настоящаго времени въ Средней Азій, на основаніи измѣняющихся изслѣдованій (Мункетова, Миддендорфа, Рихтгофена), имѣетъ громадное значеніе въ образованіи субэаральныхъ отложений.

На ровной поверхности лёссъ отлагается болѣе равномернымъ слоемъ, но на холмистой или вообще неровной поверхности лёссовыя отложения прежде всего выполняютъ различныя впадины, углубленія, котловины и т. п. и такимъ образомъ сглаживаютъ поверхность. Поэтому мощность лёсса бываетъ чрезвычайно разнообразна и повидимому уменьшается съ возвышеніемъ почвенной поверхности надъ уровнемъ моря, или съ увеличеніемъ наклона къ горизонту, но сравнительно съ другими наносными образованиями толщина лёсса весьма значительна и достигаетъ 4—10 и болѣе футовъ, иногда 10—16 метровъ, а въ Китаѣ и вообще въ Средней Азій, составляющей главную область распространенія лёссовыхъ образований, простирается даже до 1.000 футовъ (Рихтгофенъ).

Лёссовыя почвы, являясь продуктомъ измѣненія различныхъ породъ, представляютъ смѣсь глины съ известковыми, слюдяными и кремнистыми частицами, связанными желѣзною и глиноземною окисями въ болѣе или менѣе компактную массу. Минеральныя частицы, послѣ выдѣленія желтозема, состоятъ изъ неразожившихся еще мелкихъ зеренъ известковаго и кварцеваго песку, а также мелкихъ листочковъ слюды, располагающихся весьма различно въ массѣ лёсса. Въ верхнихъ слояхъ лёсса замѣчаются кораловидныя или гроздевидныя конкреціи углекислой извести, сѣровато-бѣлаго цвѣта, которыя расположены или слоями, или отдѣльными гнѣздами, часто также попадаются остатки раковинъ наземныхъ моллюсковъ и т. п. Отъ присутствія въ лёссѣ известковыхъ конкреціи на югѣ Россіи этой почвѣ придано характерное названіе „бѣлоглазки“.

Цвѣтъ лёсса желтоватый (желтоземъ), буровато-красный или охристо-желтый; лёссъ мягокъ и пѣженъ, легко размягчается пальцами. Представляя въ общемъ известковистую глину, лёссъ рѣзко отличается отъ нея своею пористостью и присутствіемъ тонкихъ, развѣтвленныхъ трубочекъ или канальцевъ. Содержаніе пловатыхъ частицъ ($0_{.02}$ — $0_{.05}$ мм.) колеблется до 87% и болѣе, при этомъ частицы прилегаютъ другъ къ другу съ извѣстными промежутками, влѣдствіе чего лёссъ не образуетъ такой плотной массы, какая свойственна глинамъ и суглинкамъ. Пористость лёсса, происшедшая, какъ полагаютъ, отъ сгниванія засыпанныхъ имъ степныхъ травъ (преимущественно двудольныхъ), обуславливаетъ его разсыпчатое строеніе при обработкѣ и содѣйствуетъ его влагоемкости и проищаемости для воды; онъ не задерживаетъ на поверхности воду, чѣмъ рѣзко отличается отъ глины,

но дождевая вода быстро впитывается лёссомъ и даже проникаетъ чрезъ него. Другую существенную особенность лёсса является отсутствіе въ немъ слоистости, что свойственно всѣмъ субъ-аэральнымъ образованиямъ. Связность лёссовыхъ почвъ небольшая, онѣ рыхлы отъ содержанія зеренъ кварца и известковыхъ конкреціи. Въ водѣ лёсъ размигчается и превращается въ пловатую массу, которая хорошо отстаивается, поэтому послѣ сильнаго дождя лёссовыя почвы заплываютъ съ поверхности, но это заплываніе не имѣетъ такихъ вредныхъ послѣдствій, какъ у глины и суглинка, т.-е. не ведетъ къ образованію коры и заболачиванію, такъ какъ, въ слѣдствіе проницаемости лёсса, избытокъ воды хорошо проходитъ въ глубь. Пепариющая способность значительна, поэтому верхній слой быстро просыхаетъ; во время засухъ это можетъ вредно вліять на входы растеній, въ глубокихъ же слояхъ находится всегда достаточно влаги.

По химическому составу преобладающее значеніе въ лёсѣ имѣетъ кремнеземъ, котораго въ среднемъ содержится 76—79%, но иногда менѣе (58—60%); онъ находится отчасти въ видѣ кварца, отчасти въ видѣ каѣвыхъ полевыхъ шпатовъ, слюды, роговой обманки и т. п. Глина содержитъ различныя выѣтрившіяся частицы: каолинъ, водную окисъ желѣза, цеолиты, гидратъ кремнезема и магнезіальные силикаты. Содержаніе кали бываетъ различно, его больше всего содержится въ отгумчиваемыхъ частицахъ (0,025 мм.), слѣдовательно въ сравнительно доступной растеніямъ формѣ. Известъ содержаніе во всѣхъ лёссовыхъ почвахъ въ формѣ углекислой. Содержаніемъ фосфорной кислоты лёсъ бѣденъ, равно какъ и гумусомъ. Поглощительная способность относительно солей калия, амміака и фосфорной кислоты у большинства лёссовыхъ почвъ довольно значительна, — но Кюну, коэффициентъ поглощенія лёсса равняется 30—50, тогда какъ у тощихъ песчаныхъ почвъ онъ часто бываетъ ниже 5. Вотъ нѣсколько химическихъ анализовъ лёсса:

	Лёсъ саксонской изменности (ана- лизъ Каспари и Зи- герта).	Лёсъ окрестн. Бон- на (анализъ Би- шофа).	Лёсъ правого бо- рега Рейна (ана- лизъ Крюкера).	Подпочва Арзам. лѣсъ. Инжегор. губ. (анализъ Никола- ева).
Органич. веществъ	слѣды			
Воды	2,43	2,31	1,37	10,25%
Кремнезема	67,79	62,43	58,97	64,69 "
Углекислоты	4,60	?	?	3,11 "
Фосфорной кислоты	0,13	?	?	? "
Окиси желѣза	14,67	5,11	9,97	10,00 "
„ глинозема		7,51	4,25	15,87 "
Магнезін	1,46	3,23	4,21	3,59 "
Извести	6,73	17,63	20,18	11,33 "
Натра	0,87			
Кали	1,70	1,73	1,95	7,47 "

Вообще лёссъ представляет не богатую, но плодородную почву и можетъ давать постоянные урожаи хлѣбныхъ растений, конопля, клевера и другихъ кормовыхъ травъ, предпочитающихъ почвы съ содержаніемъ извести, а при слабомъ удобреніи, особенно съ цѣлю обогащенія почвы гумусомъ, пригоденъ для различныхъ растений.

Лёссъ распространенъ во многихъ мѣстахъ: въ Европѣ онъ встрѣчается начиная отъ Пиренейскихъ горъ, проходя по Франціи, Бельгій, Пруссіи, Австріи, чрезъ Саксонію, Силезію, почти непрерывно по всей южной Россіи до границъ Азіи, въ которой встрѣчается въ предѣлахъ Туркестана, Ферганской области и далѣе въ Китаѣ, гдѣ лёссъ славится своею мощностью и замѣчательнымъ плодородіемъ. Въ Азіи лёссъ служитъ не только плодородною почвою, но и универсальнымъ строительнымъ матеріаломъ, употребляется даже для удобренія полей.

Кромѣ настоящаго тиничнаго лёсса Рихтгофенъ *) отличаетъ еще материковый, озерный лёссъ и т. п. и предлагаетъ называть все подобныя образованія лёссовидными почвами, къ которымъ онъ относитъ разновидности лёсса, видоизмѣнившіяся подъ влияніемъ растений, или измѣнившагося климата, наприм. русскій черноземъ, содержащій до 17% органическихъ веществъ, индійскій черноземъ (регуръ или когтоневиль), покрывающій третью Индію, съ 8—9% гумуса, имѣющій бурый цвѣтъ, и т. п. образованія. Въ различныхъ мѣстахъ подъ влияніемъ мѣстныхъ условій, лёссъ можетъ видоизмѣняться, чѣмъ надо объяснить различіе въ его плодородіи.

Мергельныя почвы.

Мергель образуетъ смѣсь извести, глины и песку съ обломками различныхъ горныхъ породъ, вълѣдствіе чего отличается характерными физическими свойствами по отношенію къ водѣ, воздуху и теплу, а также способностью къ вывѣтриванію, почему можетъ быть довольно плодородною почвою. Онъ образуется дѣйствіемъ воды на различные горныя породы, преимущественно на полевошпатовыя, дающія при вывѣтриваніи глину, которая при осажденіи и раствореніи различныхъ веществъ смѣшивается съ продуктами вывѣтриванія, или измѣненными химически, или только механически измельченными, наприм. кристаллы известковаго и доломитоваго шпатовъ, горнаго хрустала, листочки слюды, желѣзнаго колчедана, даже смолистыя органическія вещества. Поэтому мергели бываютъ весьма различны по своему механическому и химическому составу: такъ отличаютъ наприм. каменистый, сланцеватый, землистый, глинистый, песчаный, известковый, доломитовый, желѣзистый, битуминозный мергели и т. п.

Содержаніе главнѣйшихъ составныхъ частей мергеля измѣняется въ ши-

*) Мушкетовъ: „Физическая геологія“, ч. II, стр. 106—108.

рокихъ предѣлахъ: такъ углекислой извести содержится отъ 10 до 75%, и даже болѣе, глины до 10—90%, песку или сѣсмѣ не бываетъ, или въ среднемъ равно 5—20%, а въ песчаномъ мергелѣ доходить до 75%. Второстепенными составными частями въ мергелѣ являются: магнезія, которой въ доломитовомъ мергелѣ содержится до 40%, фосфорная кислота, щелочи, водный окисъ желѣза и глинозема; количество ихъ сильно измѣняется, смотря по первоначальнымъ породамъ, изъ которыхъ произошелъ мергель, но фосфорная кислота, хотя и въ небольшихъ количествахъ, находится почти въ каждомъ мергелѣ. Такъ наприм. въ девяти изслѣдованныхъ образцахъ мергеля найдено:

фосфорной кислоты	отъ 0,013 до 0,335%
кали	„ 0,89 „ 2,4 „
извести	„ 12,77 „ 48,25 „
магнезіи	„ 0,38 „ 26,69 „

По своимъ физическимъ свойствамъ мергель отличается хорошою влагоемкостью и волосностью, поэтому жадно вбираетъ въ себя воду и скоро ею насыщается; при этомъ происходитъ измѣненіе объема, потому что глина набухаетъ, а песокъ и известъ, какъ извѣстно, этимъ свойствомъ не обладаютъ. Вслѣдствіе же высыхания разбухшій мергель сильно сжимается, а отъ такого расширенія и сжатія на воздухъ нарушается связь между частицами глины, песку и извести; при поперебѣнномъ увлажненіи и высыханіи эта связь ослабляется все болѣе и болѣе, такъ что мергель распадается наконецъ въ рыхлую мелкозернистую массу. Такому же распаденію мергель подвергается подъ вліяніемъ мороза. Въ отношеніи тепла мергель проявляетъ различныя свойства, смотря по его водозадерживающей и ненаряющей способности, отъ которой зависитъ теплоемкость мергеля, и, слѣдовательно, чѣмъ выше влагоемкость и ненареніе мергеля, тѣмъ хуже его нагрѣваніе и наоборотъ. На этомъ основаніи глинистый мергель будетъ вообще холоднѣе песчаного и известкового. Химическія свойства мергеля обуславливаются его составомъ, такъ какъ онъ содержитъ много разложившихся и не разложившихся продуктовъ вывѣтриванія, то поэтому въ мергелѣ находится много питательныхъ веществъ для растеній, а принимая во вниманіе высокую поглонительную способность мергеля, можно заключить, что онъ представляетъ вещество весьма благопріятное для растеній.

Всѣ означенныя физическія и химическія свойства мергель сообщаетъ тѣмъ почвамъ, съ которыми онъ смѣшивается. Подъ мергельными почвами надо понимать тѣсную смѣсь глины, мелкораздробленной углекислой извести (иногда и магнезіи), къ которымъ примѣшанъ песокъ и различные остатки горныхъ породъ. Свойства мергельныхъ почвъ будутъ обуславливаться количественнымъ отношеніемъ, въ которомъ находятся эти составныя части, соотвѣтственно съ этимъ мы и отличаемъ четыре главнѣйшихъ вида мергельныхъ почвъ.

Глинисто-мергельная почва, состоящая изъ 15—25% углекислой извести, 50—75% глины, свыше 25% мелкаго песку, 2—6% водной окиси желѣза, до 10% магнезій и незначительныя количества гипса и другихъ примѣсей. По своимъ свойствамъ этотъ родъ почвъ подходитъ къ глини, но существенно отличается отъ нея тѣмъ, что обладаетъ меньшею связностью и при высыханіи образуетъ комья, легко раздробляющіеся въ землястую массу. Глинисто-мергельныя почвы весьма распространены по берегамъ рѣкъ и озеръ, у подножій горъ, на равнинахъ и пологихъ склонахъ, — словомъ, тамъ, гдѣ прямо или косвенно дѣйствовала размывающая сила воды. Смотря по мѣсту нахождения, мощность этихъ почвъ бываетъ весьма различна, наиболѣе глубокими онѣ являются въ низменностяхъ, меньшей мощности достигаютъ по склонамъ, или ровнымъ мѣстамъ, причемъ и здѣсь и тамъ глинисто-мергельныя почвы образуютъ верхній самостоятельный слой, или подстилаютъ, въ качествѣ подпочвы, другія наносныя отложения. Преобладающій цвѣтъ этихъ почвъ свѣтложелтовато-сѣрый, иногда буроватый, синеватый, отъ содержанія окиси или закиси желѣза. Связность значительная и послѣ намачиванія почва становится вязкою, но, высыхая, сначала твердѣетъ, а затѣмъ мало-помалу разсыпается въ рыхлую мелкозернистую массу. Отъ дѣйствія дождей на поверхности образуется кора, которая легко отдѣляется отъ лежащаго подъ нею влажнаго слоя. Строеніе почвы въ большинствѣ сходно съ обыкновенною глиною, т.е. она представляетъ плотную, однородную массу, въ которой часто замѣчается мелкая слюдяная пыль и порфирированное сложеніе отъ присутствія мелкихъ бѣлыхъ кварцевыхъ обломковъ, а также не разложившихся зеренъ полевыхъ шпатовъ и другихъ минераловъ. Такъ какъ по своему составу глинисто-мергельная почва легко заселяется растеніями, то продукты гнильванія послѣднихъ ведутъ къ образованію гумуса, содержаніе котораго въ нѣкоторыхъ почвахъ этого рода доходитъ до 7—8%. Обработка глинисто-мергельныхъ почвъ не требуетъ большихъ усилій и во влажномъ и тепломъ климатѣ онѣ будутъ высоко культурными почвами, въ особенности для пшеницы, бобовъ, ячменя, кормовыхъ травъ и для плодовыхъ деревьевъ.

Суглинисто-мергельная почва состоитъ изъ 15—25% извести, 20—50% песку. Этотъ родъ почвъ распространенъ подобно суглинку, съ которымъ онъ сходенъ по многимъ свойствамъ, но отличается большею рыхлостью. При ровномъ положеніи, въ умеренно-влажномъ климатѣ, суглинисто-мергельныя почвы будутъ очень производительными, на склонахъ, или въ сухомъ климатѣ требуется частое удобреніе органическими остатками (навозъ, зеленое удобреніе и пр.), для того чтобы поддерживать плодородіе почвы и содѣйствовать большей ея влажности, потому что по причинѣ большого содержанія песку и извести и малаго количества гумуса почва становится очень проницаемою и подвержена высыханію, а при небольшомъ количествѣ атмосферныхъ осадковъ производительность ея можетъ сильно понизиться.

При достаточной влажности суглинисто-мергельныя почвы могутъ давать высокіе урожаи масличныхъ растений, картофеля, ячменя и др.

Песчано-мергельная почва отличается преобладаніемъ песку въ количествѣ 40—50% и выше, на ряду съ известью и глиною, а потому по своимъ физическимъ свойствамъ приближается къ суглинисто-песчанымъ почвамъ; въ сущности этотъ видъ почвъ есть не что иное какъ суглесь, содержащая известь. По механическому составу песчано-мергельныя почвы представляютъ смѣсь кварцевыхъ и другихъ зеренъ, соединенныхъ глинистымъ мергелемъ въ болѣе или менѣе однородную мелкозернистую разсыпчатую массу. Содержаніе углекислой извести въ песчано-мергельной почвѣ колеблется отъ 8 до 20%, но главнѣйшія физическія свойства обуславливаются пескомъ. Цвѣтъ бываетъ преимущественно свѣтлый, желтовато-сѣрый, напоминающій песчаная почвы, связность какъ во влажномъ состояніи, такъ и при высыханіи небольшая, въ послѣднемъ случаѣ при обработкѣ почва можетъ превратиться въ пыль. Отношеніе къ водѣ не достаточное влѣдствіе значительной проницаемости и быстрого испаренія, по этой же причинѣ почва сильно нагревается. Поэтому песчано-мергельныя почвы должно отнести къ сухимъ, легкимъ почвамъ, которыя при возвышенномъ положеніи въ сухомъ климатѣ будутъ не производительны. Во влажномъ климатѣ, или въ дождливыя годы песчано-мергельная почва можетъ давать удовлетворительныя урожаи ржи, овса, картофеля и кормовыхъ травъ.

Известково-мергельная почва по своему составу составляетъ переходъ къ известковымъ почвамъ, такъ какъ содержитъ отъ 50 до 75% углекислой извести, отчасти въ формѣ известковаго песку, отъ 20—50% глины и до 5% кварцеваго песку. Отличается сухостью, способностью сильно нагреваться и на солнечныхъ склонахъ покрывается очень жалкою рѣдкою растительностью. Безъ предварительныхъ улучшеній къ культурѣ не пригодна.

Известковыя почвы.

Вывѣтриваніе известняковъ ведетъ къ образованію почвъ, которыя отличаются всѣми свойствами первобытной известковой породы, такъ какъ послѣдняя подвергается при вывѣтриваніи преимущественно механическому измѣненію. Известняки, служащіе для образованія такихъ почвъ, состоятъ существенно изъ углекислой извести съ небольшою примѣсью второстепенныхъ составныхъ частей, наприм., кремнезема, глинозема, окиси желѣза, магнезін, животныхъ и растительныхъ окаменѣлостей и т. п. Таковы юрскіе известняки, раковистый известнякъ, мѣль, плотный известнякъ, известковый конгломератъ и пр.

Разрушеніе подобныхъ породъ состоитъ въ томъ, что при дѣйствіи воды масса раздробляется и растворяется въ видѣ двууглекислой извести, которая выщелачивается въ ниже лежащіе слои. Результатомъ перваго процесса

является щебень, хряцъ, песокъ и пыль, которыя и образуютъ землестую смѣсь или почву. Выщелачиваніе извести, а вмѣстѣ съ нею части кремнезема, глинозема и пр., ведетъ къ обогащенію подпочвы этими веществами, въ которой они осаждаются при просачиваніи раствора. Кромѣ того растворъ двууглекислой извести, стекая по склонамъ, можетъ отлагать содержащіяся въ немъ вещества въ другихъ мѣстахъ, болѣе или менѣе удаленныхъ отъ материнской породы. Этимъ путемъ, вѣроятно, происходить отложенія известкового туфа по берегамъ рѣкъ и источниковъ, протекающихъ чрезъ известковыя горы, или вмѣющихся въ руслѣ слон известняка.

Образующаяся известковая почва можетъ содержать различное количество извести, смотря по свойствамъ материнскаго известняка и потому, какъ сильно происходило его выщелачиваніе, поэтому мы встрѣчаемъ известковыя почвы съ содержаніемъ 30—35% углекислой извести, а съ другой стороны оно бываетъ болѣе 60—75%, причемъ въ нижнихъ слояхъ такихъ почвъ содержаніе извести всегда значительно выше, чѣмъ въ верхнихъ. Кромѣ того въ известковыхъ почвахъ всегда содержится небольшое количество глины, кварцеваго песку; все это вмѣстѣ образуетъ неоднородную смѣсь, содержащую много крупныхъ обломковъ примитивной породы и большее или меньшее количество мелкозема. Такъ известковыя почвы, залегающія по горамъ, содержатъ обыкновенно смѣсь большого количества крупнаго известковаго песку и обломковъ известняка, мѣловыя почвы, напротивъ, легче распадаются въ порошокатую землестую массу. При увеличеніи содержанія глины и мелкаго песку известковыя почвы переходятъ въ мергельныя, такъ какъ вслѣдствіе пронесющаго подъ вліяніемъ воды отмучиванія механическій составъ измѣняется и образуется наносная почва съ содержаніемъ извести. Для физическихъ свойствъ известковой почвы имѣетъ особенное значеніе подпочва. У первичныхъ почвъ подпочву всегда составляетъ материнскій известнякъ, вслѣдствіе чего верхній, часто очень тонкій, растительный слой бываетъ сухъ и тѣмъ болѣе, чѣмъ пористѣе подстилающая порода, которая сильно всасываетъ влагу, падающую на поверхность почвы; такая чрезмерная сухость верхняго слоя бываетъ у известковой почвы даже при обиліи атмосферныхъ осадковъ, въ такомъ случаѣ почва бываетъ все-таки безплодна и покрывается очень тощею дикою растительностью. Известковыя почвы, являющіяся слѣдствіемъ наноснаго дѣйствія воды, залегаютъ на различныхъ подпочвахъ, чѣмъ и различаются другъ отъ друга. При значительномъ содержаніи въ такихъ почвахъ извести послѣдняя будетъ выщелачиваться въ нижніе слон, которые и обогащаются известью. Мергельныя почвы въ этомъ отношеніи отличаются отъ чисто известковыхъ именно тѣмъ, что въ нихъ нельзя отмучиваніемъ отдѣлить известъ отъ глины, а потому онѣ не обнаруживаютъ такого вліянія на подпочву, какое свойственно известковымъ почвамъ.

Настоящія известковыя почвы по своимъ свойствамъ являются харак-

терными образованиями. Именно они отличаются прежде всего светлым цветом, который бывает или совершенно белый, или желтовато-серый и даже буроватый, последнее зависит от присутствия окиси железа. Строение почвы преимущественно грубозернистое, неоднородное, отношение скелета к мелкозему изменяется в широких пределах. Сквозность весьма значительна, причем в почве образуются, как канальиры, так и не канальиры промежутки, последних бывает тем больше, чем больше обломков материнской породы находится в известковой почве. От присутствия углекислой извести эти почвы отличаются незначительной связностью и тем меньшей, чем меньше примеси глины, а потому вообще очень рыхлы, рассыпчаты и даже во влажном состоянии частицы извести не слипаются в комки и совершенно не обладают пластичностью, подобною глине, при высыхании почти не изменяются в объеме. Благодаря значительной пористости известковые почвы поглощают влагу, но всегда сухи, вследствие сильной проницаемости и испарения, а потому даже при избытке атмосферной влаги известковые почвы всегда страдают сухостью. Испарение усиливается еще вследствие сильного нагревания почвы, которая обладает малою теплоемкостью, по в то же время много лучениспускает, а поэтому температура известковой почвы днем будет сильно повышаться, ночью же по причине охлаждения наблюдается большой минимум температуры. Поэтому суточные колебания температуры у известковых почв будут еще больше резки, нежели у песчаных, ибо при одинаковом цвете известь сильнее нагревается чем песок, по причине разницы в теплоемкости обоих почв.

Плодородие известковых почв весьма не велико, так как при большом содержании извести оно может зависеть только от примесей; разложение органических веществ происходит быстро и внесенные удобрения, наприм. навоз, действуют очень скоро, поэтому требуется частое и сильное удобрение; по тем же причинам накопление перегноя совершается трудно, потому что разложение растительных остатков происходит до конца и известковые почвы содержат вообще ничтожное количество гумуса.

Вследствие всего этого известковые почвы можно назвать рыхлыми, сухими и дьятельными (горячими) почвами, которые мало пригодны для растений по причине бесплодия и сухости. Сильное нагревание этих почв причиняет выгорание посевов, а вследствие растворения в почвенной жидкости извести щелочной раствор вызывает пожелтение и завядание растений. В виду этого известковые почвы в естественном состоянии покрываются очень тощими растениями, известковая флора напоминает растительность гористых мест и во всяком случае характеризуется видами, выносящими сухость, мѣль бывает часто совершенно лишена растительности. На различных известковых почвах попадаются: *Globularia vulgaris*, *Saxifraga caesia*, *Coronilla coronata*, *Adonis vernalis*, некоторые виды *Astragalus*, *Hieracium*, *Centaurea*, *Hedysarum*, *Genista*, *Stachys germanica*, *Medicago*

prostrata, Scherardia arvensis, Sesleria coerulea, Molinia serotina, Festuca ovina glauca, Iris pumilla, Allium acutangulum, Iurinea mollis, Crepis aurea, Gentiana pannonica, Seseli glaucum, Aquilegia vulgaris, Taxus baccata, Pinus austriaca, Evonymus и др.

Съ увеличеніемъ количества примѣсей (глины, гумуса) известковыя почвы улучшаются въ свойствахъ и во влажномъ климатѣ, или при орошеніи, онѣ могутъ давать средніе урожаи нѣкоторыхъ растений; наприм. ржи, ячменя, стручковыхъ и бобовыхъ растений (люцерны, эспарцета), или обращены въ луга и пастбища. Распространеніе известковыхъ почвъ связано съ нахожденіемъ известняковъ; у насъ въ Россіи ихъ много встрѣчается по правому берегу Волги, наприм. въ Симбирской, Саратовской губ., въ Курской губ. (около Бѣлгорода), по теченію Дона и его притоковъ (Донская область, Харьковская губ.) и т. д.

Такъ какъ количество извести бываетъ различно, то на этомъ основаніи все известковыя почвы можно раздѣлить на двѣ главнѣйшія разновидности:

Каменистыя известковыя почвы, состоящія изъ крупныхъ и мелкихъ обломковъ известняка, смѣшанныхъ съ зернами кварца. Онѣ образуются изъ различныхъ раковинистыхъ известняковъ, конгломератовъ и т. п. и имѣютъ рѣзко выраженные свойства сухихъ и безплодныхъ известковыхъ почвъ.

Песчанистыя известковыя почвы, съ примѣсью 15—20% преимущественно кварцеваго песку, отличаются также сухостью и безплодіемъ. Впрочемъ всякая песчаная почва при содержаніи 2—3% углекислой извести обнаруживаетъ уже свойства, близкія къ известковымъ почвамъ.

При увеличеніи содержанія глины происходятъ суглинисто- и глинисто-известковыя почвы, приближающіяся къ мергельнымъ и потому утрачивающія рѣзкій известковый типъ.

Доломитовыя почвы. Этотъ видъ почвъ обязанъ своимъ происхожденіемъ доломиту, т.-е. породѣ, состоящей существенно изъ углекислой извести и магнези, но чистый доломитъ встрѣчается рѣдко, почти всегда въ немъ содержатся второстепенныя примѣси въ видѣ глины, окиси желѣза и марганца, а также большее или меньшее количество кремнезема и мелкаго песку. Такковы, наприм., юрскіе доломиты, отличающіеся плотнымъ зернистымъ строеніемъ, пейхштейновый доломитъ, содержащій меньше кварцеваго песку (горнаго хрустала), но больше углекислой извести.

Почвы, образующіяся отъ вывѣтриванія доломитовъ, представляютъ по существу смѣсь доломитовой пыли съ обломками и въ зависимости отъ положенія и степени измѣненія породы бываютъ то рыхлы, то болѣе связны. Содержаніе углекислой магнези просиграется до 5—20%. Доломитовыя почвы отличаются свѣтлымъ цвѣтомъ, сухостью и малою производительностью, но при увеличеніи содержанія глины становятся влажнѣе и плодороднѣе. Въ естественномъ состояніи часто покрываются травянистою и древесною растительностью, наприм. *Atriplex microsperma*, *Vupleurum tenuissimum*, *Glaux*

maritima, Plantago Wulfenii, Spargularia salina, Scorzonera parviflora, Mentha, Glycyrra и др., а изъ древесныхъ породъ произрастають шихта, букъ и низкорослый можжевельникъ (Juniperus nana).

Доломитовыя почвы свойственны преимущественно гористымъ мѣстностямъ, такъ онѣ часто встрѣчаются по склонамъ Юры, по южнымъ окраинамъ Гарца, въ Силезіи и Гессенѣ, на южныхъ склонахъ Фогельтебурге и въ другихъ мѣстахъ Германіи, Австріи и Франціи.

Гипсовыя почвы. Этотъ видъ почвъ мало распространенъ и происходитъ отъ разрушенія гипса и ангидрита, а потому встрѣчаются лишь тамъ, гдѣ находятся залежи этихъ породъ. Верхній слой гипса, измѣняясь главнымъ образомъ механически, вмѣстѣ съ находящимися въ немъ примѣсями (песку, глины, окиси желѣза и т. п.), образуетъ почву, которая заселяется преимущественно видами Gypsophilla (G. muralis, G. fastigiata и пр.). Отличаются свѣтлымъ цвѣтомъ, большою проницаемостью для воды, сильнымъ нагреваніемъ, бѣдностью или даже отсутствіемъ гумуса, а вслѣдствіе всего этого сухи и безплодны.

Селитряныя почвы.

Этотъ родъ почвъ принадлежитъ къ особымъ образованиямъ, пользующимся, повидимому, немалымъ распространеніемъ, въ особенности въ тропическихъ странахъ, наприм., въ Южной Америкѣ, въ Венесуэлѣ, по склонамъ Кордильеровъ, въ долинахъ р. Ориноко и по берегамъ Антильскаго моря, гдѣ селитряныя почвы занимають часто обширныя пространства. Характерною особенностью ихъ является содержаніе нитратовъ главнымъ образомъ въ видѣ азотнокислаго кальція, но кромѣ того всегда находятся углекислыя и фосфорнокислыя соли извести и азотистыя органическія вещества. Подобныя почвы особенно обильны около пещеръ, служащихъ убѣжищемъ для птицъ и летучихъ мышей и были впервые описаны Гумбольдтомъ. Изверженія и отбросы означенныхъ животныхъ накапливаются въ такихъ пещерахъ и образуютъ со временемъ оформленные слои гуано, которое переносится по окрестностямъ и, попадая на известнякъ, подъ влияніемъ доступа воздуха и высокой температуры быстро нитрифицируется. Такая нитрификація гуано наблюдается вездѣ вокругъ пещеръ, часто на разстояніи многихъ километровъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ почва содержитъ такое громадное количество известковой селитры, что подъ влияніемъ распыланія этой соли превращается въ пластическое тѣсто. Химическій анализъ показываетъ слѣдующій составъ этихъ образований:

	Азота органич. веществъ.	Азотнокислаго кальція.	Фосфорной кислоты.
Гуано внутри пещеры	11,71 ⁰ / ₀	0 ⁰ / ₀	3,68 ⁰ / ₀
Почва близъ "	2,41	3,03	1,13
Почва на значит. разстояніи . .	0,80	10,36	6,10

Въ нѣкоторыхъ же почвахъ этого рода было найдено известковаго ни-

трата болѣе 30%. Питрификація обусловливается микроорганизмами, подобными тѣмъ, которые были найдены Шлезингомъ и Мюнцемъ въ почвахъ умѣреннаго климата, но въ большемъ количествѣ.

Исслѣдованія Мюнца и Маркано *) показали, что образованіе подобныхъ селитряныхъ почвъ, распространенныхъ въ тропическомъ поясѣ Южной Америки, не всегда можно приписывать тѣмъ животнымъ остаткамъ, которые въ видѣ гуано были найдены въ пещерахъ. Судя по нѣкоторымъ даннымъ, распространеніе селитряныхъ земель не ограничивается, повидимому, исключительно тропическимъ климатомъ и не связано видимымъ образомъ съ животными организмами. Такъ надо думать на основаніи находенія богатыхъ селитрою почвъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ средней Азии, такъ, напр., Любавицъ изслѣдовалъ одну изъ селитряныхъ почвъ Туркестана, Миддендорфъ указываетъ на подобные же почвы въ Ферганской области.

Перегнойныя почвы.

Во всякой культурной почвѣ находится перегной или гумусъ, но обыкновенно въ гораздо меньшемъ количествѣ, чѣмъ минеральныя вещества. Но нѣкоторыя почвы, по условіямъ своего происхожденія, содержатъ гумусъ въ большемъ количествѣ и вълѣдствіе этого пріобрѣтаютъ характерныя свойства. Такія почвы носятъ вообще названіе перегнойныхъ. Содержаніе гумуса измѣняется отъ 5 до 20%, а въ нѣкоторыхъ почвахъ этого типа оно превышаетъ 20—30% и болѣе. Такъ какъ гумусъ обладаетъ особыми физическими и химическими свойствами (см. выше), то примѣсь его къ почвамъ будетъ оказывать вліяніе на свойства послѣднихъ.

По свойства гумуса благоприятно вліяютъ на почву только въ томъ случаѣ, когда онъ вполне разложился и равномерно и тѣсно смѣшанъ съ минеральными составными частями почвы. Если же, напротивъ, гумусъ состоитъ изъ растительныхъ остатковъ, образуетъ рыхлую, неоднородную массу во всѣхъ стадіяхъ разложенія, то онъ не только не дѣйствуетъ улучшающимъ образомъ на почву, но сообщаетъ ей плохія качества. Такъ въ большинствѣ случаевъ почвы, содержащія болѣе 20% гумуса, представляютъ болотныя, отличающіяся значительною сыростью, медленнымъ доступомъ воздуха, въ нихъ образуются не окисленные, вредныя для растений вещества, каковы свободныя кислоты, соли закиси желѣза и т. п., а потому такія почвы называются кислыми почвами или сырыми желѣзистыми почвами, если онѣ богаты соединениями желѣза. Въ виду этого перегнойныя почвы необходимо разсматривать, какъ по мѣсту ихъ образованія, или свойствамъ той растительности, которая даетъ начало перегною, такъ и по количеству послѣдняго и степени его разложенія. Перегной можетъ образоваться въ различныхъ мѣстахъ, гдѣ только скопляются органическіе остатки,

*) Comptes rendus. T. CI, CVIII, p. 65, 900.

подъ дѣйствіемъ животныхъ и растительныхъ организмовъ (червей, плѣсени, бактерій); при наличности опредѣленныхъ вѣншихъ условій эти остатки превращаются въ гумусъ. Такой гумусъ можетъ или остаться на мѣстѣ своего образования, или подвергнуться аллювialнымъ процессамъ, при которыхъ частицы гумуса, вмѣстѣ съ минеральными веществами, переносятся въ другія мѣста. Въ этомъ смыслѣ можно отличить *первичный и наносный гумусъ*. Къ числу перегнойныхъ почвъ первичнаго происхожденія относятся наприм. торфяныя почвы, къ наноснымъ надо причислить тѣ перегнойныя почвы, которыя находятся по берегамъ рѣкъ, озеръ, морей и т. п. Различіе между ними заключается въ томъ, что торфяныя почвы обязаны своимъ происхожденіемъ мѣстной растительности, которая при медленномъ разложеніи даетъ главнымъ образомъ гумусъ и мало минеральныхъ веществъ, тогда какъ перегнойныя наносныя почвы образуются вълѣдствіе одновременнаго отложенія минеральныхъ и органическихъ веществъ, иначе говоря, такія почвы представляютъ пловатую смѣсь гумуса съ глиною, пескомъ и мелкими частицами различныхъ минераловъ. Гумусъ кореннаго происхожденія обыкновенно входитъ въ большемъ количествѣ въ составъ почвы, но находится въ различной степени разложенія, тогда какъ наносный гумусъ составляетъ не главную, преобладающую часть почвы, а второстепенную, но характерную для почвъ его заключающихъ. Почвы кореннаго происхожденія содержатъ 20—30% и болѣе перегноя, тогда какъ въ наносныхъ почвахъ содержащееся не превышаетъ 8—20%. На этомъ основаніи всѣ почвы можно раздѣлить на собственно перегнойныя (первичнаго происхожденія) и богатые перегноемъ (наносныя).

Къ первымъ относится *торфяныя почвы*, образующіяся въ низменныхъ мѣстахъ отъ разложенія своеобразной болотной растительности. Въ стоячихъ водахъ, или при слабомъ теченіи, появленіе растительности начинается обыкновенно съ водорослей, плавающихъ по поверхности воды, а у береговъ скопляющихся въ большемъ количествѣ. По мѣрѣ размноженія поверхность воды мало-по-малу зарастаетъ болѣе или менѣе плотною зеленою пленкою водорослей, на которой поселяются нѣкоторые мхи, отмирающія части водорослей и мховъ попадаютъ на дно и выполняютъ болото разлагающимися растительными остатками. Но это разложеніе, по причинѣ большого количества воды, идетъ очень медленно, при этомъ образуются преимущественно продукты возстановленія, между которыми преобладаетъ болотный газъ, въ видѣ пузырьковъ выходящій на поверхность воды. По мѣрѣ того, какъ количество накапливающихся органическихъ остатковъ увеличивается, на днѣ болота укореняются другія высшія растенія, каковы, наприм., *Nymphaea*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Batrachium*, *Myriophyllum*, *Polygonum amphibium*, *Phragmites*, *Scirpus*, *Typha*, *Butomus*, *Sparganium*, *Carex*, *Eriophorum*, *Jris*, *Equisetum* и пр., а съ теченіемъ времени даже деревянистыя растенія. Отмирающія части всѣхъ этихъ растеній погружаются на дно и выполняютъ постепенно всю массу воды, которая

по причинѣ большой влагоемкости растительныхъ остатковъ всасывается ими и болото мало-по-малу высыхаетъ съ поверхности. По мѣрѣ высыхания воздухъ сильнѣе проникаетъ въ массу скопляющихся растительныхъ остатковъ, разложение коихъ вълѣдствіе этого усиливается, вмѣстѣ съ тѣмъ, гниющая масса покрывается все новыми видами: *Carex*, *Eriophorum*, *Phragmites*, *Andromeda polifolia*, *Comarum palustre*, *Empetrum nigrum*, *Erica tetralix*, *Ledum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Vaccinium oxycoccus*, *V. uliginosum* и т. п. При увеличеніи количества разлагающихся растительныхъ остатковъ, при дальнѣйшемъ высыханіи болота съ поверхности, процессы гніенія, тлѣнія и броженія происходятъ весьма неравномѣрно во всей толщѣ остатковъ, обыкновенно въ верхнемъ слое разложение идетъ слабо, по мѣрѣ же углубленія оно становится интензивнѣе. А потому въ верхнихъ слояхъ замѣчается много растительныхъ остатковъ, состоящихъ изъ слоевищъ разныхъ мховъ (*Purpium*, *Sphagnum*, *Dicranum*, *Vryum* и т. п.), корней и корневищъ осоковыхъ, вересковыхъ и другихъ растений, связывающихъ верхній слой въ болѣе или менѣе цѣльную, но рыхлую и упругую массу. Чѣмъ глубже отъ поверхности, тѣмъ менѣе замѣтными становятся эти остатки и въ самыхъ глубокихъ слояхъ находитея уже черная, углестая, однообразная по строенію масса. Соответственно съ ходомъ разложенія идетъ и измѣненіе въ составѣ образующагося торфа, который обогащается углеродомъ, азотомъ и зольными составными частями, но обѣдняется водородомъ и кислородомъ. Вълѣдствіе этого ближайшій составъ торфа будетъ различаться въ верхнихъ и нижнихъ слояхъ болота, именно гуминовая кислота накапливается преимущественно въ нижнихъ слояхъ, тогда какъ въ верхнихъ преобладаютъ пидифферентныя соединенія, гуминъ и ульминъ, анокреновая и креновая кислоты образуются также въ глубокихъ слояхъ торфа. Такъ какъ при образованіи торфа въ водѣ и растеніяхъ находятся различныя основанія, то гуминовыя кислоты могутъ образовать соли щелочей извести, магнези и, вѣроятно, желѣза и глинозема; кромѣ того при дѣйствіи органическихъ веществъ на минеральную часть торфа происходитъ гипсъ и закисъ желѣза, что доказывается частымъ нахожденіемъ въ торфѣ гипса, дерновой руды вивіанита и т. п. Образование торфа происходитъ преимущественно въ котловинахъ, на непроницаемомъ днѣ, состоящемъ изъ твердыхъ кристаллическихъ породъ или глинъ, не пропускающихъ воду, поверхность коихъ часто бываетъ покрыта слоемъ хрящеватыхъ и песчаныхъ частицъ, а потому на днѣ торфяниковъ находитея почти всегда песокъ. Верхній слой торфяниковъ и можетъ быть названъ почвою или *растительнымъ слоемъ*, такъ какъ покрывается различными растеніями, какъ травянистыми (мхами, кислыми травами), такъ и деревянистыми (*Betula pubescens*, *Salix* и пр.) и обладаетъ характерными свойствами. Именно торфяныя почвы всасываютъ громадное количество воды и при этомъ вздуваются отъ увеличенія въ объемѣ, но при высыханіи сильно сжимаются и образуютъ часто большія трещины, при

чемъ корни растений разрываются и выгораютъ отъ сильнаго нагрѣванія. Уменьшеніе объема торфяной почвы ведетъ къ тому, что верхній слой отстаетъ отъ нижнихъ, болѣе влажныхъ, и приподнимается вѣдствие чего разбирается съ капиллярною водою, а потому высыханіе его еще болѣе усиливается. Подъ вліяніемъ мороза торфяныя почвы также сильно сжимаются и вытираютъ наружу находящіеся на нихъ растения, которыя вѣдствие обнаженія корней погибаютъ отъ замерзанія. По этому одному торфяныя почвы не удобны для растительности, но онѣ также не отличаются въ большинствѣ случаевъ хорошими химическими свойствами, такъ какъ въ торфѣ преобладаютъ перегнойныя вещества и содержатся мало минеральныхъ питательныхъ составныхъ частей. Такъ, наприм., составъ одной торфяной почвы съ острова Рюгена, по анализу Шпренгеля, оказался слѣдующимъ:

органическихъ веществъ (гумина, гуминовой кислоты, неизмѣнившихся растительныхъ остатковъ)	69,933	} 71.092%
смолистыхъ веществъ	1,160	
кварцеваго песку	7,660	
окиси и закиси желѣза	9,020	
гипса, глины и др. вец.	12,227	
	<u>100.000</u>	

Вообще торфяныя почвы содержатъ очень мало пригодныхъ для растений питательныхъ веществъ, такъ какъ зола торфа бываетъ богата, главнымъ образомъ, кремнеземомъ, соединеніями желѣза и известью, но составъ ея измѣняется, смотря по условіямъ образованія. Такъ, торфяныя почвы, происшедшія изъ моховыхъ болотъ, содержатъ преимущественно кремнеземъ и окисъ желѣза, торфяная земля изъ луговыхъ болотъ болышею частью изобилуетъ содержаніемъ гипса или известняка, и т. п. Кромѣ того, неблагоприятныя химическія свойства торфяныхъ почвъ зависятъ часто отъ присутствія въ нихъ кислотъ, вредно дѣйствующихъ на растения. Въ виду этого, для превращенія торфяныхъ почвъ въ культурныя, стараются увеличить въ нихъ содержаніе минеральныхъ веществъ, нейтрализовать свободныя кислоты и измѣнить отношеніе къ водѣ, т. е. дѣлать ихъ болѣе проницаемыми. Съ этими цѣлями примѣняется осушеніе и выжиганіе торфа, навозка песку, мергеля и т. п. Осушеніе ведетъ къ болѣе правильному разложенію торфа, причемъ утрачиваются кислыя свойства и увеличивается провѣтриваніе; при обжиганіи остается зола, которая, будучи примѣшана къ верхнему слою, дѣлаетъ его болѣе пригоднымъ для растений въ физическомъ и химическомъ отношеніяхъ. Смѣшиваніе съ пескомъ или мергелемъ понижаетъ всасывающую способность торфа, увеличиваетъ проницаемость для воды и провѣтриваніе, а поэтому содѣйствуетъ болѣе правильному разложенію. Послѣдній способъ улучшенія торфяниковъ болѣе предпочтителенъ, если только слой песку

будеть достаточно толеть, но еще лучше для этого употреблять песчаный мергель.

Лѣсныя перегнойныя почвы образуютъ верхній слой, состоящій изъ опавшей хвои или листвы, остатковъ травянистой растительности или вообще лѣсной подстилки, которая мало-по-малу подвергается разложению, въ-дѣ-ствие чего постепенно отлагаются слои лѣсного гумуса, представляющаго въ стадіи разложения растительныхъ остатковъ, начиная отъ мало измѣ-нившихся до углестой или торфовидной гуминовой массы. Мощиость этихъ слоевъ зависитъ отъ свойствъ лѣса и качества подстилки, а также отъ условій ея разложения. Наибольше мощныя перегнойныя почвы образуются въ первобытныхъ лѣсахъ, въ котловинахъ, окруженныхъ со всѣхъ сторонъ лѣсомъ, въ которыя сносится много лѣсныхъ отбросовъ и гдѣ скопляется много атмосферной влаги, даѣе, чѣмъ старѣе древесныя насажденія и чѣмъ меньше отчуждается изъ лѣса древесины и подстилки, тѣмъ болѣе накоп-ляется лѣсного гумуса.

Образованію лѣсныхъ почвъ и накопленію въ нихъ перегноя содѣй-ствуютъ не только микроорганизмы, обуславливающіе гніеніе, но въ значи-тельной степени различныя низшія животныя, въ особенности дождевые черви, что доказывается, во-первыхъ, микроскопическимъ изслѣдованіемъ строения лѣсного гумуса, въ которомъ замѣчается множество остатковъ червей, изверженій, наѣжкомыхъ, волосковъ, частей хитина, личинокъ и т. п., во-вторыхъ, наблюденіями надъ постепеннымъ превращеніемъ расти-тельныхъ остатковъ въ гумусъ подъ вліяніемъ дѣятельности червей и дру-гихъ животныхъ.

Свойства лѣсныхъ почвъ зависятъ не только отъ образующагося въ нихъ гумуса, но и отъ коренныхъ свойствъ тѣхъ почвенныхъ образованій, на которыхъ произрастаетъ лѣсъ, песчаныхъ, мергелистыхъ, глинистыхъ или суглинистыхъ. Гумусъ, образующійся на ихъ поверхности, просачивается болѣе или менѣе быстро, смотря по плотности лѣсного войлока, въ нижніе слои и производитъ въ нихъ различныя физическія и химическія измѣненія, причѣмъ могутъ образоваться растворимыя вещества, невывѣтрившіяся частицы подъ дѣйствіемъ просачивающагося гумусоваго раствора разлагаются и выщелачиваются въ нижніе слои и пр. Результатомъ всѣхъ подобныхъ процессовъ является обѣднѣніе верхняго слоя лѣсной почвы минеральными соединеніями. Такое выщелачиваніе верхняго слоя происходитъ даже и тогда, когда почва уже не покрыта лѣсомъ, а несетъ на себѣ различныя остатки его прежняго присутствія, которые могутъ содѣйствовать обѣднѣнію расти-тельнаго слоя какъ гумусомъ, такъ и минеральными составными частями, особенно тѣми, которыя хорошо растворяются въ растворахъ перегнойныхъ кислотъ (апокреновой и креновой), каковы, наприм., цеолиты и проч. При долговременномъ и сильномъ выщелачиваніи лѣсныхъ почвъ, особенно распо-ложенныхъ на песчаныхъ, мергелистыхъ и другихъ проницаемыхъ образо-

ваніяхъ, верхній слой можетъ сдѣлаться современемъ почти безплоднымъ, а съ другой стороны подъ влияніемъ просачиванія растворимыхъ гуминовыхъ соединений въ нижнихъ слояхъ могутъ образоваться ортштейны и подобныя имъ отложения. Такимъ образомъ, свойства лѣсныхъ почвъ вообще будутъ различны и находятся въ зависимости отъ подстилающихъ лѣсной войлокъ минеральныхъ образований. Поэтому, въ однихъ случаяхъ такія почвы принимаютъ рыхлое, зернистое строеніе, въ другихъ онѣ бываютъ плотны, связны и непроницаемы. Содержаніе влаги измѣняется, смотря по свойствамъ слоевъ, такъ верхній слой, состоящій преимущественно изъ лѣсного войлока, отличается всегда болышею влагоемкостью, чѣмъ нижніе, а потому лѣсныя почвы весною быстро насыщаются атмосферными осадками, а къ осени содержатъ все менѣе и менѣе влаги. Распределение верховой и грунтовой воды вообще зависитъ отъ проницаемости и капиллярности нижележащихъ слоевъ; такъ песчаныя и супесчаныя лѣсныя почвы хорошо проводятъ верховую воду изъ влагоемкаго слоя вглубь, но плохо поднимаютъ грунтовую воду; глинистыя и суглинистыя, обладающія хорошою волосностью, правильнѣе распределяютъ воду, но отношеніе къ водѣ въ лѣсныхъ почвахъ будетъ измѣняться при образованіи ортштейновъ. Въ виду этого превращеніе лѣсныхъ почвъ въ пахотныя земли будетъ существенно зависеть отъ ихъ физическихъ свойствъ, химическія же свойства обуславливаются количествомъ и составомъ лѣсного гумуса и свойствами подстилающихъ его образований. Поэтому песчаныя и супесчаныя лѣсныя почвы должны быть менѣе пригодны для культуры, чѣмъ, наприм., мергельныя и суглинистыя, обладающія лучшимъ химическимъ составомъ и болышою поглонительною способностью. Такъ какъ песчаныя почвы болышею частью бываютъ покрыты хвойными лѣсами (сосновыми), то онѣ въ связи съ качествами гумуса будутъ давать менѣе производительныя культурныя земли, нежели вообще почвы изъ подъ лиственныхъ лѣсовъ.

Вересковыя почвы. Этими названіемъ характеризуются такія перегнойныя почвы, которыя образуются въ мѣстностяхъ, покрытыхъ своеобразною растительностью, состоящею изъ видовъ *Erica*, *Calluna*, *Myrtila*, *Vaccinium* и т. п., извѣстныхъ подъ общимъ именемъ верещатника. Такія растенія при своемъ разложеніи даютъ гумусъ, богатый преимущественно кислотами, въ числѣ которыхъ образуется много дубильныхъ веществъ, влѣдствіе чего онѣ пріобрѣтаютъ вяжущія свойства, или имѣютъ воскоподобный, смолистый видъ. Вересковыя почвы образуются въ различныхъ мѣстахъ, преимущественно песчаныхъ, ровныхъ, пологихъ, прибрежныхъ (дюны), возвышенныхъ, близъ лѣсовъ, и т. п. Такъ какъ образующіеся при гумификаціи отмирающихъ растительныхъ остатковъ кислоты просачиваются въ песокъ, то подъ влияніемъ содержащейся въ немъ окиси желѣза, и т. п. часто образуются ортштейны, которые, залегая сплошь, или мѣстами подъ поверхностью, дѣлаютъ почву непроницаемою, влѣдствіе чего на ней скопляется вода во

время разливовъ, таянія снѣга, или сильныхъ дождей и развивается нечаянная растительность, при высыханіи же почва теряетъ большую часть растений. Верхній слой часто состоитъ изъ песка съ перегноемъ и корнями вереска и отличается болѣе темнымъ цвѣтомъ, ниже встрѣчается сѣрватая почва, напоминающая подзолъ, которая затѣмъ переходитъ въ ортштейнъ, сначала болѣе рыхлый торфовидный, а далѣе въ плотный, однородный или неоднородный по цвѣту и строенію. Вслѣдствіе выщелачиванія изъ верхняго слоя минеральныхъ веществъ, вересковые почвы обыкновенно состоятъ изъ безплоднаго песка и кислаго гумуса и представляютъ некультурныя мѣста, пустыри и въ естественномъ видѣ годны развѣ подъ овечьи пастбища, покрытыя рѣдкою травянистою растительностью, кустарниками и древесною порослью. Улучшеніе вересчатниковыхъ зарослей должно состоять въ уничтоженіи кислыхъ соединений посредствомъ удобренія, наприм., известью, которая, нейтрализуя кислоты, усиливаетъ разложеніе растительныхъ остатковъ и представляетъ, такимъ образомъ, болѣе или менѣе дѣйствительное средство для улучшенія вересковыхъ почвъ. Обработкою орудіями можно иногда уничтожить вредное вліяніе ортштейновъ, которые, при неглубокомъ залеганіи и рыхлой консистенціи, могутъ быть разрыхлены, такимъ образомъ усилятся проищаемость и провѣтриваніе почвы въ нижнихъ слояхъ, но при глубокомъ и плотномъ залеганіи ортштейна, такая обработка становится весьма затруднительною и даже невозможною, особенно если ортштейны залегаютъ сплошь и на значительномъ протяженіи.

Вересковые почвы встрѣчаются въ большомъ количествѣ по бережьямъ Балтійскаго и Нѣмецкаго морей, наприм., въ Сѣверной Пруссіи (Померанія, Мекленбургъ), въ Даніи и пр. и образуются тамъ подъ вересковыми кустарниками слоемъ до $1\frac{1}{2}$ —2 и болѣе футовъ толщины, сѣрватобураго цвѣта, безплодны и безъ улучшеній непригодны для культуры.

Другой типъ перегнойныхъ почвъ, образующихся наноснымъ путемъ, отличается главнымъ образомъ тѣмъ, что въ своихъ свойствахъ онѣ не носятъ болотнаго характера, а вслѣдствіе значительнаго содержанія минеральныхъ веществъ, наряду съ перегноемъ, отличаются лучшими химическими свойствами, а потому въ большинствѣ случаевъ плодородны.

Наносныя перегнойныя почвы образуются въ низменныхъ мѣстахъ, подвергающихся дѣйствию рѣчной, озерной или морской воды, изъ которой при затопленіи осаждаются различныя взмученныя минеральныя вещества (песокъ, глина и т. п.), вмѣстѣ съ органическими, вслѣдствіе этого на подвергавшемся затопленію мѣстѣ съ теченіемъ времени образуется слой ила (рѣчного, озернаго, морского). Смотря по мѣсту образованія такихъ почвъ, онѣ раздѣляются на прудовыя, озерныя, рѣчныя и морскія, а въ зависимости отъ продуктовъ разложенія могутъ быть песчанистыми, глинистыми, мергелистыми съ содержаніемъ 8—20% гумуса; чисто перегнойныя почвы встрѣчаются здѣсь очень рѣдко и могутъ образоваться развѣ въ небольшихъ

котловинахъ (прудахъ), въ которыя водою сносятся различные растительные остатки, листья, вѣтки, травянистыя растенія, и т. п., которыя затѣмъ подвергаются гниенію, превращаясь въ гумусъ. Образование наносныхъ перегнойныхъ почвъ, подѣ влияніемъ рѣчной, озерной, морской воды, замѣчается по берегамъ рѣкъ, особенно въ заливахъ у береговъ, при заворотѣ рѣки (въ лукахъ), при устьяхъ, словомъ, тамъ, гдѣ замедляется скорость теченія воды и повышается ея уровень. Къ числу подобныхъ рѣчныхъ наносовъ относятся у насъ *поймы*, расположенныя по измѣненнымъ берегамъ большихъ рѣкъ (Волги, Оки, Дона, Сѣверной и Западной Двины и др.), иногда даже небольшихъ рѣчекъ и озеръ, такъ по берегамъ Ладожскаго, Онежскаго, Ильмена, Чудскаго озеръ образуются подобныя же поемныя наносы.

Морская вода способствуетъ отложенію наносовъ во время приливовъ, при впаденіи рѣкъ въ море, въ болѣе или менѣе глубокихъ береговыхъ бухтахъ и т. п. Образование наносовъ начинается вообще съ отложенія болѣе крупныхъ частицъ песка и пр., слой которыхъ постепенно возвышается и покрывается затѣмъ болѣе мелкими, иловатыми частицами, въ числѣ которыхъ находится весьма значительное количество перегнойныхъ веществъ въ видѣ мелкораздробленныхъ частицъ гумуса или полуразложившихся растительныхъ остатковъ. Отъ періодическаго затопленія слой отлагающагося наноса возвышается и обогащается рѣчнымъ и морскимъ иломъ, а съ теченіемъ времени можетъ подняться выше уровня воды и потомъ уже перестаетъ ею покрываться. Какъ поемныя рѣчныя, такъ и морскія наносы представляютъ часто очень плодородныя почвы, благодаря содержанію иловатыхъ минеральныхъ веществъ и большого количества гумуса. Ихъ называютъ вообще сограми, или согровыми почвами, имѣя въ виду главнымъ образомъ способъ ихъ происхожденія. Между такими сограми замѣчательны *марши* или наносныя почвы, обращающіяся болѣею частью отъ совокупнаго дѣйствія рѣчной и морской воды, распространенныя въ Даніи, Шлезвигъ-Гольштейнѣ, Голландіи и далѣе по берегамъ Нѣмецкаго моря, но не вездѣ одинаковыя по свойствамъ въ зависности отъ различія въ качествѣ наносовъ и въ содержаніи иловатыхъ частицъ. Наилучшими почвами являются датскіе марши, которые отличаются большою глубиною, содержаніемъ до 20% гумуса и плодородіемъ. Марши тянутся здѣсь по западному берегу Нѣмецкаго моря, который представляетъ обширную песчаную равнину, подверженную дѣйствію морской воды, особенно во время приливовъ, когда берегъ на значительномъ протяженіи затопляется водою, при чемъ изъ нея осаждаются всегда иловатыя частицы (шликъ). Такимъ образомъ песчаная равнина съ теченіемъ времени мало-по-малу возвышается и покрывается слоемъ иловатой почвы. Вслѣдствіе содержанія въ морской водѣ солей первоначальная растительность такой почвы состоитъ изъ *Salicornia herbacea*, *Aster trifolium* и т. п., а затѣмъ по мѣрѣ увеличенія ила, когда береговая полоса подвергается меньшему затопленію появляются дру-

гія растенія, въ особенности *Poa maritima*, *Hordeum maritimum*, *Plantago maritima*, *Triglochin* и т. п., вѣдствие чего почва превращается въ зеленѣющее луговое пространство и служитъ сѣнокосомъ и пастбищемъ. Въ этомъ состояніи, пока почве не защищена плотинами, такое пространство посетитъ назаніе *квеллера* (Lueller). Когда, во избѣжаніе сильныхъ наводненій, прибрежная полоса защищается со стороны моря плотинами, достигающими высоты 16—20 футовъ, то ее называютъ *польдеромъ* (Polder) въ Даніи и Голландіи, *гроденомъ* (Groden) въ Ольденбургѣ. Послѣ огораживанія плотинами прежняя солонцеватая перегнойно-илватая почва отъ выщелачиванія теряетъ свою соленость и мало-по-малу превращается въ плодородную иловатую почву (Kleiboden), которая можетъ быть вполне пригодною для культуры.

Материаломъ для образованія маршей служитъ преимущественно море, но немалое участіе въ этомъ принимаютъ рѣки и ручьи. Морская вода содержитъ главнымъ образомъ хлористый натрій, сѣрниокислую магнезію, гипсъ, углекислую известь и магнезію, а кромѣ того, особенно близъ береговъ, ею наносится много органическихъ веществъ, происшедшихъ изъ отмирающихъ водорослей и подобной морскою растительности. Рѣки приносятъ главнымъ образомъ песокъ, глину, известь и иловатія перегнойныя частицы, состоящія изъ разложившихся растительныхъ и животныхъ остатковъ. Тотъ и другой песокъ, смѣшиваясь между собою, мало-по-малу и осаждается на прибрежныхъ мѣстахъ. Появляющаяся растительность заносится иломъ и подвергается разложенію при медленномъ доступѣ воздуха, вѣдствие чего увеличивается количество перегнойныхъ иловатыхъ частицъ. Такимъ образомъ почва маршей по существу представляетъ тѣсную смѣсь глины и тонкаго песку съ перегнившими и полуразложившимися растительными остатками и по своему вѣшнему виду имѣетъ свойства совершенно однородной массы, составъ которой съ теченіемъ времени подвергается измѣненіямъ въ отношеніи минеральныхъ веществъ (кремнезема, глинозема и извести) и растворимыхъ солей, а поэтому первоначальные (новые) марши и тѣ, которые подвергались дальнѣйшимъ измѣненіямъ, будутъ различаться по строенію, физическимъ свойствамъ и плодородію. Въ виду этого отличаютъ старыя марши, поверхность которыхъ возвышается надъ уровнемъ моря, но почвенный слой доступенъ дѣйствію грунтовой воды, которая сообщаетъ ему постоянную влажность. Почва здѣсь отличается темнымъ цвѣтомъ, хорошо нагрѣвается солнцемъ, богата питательными веществами и по своему плодородію имѣетъ большое значеніе для разведенія зерновыхъ хлѣбовъ, менѣе пригодна для разведенія древесной растительности, но даетъ отличные луга и пастбища. Марши новѣйшаго происхожденія содержатъ растворимыя соли и известь, растительный слой часто лежитъ на кникѣ и другихъ непроницаемыхъ образованіяхъ и при постоянномъ насыщеніи влагою, особенно весною при таяніи снѣга, во время разливовъ и т. п. легко заболачивается.

По берегамъ многихъ рѣкъ, вода которыхъ богата известковыми солями, такіе наносы, содержащіе 8—12% гумуса, отличаются особыми свойствами, именно сѣровато-бурымъ цвѣтомъ, связностью, способностью сильно раскисляться въ водѣ и превращаться въ вязкій, слизистый илъ. Несмотря на сильное нагреваніе солнцемъ, эти почвы на глубинѣ долго остаются влажными, а послѣ высыхания образуютъ твердую, компактную массу и въ культурномъ отношеніи представляются мало удобными почвами, несмотря на ихъ относительное богатство питательными веществами. Наилучшими эти почвы являются въ томъ случаѣ, когда онѣ содержатъ известь въ видѣ лёссовыхъ конкрецій и отличаются большимъ содержаніемъ гумуса (10—20%).

Такія *лёссово-перегнойныя почвы* отличаются сѣроватымъ, а во влажномъ состояніи черно-бурымъ цвѣтомъ и связностью, но вообще имѣютъ зернистую структуру и легко разрыхляются, при высыханіи не затвердѣваютъ, а образуютъ отдѣльные комки. Благодаря хорошимъ химическимъ и физическимъ свойствамъ, подобныя лёссово-перегнойныя почвы отличаются часто большимъ плодородіемъ.

Такимъ образомъ достоинство рѣчныхъ наносовъ обуславливается не только присутствіемъ въ нихъ большаго или меньшаго количества органическихъ веществъ, но въ значительной степени и ихъ минеральными составными частями, строеніемъ и физическими свойствами. Поэтому многія отложения *рѣчного ила*, несмотря даже на небольшое количество гумуса, отличаются большимъ плодородіемъ, таковы наприм., известнякѣ ильскій илъ, содержащій, по анализамъ, въ среднемъ 5,1% органическихъ веществъ, но отличающійся высокимъ плодородіемъ, благодаря присутствію въ немъ всѣхъ необходимыхъ питательныхъ минеральныхъ соединений въ состояніи полного вывѣтриванія. Съ другой стороны, наприм., рейнскіе наносы, несмотря на большое содержаніе въ нихъ органическихъ веществъ, представляютъ часто плохія почвы, таковы, наприм., наносы отлагающіеся выше Боденскаго озера, которые содержатъ громадное количество углекислой извести (по анализамъ Бишофа до 30,76%), углекислую закись желѣза, сѣринетый кальцій и пр. Точно также свойства рѣчного ила нашихъ русскихъ рѣкъ, отлагающагося на поймахъ ежегодно въ большомъ количествѣ, часто ведетъ къ образованію болотъ (старичъ), покрывающихся только кислыми травами. Такъ, даже по Волгѣ, поемныя мѣста сильно различаются по своимъ свойствамъ на всемъ протяженіи этой рѣки.

Черноземъ.

Къ числу почвъ, богатыхъ гумусомъ, принадлежитъ черноземъ, распространенный главнымъ образомъ въ Россіи, отчасти въ придунайскихъ низменностяхъ и въ Сѣв. Америкѣ. Название указываетъ на характерный цвѣтъ этой почвы, которая наиболѣе замѣчательною, какъ по залеганію, такъ и

по плодородію, является на всеъ пространство среднихъ и южныхъ губерній, простирается длиною полосою съ сѣверо-востока на юго-западъ, переходя на сѣверѣ и юго-востокѣ въ другія почвы или, точнѣе, незамѣтно сливаясь съ ними и рѣзкой границы чернозема въ сущности провести нельзя, потому что даже въ предѣлахъ залеганія настоящаго чернозема онъ часто прерывается самыми разнообразными почвенными типами, наприм., наносными отложениями по берегамъ рѣкъ, валунами, покрытыми песчаными и глинистыми слоями, солончаками и т. п. Въ сѣверной части своего распространения черноземъ образуетъ болѣе или менѣе широкую переходную полосу, въ которой наблюдается смѣшанный характеръ, какъ въ особенностяхъ встрѣчающихся здѣсь почвенныхъ образований, такъ и растительности, представляющей смѣшанный типъ степной и сѣверной флоры. На основаніи изслѣдованій Докучаева, Костычева, Коржинскаго и др. приблизительная сѣверная граница чернозема можетъ быть проведена чрезъ южную часть Казанской и Нижегородской губерній по Тамбовской, въ которой черноземъ, поднимаясь около рѣки Цны, въ видѣ переходной полосы переходитъ въ Рязанскую и Тульскую губ., откуда эта полоса продолжается по юго-восточнымъ частямъ Калужской, Орловской, Черниговской, по большей части Киевской губ. и ко южнымъ уѣздамъ Волынской губ. и сливается на юго-западѣ съ черноземомъ Галиціи. По берегамъ рѣкъ черноземъ смѣняется различными наносными образованиями, между которыми преобладаютъ песчаные наносы, то довольно плотные и связные, то сыпучіе, состоящіе преимущественно изъ зеренъ кварца и отчасти другихъ минеральныхъ обломковъ (полевыхъ шпатовъ, роговой обманки и пр.); мѣстами встрѣчаются щебневатые наносы и валуны, разбѣянные среди чернозема. Въ юго-западной части сѣверной переходной полосы, наприм., по теченію рѣкъ Припяти, Десны и др., кромѣ песковъ, попадаются много болотныхъ образований.

Южная граница русскаго чернозема имѣетъ точно также переходный характеръ, въ особенности по мѣрѣ приближенія къ востоку. На югѣ черноземъ подходит близко къ Черному и Азовскому морямъ, смѣняясь въ предѣлахъ Бессарабской, Подольской и Херсонской губ. суглинкомъ, супесью и даже пескомъ (Аленковскіе сыпучіе пески). Въ Бессарабской и Херсонской губ. можно отличать почти четыре переходныхъ полосы, параллельныя Черному морю, при чемъ въ Бессарабской губ. черноземъ идетъ далеко на югъ, къ востоку граница его поднимается выше и, при переходѣ въ Херсонскую губ., настоящій черноземъ наблюдается только въ ея сѣверныхъ уѣздахъ, а по мѣрѣ приближенія къ морю онъ замѣняется сѣрыми суглинистыми и супесчаными почвами, содержащими до 3—6% и болѣе гумуса. Такія же почвы наблюдаются въ южныхъ частяхъ Подольской и Киевской губ. Вообще въ юго-западной части черноземъ является болѣе типичнымъ по правому побережью р. Днѣпра, а по лѣвую сторону онъ переходитъ террасовидно въ суглинки и супеси; въ Таврической губ. черноземъ встрѣ-

чается преимущественно въ сѣверной части, въ Крыму же настоящаго чернозема нѣтъ, въ Екатеринославской губ. и Донецкой области черноземъ подходит почти къ Азовекому морю, на юго-востокъ отъ котораго въ видѣ то широкой, то узкой полосы тянется до р. Кубани, Терека и Кумы, пребывая въ губ. Ставропольской, областяхъ Кубанской и Терекской различными почвенными образованиями. На громадномъ пространствѣ Калмыцкой степи, т. е., въ западной части Астраханской губернии и южнѣе, между нижнимъ теченіемъ Волги (отъ Царицына) и западнымъ побережьемъ Каспійскаго моря до низовьевъ р. Кумы и Терека, типичнаго чернозема нѣтъ, поэтому продолженіемъ южной границы его между Азовекиимъ моремъ и западной частью Калмыцкой степи служить течение р. Маныча, отъ котораго она поднимается прямо къ завороту р. Волги и Дона, между Калачемъ и Царицыномъ, здѣсь черноземъ идетъ къ сѣверу Саратовской губ., сближаясь по правому прибрежью Волги рѣчными наносами, вплоть до р. Иргиза, слѣдовательно, переходитъ на лѣвый берегъ въ Самарскую губ. и продолжается въ предѣлахъ Уфимской и Оренбургской губ. до отроговъ Урала. За Уральскими горами черноземъ возобновляется въ Пермской губ. (Камышловскій, Ирбитскій, Шадринскій у. и др.), сливаясь далѣе съ южно-сибирскимъ черноземомъ. Особенно характерную переходную полосу черноземъ представляетъ въ Заволжскомъ краѣ, въ предѣлахъ Самарской губ. Здѣсь, по всему побережью Волги находится измѣнчивая по ширинѣ, полоса песчаныхъ почвъ, при чемъ по самому берегу лежатъ почти чистые песчаные наносы, которые, далѣе внутрь, переходятъ въ супесь, суглинокъ, отчасти даже въ глину. Типичный черноземъ встрѣчается лишь въ сѣверной половинѣ Самарской губ. (Бузулукскій и Бугурусланскій уѣзды), южнѣе же, въ Николаевскомъ и частью въ Новоузенскомъ уѣздахъ Самарской губ., черноземъ переходитъ сначала въ бурюю почву, которая начинается попадаться уже въ Бугульминскомъ и Бугурусланскомъ уѣздахъ и называется здѣсь суглинкомъ, который южнѣе, подъ именемъ степного суглинка, покрываетъ возвышенныя мѣста (сырты) въ южной части Николаевского и сѣверной части Новоузенскаго уѣзда, гдѣ мало-по-малу начинаютъ обнаруживаться характерныя солончаковыя почвы, простирающіяся далѣе къ Камышъ-Самарскимъ озерамъ въ предѣлахъ Астраханской губ. и Уральской области. Проф. Докучаевъ*) классифицируетъ всѣ почвы Самарской губ. на двѣ категоріи: черноземныя и не черноземныя; къ первымъ онъ относитъ настоящій черноземъ, а ко вторымъ: бурюю землю, степной суглинокъ, песчаныя почвы и солонцы. Первый родъ почвъ отличается большимъ содержаніемъ гумуса и толщиною, второй, напротивъ, бѣденъ имъ и имѣетъ незначительную мощность растительнаго слоя.

Площадь русскаго чернозема составляетъ до 100 милліоновъ десятинъ.

*) Русскій черноземъ, стр. 228.

Характерными особенностями этой почвы являются, во-первыхъ, значительное содержаніе гумуса, обуславливающее темный цвѣтъ почвы, при чемъ это содержаніе неодинаково въ различныхъ слояхъ чернозема и уменьшается сверху внизъ, точно также оно измѣняется въ зависимости отъ географическаго положенія чернозема. Строеіе его болѣе или менѣе однородно, но механическій составъ не всегда одинаковъ, въ большинствѣ случаевъ преобладаетъ мелкоземъ, мощность или глубина измѣняется въ широкихъ предѣлахъ, свойства подпочвы весьма различны, но часто тождественны съ свойствами пахотнаго слоя. Физическія свойства, отношеніе къ водѣ, газамъ и теплу весьма характерны и зависятъ главнымъ образомъ отъ присутствія гумуса и пловатыхъ частицъ. Химическій составъ въ общемъ разнообразенъ, но богатство всеми основаіями необходимыми для растений, присутствие большого количества цеолитныхъ веществъ, въ связи съ содержаніемъ гумуса, объясняетъ то значительное плодородіе, которое отличаетъ черноземъ среди другихъ почвенныхъ образованій.

Относительно происхожденія чернозема существуетъ много различныхъ гипотезъ, изъ которыхъ можно считать взглядъ на черноземъ, какъ на образованіе мѣстное, наземно-растительное, болѣе или менѣе установленнымъ, особенно послѣ изслѣдованій Докучаева, показывающихъ, что русскій черноземъ представляетъ продуктъ совмѣстной дѣятельности климатическихъ условій, материнскихъ породъ, растительныхъ организмовъ и рельефа мѣстности. Все эти почвообразователи проявляли и проявляютъ неодинаковое дѣйствіе, а потому тамъ, гдѣ они однохарактерны, тамъ и черноземъ будетъ однороденъ, при измѣненіи же какого-либо изъ этихъ дѣятелей, должно произойти и разнообразіе въ черноземныхъ почвахъ.

Такимъ образомъ, черноземъ, представляя собою почву мѣстнаго происхожденія, состоитъ изъ слоевъ, обнаруживающихъ постепенные переходы къ коренной породѣ. Именно по своему строеію верхній слой чернозема бываетъ покрытъ обыкновенно дерномъ или вообще растительными остатками, за нимъ находится однородная мелкозернистая почва, окрашенная въ темный цвѣтъ и пронизанная корневыми развѣтвленіями различной толщины. Это будетъ почва или пахотный слой, который, далѣе въ глубь, становится свѣтлѣе (подпахотный или переходный слой) и наконецъ переходитъ въ подпочву. Последняя состоитъ изъ различныхъ образованій, наприм., глины различныхъ цвѣтовъ, известняковъ, суглинка, песку и часто изъ лёсса. По указаніямъ Докучаева *), въ подавляющемъ большинствѣ мѣстностей грунтомъ для чернозема служитъ лёссъ, по ту же роль могутъ играть супеси, мергеля, известняки и пр. По мѣрѣ движенія съ сѣвера на югъ въ предѣлахъ сѣверной полосы чернозема дилuviй дѣлается все чаще лессовиднымъ, пока постепенно не перейдетъ въ типичный лёссъ. Последний тянется почти

*) Idid. стр. 143.

непрерывною полосою отъ западныхъ границъ русскаго чернозема къ Волгѣ и далѣе къ средней Азiи, залегая подъ черноземнымъ слоемъ, а мѣстами выходя даже на дневную поверхность. Смотря по свойствамъ низележащихъ образований, подпочва или рѣзко отграничивается отъ верхнихъ слоевъ, или незаметно съ ними сливается. При значительной толщинѣ, которою отличается русскiй черноземъ, въ полость его сплошного залеганiя, въ сельскохозяйственномъ смыслѣ нельзя собственно считать важнымъ различiя между почвою и подпочвою, такъ какъ оба слоя бываютъ почти одинаковыхъ свойствъ на глубинѣ 2—3 и болѣе футовъ. Это различiе имѣеть ближайшее значенiе лишь при мелкости пахотнаго черноземнаго слоя, когда подпочва непосредственно влiяеть на верхнiй слой.

Что касается *механическаго состава* чернозема, то изъ имѣющихся анализовъ надо заключить о преобладанiи въ немъ мелкозема, въ меньшемъ количествѣ содержится скелетъ. Такой мелкозернистый типъ чернозема, въ связи съ содержащемъ въ немъ глины и гумуса, имѣеть немаловажное значенiе для его физическихъ свойствъ. Содержанiе глины колеблется между 31,2 — 37,7 %, песку около 5 — 55%, иногда же количество глинистыхъ песчаныхъ частицъ увеличивается или же уменьшается. По анализамъ Григорьева, наприм., въ черноземѣ Тульской губ. содержанiе частицъ отъ 0,01 до 0,07 мм. простирается до 61,8 %, а ниже 0,01 мм. до 31,2 %.

До сихъ поръ можно повидимому, различать два главныхъ типа русскаго чернозема, изъ которыхъ одинъ, распространенный въ центральныхъ и заводскихъ губ., отличается большимъ содержащемъ глинистыхъ частицъ, тогда какъ другой типъ чернозема, свойственный преимущественно юго-западной Россiи, содержитъ больше песчаныхъ продуктовъ отмучиванiя. Между тѣмъ и другимъ несомнѣнно существуютъ переходные по механическому составу виды чернозема, а потому можно въ этомъ отношенiи раздѣлить его на три существенныхъ категорiи: песчаный, суглинистый и глинистый черноземъ, каковое дѣленiе, впрочемъ, на практикѣ давно получило уже опредѣленное выраженiе въ томъ, что отличаютъ обыкновенно легкiй, среднiй и тяжелый черноземъ, а это обуславливается преобладанiемъ тѣхъ и другихъ механическихъ составныхъ частей.

Другую характерною особенностью чернозема является его *мощность или толщина залеганiя*. Вообще черноземъ у насъ надо считать наиболѣе глубокою почвою, но его мощность въ частности измѣняется въ зависимости отъ географическаго положенiя, рельефа мѣстности и высоты надъ уровнемъ океана. Наибольшая толщина наблюдается въ среднiй черноземной полосы, а по мѣрѣ приближенiя къ сѣверной и южной границамъ она уменьшается. Такъ, наприм., черноземъ Симбирской, Саратовской, Полтавской, Тамбовской губ. достигаетъ мощности отъ 3½ до 6 футовъ, тогда какъ въ Тульской, Рязанской, Нижегородской губ. она не превышаетъ 1—2 фут.; въ южной переходной полосѣ толщина чернозема во многихъ мѣстахъ бы-

васть не болѣе 1—3 футовъ. Для центральной полосы Совѣтовъ принимаетъ среднюю толщину чернозема въ 3 фута, Ортъ опредѣляетъ ее, по Волгѣ и Дону, равную 2½ футамъ, а Докучаевъ на основаніи прямыхъ измѣреній признаетъ за среднюю нормальную для русскаго чернозема 2 фута 2 дюйма. Но мощность чернозема должна, конечно, измѣняться въ соответствии съ рельефомъ и поэтому она будетъ различна на совершенно ровныхъ, плоскихъ мѣстахъ, въ низинахъ и по склонамъ, подверженнымъ смывающему дѣйствію воды, при которомъ происходитъ нарушеніе залеганія и строенія почвеннаго слоя. Поэтому, на высотахъ и крутыхъ склонахъ и вообще въ мѣстностяхъ неровныхъ, черноземъ имѣетъ меньшую мощность и утрачиваетъ свою типичность, у подошвы же склоновъ и особенно въ низинахъ достигаетъ наибольшей толщины.

Физическія свойства чернозема, благодаря его плодотому составу, болѣе рѣзко выражены въ отношеніяхъ къ водѣ, а въ связи съ темнымъ цвѣтомъ и въ отношеніяхъ къ теплу, а также и въ другихъ внутреннихъ и внешнихъ отношеніяхъ. Прежде всего характернымъ является цвѣтъ этой почвы, именно типичный черноземъ имѣетъ черный съ синеватымъ отливомъ (вороньяго пера) цвѣтъ, который зависитъ отъ содержанія гумуса и мелкозернистаго строенія; съ измѣненіемъ количества гумуса будутъ варьироваться цвѣта черноземныхъ почвъ, начиная отъ совершенно чернаго до свѣтло-бураго и сѣроватаго, влажность увеличиваетъ интенсивность цвѣта, поэтому черноземная почва, смоченная дождемъ, имѣетъ всегда болѣе темную окраску. Но по цвѣту чернозема нельзя выводить, какъ это дѣлали прежде, заключеній о внутреннихъ свойствахъ этой почвы.

Удѣльный вѣсъ чернозема довольно значителенъ (2,5 — 2,7), что надо объяснять большимъ содержаніемъ въ немъ минеральныхъ веществъ; объемный вѣсъ не превышаетъ въ среднемъ такого же вѣса суглинистыхъ и глинистыхъ почвъ въ рыхломъ и уплотненномъ состояніи. Скважность чернозема вообще значительна, какъ въ рыхломъ, такъ и уплотненномъ состояніи, отношеніе промежутковъ къ единицѣ объема почвы равняется приблизительно 44—58% и измѣняется въ зависимости отъ содержанія глины при обработкѣ большинство черноземныхъ почвъ принимаетъ нѣжное строеніе и благодаря присутствію гумуса, образуетъ твердые комки, которые хорошо сопротивляются силамъ уплотненія (водѣ, растеніямъ, животнымъ), а потому черноземъ вообще обладаетъ болѣею прочностью строенія, чѣмъ другія почвы. Связность чернозема существенно обуславливается содержаніемъ песку и глины, поэтому песчаный черноземъ представляетъ легкую почву, хорошо разрыхляющуюся какъ въ сухомъ, такъ и во влажномъ состояніи, но при увеличеніи содержанія глины черноземныя почвы становятся тяжелыми, трудно разрыхляющимися, и при нѣкоторой сухости образуютъ твердые комки. Во влажномъ состояніи такой глинистый черноземъ сильно примазывается къ орудіямъ влѣдствіе значительнаго прилипанія;

по имѣющимся опытамъ прилипаніе даже суглинистаго чернозема въ средне-влажномъ состояніи (33,9—35,3 % воды) къ желѣзу равняется 0,7769—0,9062 и превосходить въ этомъ отношеніи все другія почвы. Такъ какъ этотъ родъ сопротивленія при обработкѣ чернозема, благодаря его большой влагоемкости, имѣетъ мѣсто гораздо чаще, чѣмъ на другихъ почвахъ, то выборъ надлежащаго времени всапки долженъ быть соблюдаемъ съ наибольшою точностью, ибо въ противномъ случаѣ придется затрачивать громадное количество движущей силы на преодоленіе лишь одного прилипанія, не говоря о связности, объемномъ вѣсѣ и другихъ вредныхъ сопротивленіяхъ при обработкѣ.

Вслѣдствіе мелкозернистой структуры отношеніе чернозема къ водѣ должно быть весьма благоприятно и дѣйствительно имѣющіеся въ этомъ отношеніи, правда еще немногочисленные, опыты (надъ черноземами Тульской, Симбирской и Уфимской губ.) указываютъ на значительную влажность почвы, именно высота поднятія воды въ черноземахъ увеличивается насчетъ скорости, т.-е. въ одно и то же время вода поднимается медленнѣе, чѣмъ въ другихъ почвахъ; это объясняется большимъ содержаніемъ въ черноземѣ тонкаго ила съ сильнымъ набуханіемъ его частицъ, вслѣдствіе чего вода и движется медленно. Но за то содержаніе воды на извѣстной высотѣ въ черноземѣ будетъ выше, чѣмъ у большинства нечерноземныхъ почвъ, иначе говоря влагоемкость чернозема вообще значительнѣе, чѣмъ суглинка, подзола, супеси и песка; такъ, наприм., 100 вѣс. частей чернозема (Тульской губ.) задерживаютъ 55,7% воды и при этомъ увеличиваются въ объемѣ. Испареніе воды изъ черноземныхъ почвъ вслѣдствіе большой поверхности и темнаго цвѣта происходитъ сильно, такъ что во время засухъ черноземъ страдаетъ отъ недостатка воды не менѣе другихъ почвъ, причемъ сильное высыханіе ведетъ къ образованію коры и уменьшенію объема, результатомъ чего являются многочисленныя трещины и щели въ почвѣ. Такъ 100 объемовъ суглинистаго чернозема уменьшаются при высыханіи на 15,3% или въ 3—4 раза болѣе, чѣмъ обыкновенныя суглинистыя почвы.

Потеря воды вслѣдствіе проницаемости у чернозема не велика, такъ что его можно вообще считать непроницаемымъ образованіемъ по причинѣ мелкозернистаго строенія. Отношеніе чернозема къ газамъ рѣзко отличаетъ его отъ всѣхъ почвъ, потому что, благодаря мелкости частицъ и присутствію большого количества гумуса, онъ способенъ поглощать много амміака и водяныхъ паровъ, а потому содержаніе азота въ черноземѣ бываетъ всегда выше, чѣмъ въ другихъ почвахъ.

Относительно теплоты черноземъ надо отнести къ такимъ тѣламъ, которыя медленно поглощаютъ тепло, но за то и медленно его лучеиспускаютъ. Медленное нагреваніе зависить отъ высокой теплоемкости чернозема (0,1370—0,2060), но количество поглощаемаго тепла, благодаря черному цвѣту, у чернозема все-таки выше, нежели у другихъ почвъ. А это въ связи съ мед-

леннымъ охлажденіемъ не вызываетъ рѣзкихъ колебаній температуры. Суточный и годовой ходъ температуры черноземной почвы, на принятой глубинѣ (2 фута) отличается меньшей амплитурой maxima и minima, чѣмъ у другихъ почвъ, какъ объ этомъ можно судить на основаніи имѣющихся данныхъ о температурѣ почвъ въ Россіи *).

Таковы общіе выводы, которые можно сдѣлать о физическихъ свойствахъ русскаго чернозема, на основаніи пока еще немногочисленныхъ опытныхъ данныхъ. Такъ какъ эти свойства имѣютъ существенное значеніе для рѣшенія многихъ практическихъ вопросовъ, возникающихъ при культурѣ растений, то изслѣдованіе физическихъ свойствъ чернозема требуетъ самой широкой научной постановки, ибо только въ такомъ случаѣ можно съ увѣренностью трактовать о тѣхъ или другихъ приемахъ при воздѣлываніи растений на черноземѣ.

Относительно *химическихъ свойствъ* чернозема имѣется гораздо больше экспериментальныхъ данныхъ, хотя и не исчерпывающихъ всю сущность химическаго состава этой почвы, но во всякомъ случаѣ дающихъ понятіе о причинахъ плодородія чернозема и о томъ запасномъ фондѣ веществъ, который существуетъ въ глубокихъ слояхъ его, несмотря на поверхностное истощеніе, уже замѣчаемое во многихъ мѣстахъ черноземной полосы и вызвавшее необходимость обратиться къ удобренію чернозема, котораго не знали прежде, да и теперь еще не вездѣ примѣняютъ.

Въ настоящее время имѣется много химическихъ анализовъ черноземныхъ почвъ, какъ полныхъ, такъ и касающихся только опредѣленія органическихъ веществъ. Такъ, начатыя, но не оконченныя, Императорскимъ Вольно-Экономическимъ Обществомъ, физико-химическія изслѣдованія почвы и подпочвы Евронейской Россіи заключаютъ много данныхъ, по которымъ можно составить довольно полную картину о тѣхъ минеральныхъ основаніяхъ, которыми богатъ русскій черноземъ. Изъ такихъ данныхъ анализовъ видно, что въ черноземѣ находятся и притомъ въ большомъ количествѣ всѣ необходимыя питательныя вещества растений и что содержаніе этихъ веществъ повышается съ глубиною почвы, но различныя черноземы далеко неодинаковы между собою, какъ по количеству основаній, такъ и по содержанію гумуса. При томъ въ черноземѣ находится относительно небольшое количество органическихъ веществъ, а преобладаютъ минеральныя соединенія, такъ какъ при прокаливаніи онъ оставляетъ громадное количество золы, въ виду чего черноземъ нельзя считать перегнойною почвою въ томъ смыслѣ, въ какомъ разумѣются, наприм., торфяныя, лѣсныя и т. п. почвы. Химическія свойства чернозема зависятъ скорѣе отъ преобладанія въ немъ минеральныхъ веществъ, нежели органическихъ, хотя послѣднія, благодаря полному измѣненію, ока-

*) По свѣдѣніямъ опубликованнымъ до настоящаго времени Главною Физическою Обсерваторією.

зываютъ немаловажное вліяніе на минеральныя составныя части черноземныхъ почвъ.

По содержанію гумуса можно отличать богатый и бѣдный черноземъ, такъ какъ оно колеблется въ широкихъ предѣлахъ. Такъ у суглинистаго чернозема оно колеблется отъ 2,86 до 5,70%, у обыкновеннаго отъ 3,21—8,78%, но бываетъ вдвое больше, наприм., въ заволжскихъ черноземахъ найдено 13,363%, 15,079%, 15,323%, 19,171%, въ черноземъ среднихъ губерній отъ 3,301—8,786%, на югозападѣ 2,832—12,248%, Донской, Терской, Кубанской обл. и др. отъ 4,291 до 9,266% и т. д. Относительно этихъ чиселъ надо впрочемъ замѣтить, что они получены не вполне точнымъ аналитическимъ путемъ и содержаніе органическихъ веществъ, опредѣляемое въ числахъ, будетъ выше найденнаго, потому что, какъ показалъ проф. Густавсонъ*), при опредѣленіи гумуса окисленіемъ хромовою кислотою (по способу Кюна) получается углерода меньше, чѣмъ при сравнительныхъ опытахъ его опредѣленія путемъ элементарнаго анализа, и разность вовсе не такъ мала, чтобы ею можно было пренебрегать. На этомъ основаніи всѣ числа, показывающія количество гумуса въ черноземѣ, должны быть ниже дѣйствительныхъ.

Правда углеродъ въ черноземѣ принадлежитъ не одному гумусу, тамъ находятя, безъ сомнѣнія, и другія органическія соединенія, но мы не имѣемъ способовъ опредѣленія углерода, принадлежащаго этимъ соединеніямъ; принимая же за гумусъ комплексъ всѣхъ органическихъ веществъ чернозема, при болѣе точномъ анализѣ, должны получить числа выше тѣхъ, которые указаны въ приведенныхъ анализахъ черноземныхъ почвъ. Такъ или иначе, но для ближайшаго сужденія о значеніи гумуса въ черноземѣ важнѣе знать, какія именно составныя части гумуса въ немъ преобладаютъ. Всѣ произведенныя въ этомъ направленіи изслѣдованія показываютъ, что гумусъ чернозема состоитъ главнымъ образомъ изъ гуминовой кислоты или точнѣе изъ гуматовъ, такъ какъ въ слѣдствіе большого содержанія основаній гуминовая кислота чернозема образуетъ различныя соли и вообще органо-минеральныя производныя. На это указываетъ и то, что выдѣленная изъ чернозема обыкновенными способами гуминовая кислота содержитъ много золы, такъ наприм., Грандо нашелъ въ гумусѣ чернозема отъ 2 до 60% золы, Гавриловъ получилъ изъ почвы Тульской губ. органо-минеральное вещество съ 12% золы, Родзянко выдѣлила изъ полтавскаго чернозема гуминовую кислоту, которая содержала 9,85% минеральныхъ веществъ, на 100 частей золы было найдено: 43,21% кремнезема, 13,61% глинозема, 25,14% окиси желѣза, 15,36% фосфорной кислоты, 1,87% извести, 0,88% щелочей. Послѣ обработки соляной кислотой на 100 вѣс. частей этой золы оказалось 61,12% кремнезема, 20,62% окиси желѣза, 15,10% глинозема, 3,16% извести и щелочей.

*) Двадцать лекцій агрономической химіи. 1889. 94 и др.

Всѣ эти данныя показываютъ, что гуминовые вещества чернозема поглощаютъ много минеральныхъ соединений, которыя въ видѣ такихъ органо-минеральныхъ производныхъ должны имѣть важное значеніе для питанія растеній. Съ другой стороны присутствіе въ черноземѣ большого количества гуминовой кислоты, а также анокреновой и креновой, которыя могутъ быть выдѣлены изъ чернозема, хотя и въ меньшемъ количествѣ, будетъ оказывать большое вліяніе на расположеніе невывѣтрившихся силикатовъ и другихъ соединений, которыя подъ дѣйствіемъ гумуса будутъ переходить въ болѣе доступную растеніямъ форму. Въ этомъ смыслѣ содержаніе гумуса въ черноземѣ имѣетъ существенное значеніе для его плодородія. Съ другой стороны извѣстно, что черноземныя почвы отличаются высокою поглонительною способностью, хотя и не одинаковою для разныхъ видовъ чернозема. Это объясняется не только вліяніемъ гумуса, но главнымъ образомъ присутствіемъ въ черноземѣ большого количества цеолитовъ. Проф. Пальенковъ на основаніи химическаго состава заключаетъ, что черноземныя почвы во всякомъ случаѣ превосходятъ содержаніемъ цеолитовъ всѣ наши нечерноземныя почвы въ три, пять и даже въ десять разъ.

Такимъ образомъ причиною большого плодородія чернозема надо считать не только содержаніе въ немъ гуминовой кислоты, которая вліяетъ на увеличеніе въ почвѣ легко усвояемыхъ растеніями веществъ, но и богатство его цеолитною частью, прямо обуславливающею степень подготовленности чернозема для производства растеній. Если обратить вниманіе на то, что послѣ обработки чернозема соляною кислотою всегда получается нерастворимый остатокъ, въ которомъ содержится еще много неразложившихся силикатовъ, то надо заключить, что въ черноземѣ находится еще много веществъ, которыя съ теченіемъ времени могутъ возобновлять запасъ питательныхъ веществъ въ почвѣ. Такъ, проф. Шмидтъ нашелъ, что холодная 1% соляная кислота разлагаетъ въ теченіе 40 часовъ среднимъ числомъ 6% силикатовъ чернозема, холодная 5% кислота — 7—8% силикатовъ, а 10% соляная кислота, въ теченіе 10 часовъ, при 100° С. разлагаетъ 50—52% силикатовъ чернозема. Такимъ образомъ значительная часть минеральныхъ веществъ чернозема находится въ нерастворимомъ состояніи, представляетъ тотъ запасной или основной фондъ веществъ, изъ котораго съ теченіемъ времени будетъ, посредствомъ вывѣтриванія, пополняться необходимое количество минеральныхъ соединений, чѣмъ и объясняется столь долго продолжающееся плодородіе чернозема. Но этотъ запасъ минеральныхъ веществъ при продолжительней и однообразной культурѣ съ теченіемъ времени можетъ изсякнуть, влѣдствіе чего наступаетъ истощеніе чернозема, который утрачиваетъ первоначальную продуктивность, урожанъ растеній понижаются, такъ какъ, если возобновленія минеральныхъ веществъ не производится, основной фондъ истощенъ, то почва не можетъ сохранять культурную продуктивность на счетъ одного гумуса который, какъ таковой, никакого питательнаго зна-

ченія не имѣеть. Такое истощеніе русскаго чернозема, уже наблюдаемое во многихъ мѣстахъ, настоятельно требуетъ различныхъ культурныхъ мѣръ для возстановленія его плодородія.

Кромѣ Россіи черноземныя почвы находятся еще въ придунайскихъ низменностяхъ, въ Венгріи, Румыніи, Болгаріи и Сербіи, но относительно этихъ почвъ извѣстно очень мало. Венгерскія степи (пунты), повидимому, имѣютъ черноземъ, обязанный такому же происхожденію изъ наземной растительности, какъ и черноземъ южно-русскихъ степей; въ этомъ убѣждаетъ то, что растенія нашихъ степей не менѣе характерны и для венгерскихъ пунтъ, такъ что начиная отъ береговъ Тиссы растительность носитъ одинъ и тотъ же характеръ до самой Волги и Дона. Во многихъ мѣстахъ этой полосы почву составляетъ лёсъ, въ прибрежьяхъ Дуная, Тиссы и другихъ рѣкъ въ почвенныхъ отложеніяхъ принимали большое участіе наносы. Свойства черноземныхъ почвъ Венгріи, Баната, Галиціи и др. напоминаютъ русскій черноземъ, какъ по содержанію минеральныхъ веществъ, такъ и гумуса. Гауэръ нашелъ въ черноземѣ Баната отъ 4,83 до 9,33% гумуса и считаетъ тамошнія почвы глинисто и суглинисто-мергельными, содержащими перегной.

Въ Сѣверной Америкѣ, въ бассейнѣ р. Миссисиппи, находятся почвы, имѣющія характеръ чернозема, такъ какъ онѣ отличаются большимъ содержаніемъ гумуса и плаватыхъ частицъ, въ составъ которыхъ входитъ глина, известь, кварцевый песокъ и пр. На обширномъ пространствѣ сѣвероамериканскихъ прерій, подобно южно-русскимъ степямъ, почвою служитъ также лёсъ, занимающій огромное пространство (шириною въ среднемъ до 600 милль), между Сиера Невадою и Скалистыми горами, отъ Калифорніи до Мекенки, а также по Миссури и Миссисиппи, отъ ея устья до штата Дакота. Повсюду лёсъ считается очень плодородною почвою, особенно для хлѣбныхъ злаковъ и степныхъ травъ. Нѣкоторое понятіе объ этой американской почвѣ даютъ изслѣдованія Клопа, который нашелъ въ черноземѣ изъ Техаса:

гигроскопической воды	10,20
гумуса	6,00
углекислой извести	6,60
кремнезема	77,00
углекислой магнезін	1,20
окиси желѣза, глинозема и пр.	13,00

глинистыя частицы, цеолиты и пр.

Почва эта отличается чернымъ (матовымъ) цвѣтомъ, рыхлостью и обладаетъ высокою поглотительною способностью (105), которою превосходитъ даже изслѣдованные черноземы изъ Россіи.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Россіи были найдены черноземныя почвы, отличающіяся высокимъ содержаніемъ фосфорной кислоты. Левинсонъ-Лессингъ

нашелъ *) такой *фосфоритный черноземъ* въ киргизскихъ степяхъ (къ востоку отъ Акъ-Тюбе, на водораздѣлѣ рѣкъ Тамды и Темри), который содержитъ 2,56% фосфорной кислоты; такую же почву онъ нашелъ и на Южномъ Уралѣ (въ степномъ участкѣ «Каратала») съ содержаніемъ 2,34% фосфорной кислоты. Подпочва здѣсь состояла изъ размытыхъ мезозойскихъ отложений съ массою костей, которыя и имѣли значеніе фосфорнокислаго удобрения. Характерною особенностью фосфоритнаго чернозема служить значительное содержаніе въ немъ гумуса, такъ, наприм., въ киргизскомъ черноземѣ было найдено 4,71%, тогда какъ въ соседнихъ сунесяхъ количество гумуса не превышало 1½%, въ южно-уральской почвѣ гумуса, повидимому, еще больше.

А. Энгельгардтъ полагаетъ, что фосфоритныя почвы образовались изъ выходящихъ на поверхность мѣловыхъ образований, состоящихъ изъ фосфоритныхъ зеленыхъ песковъ, содержащихъ фосфорнокислую известь, углекислую известь и калиевый глаукозитъ. Такія почвы встрѣчаются во многихъ мѣстахъ Россіи, наприм., по сѣверной окраинѣ мѣловой формаціи, между прочимъ, въ Брянскѣ, гдѣ встрѣчаются гнилые фосфориты, состоящіе изъ тонкаго песку, связаннаго фосфорнокислымъ цементомъ. Такіе же пески найдены Григорьевымъ въ Рязанской губерніи по Окѣ, они сильно развиты также въ Тамбовской губерніи, но фосфоритные пески этого рода содержатъ очень мало гумуса и походятъ на указанный киргизскій черноземъ развѣ только по большому содержанію фосфорной кислоты, которой въ пескахъ содержится даже больше, нежели въ фосфоритномъ черноземѣ.

Сѣрыя земли. Въ области распространенія чернозема встрѣчаются почвы, составляющія какъ бы продукты измѣненія чернозема подъ влияніемъ различныхъ мѣстныхъ условий. Къ нимъ можно отнести такъ-называемыя сѣрыя земли, а также солончаки, разбросанные или среди чернозема, или по его окраинамъ. Перваго рода почвы характеризуются сѣроватымъ цвѣтомъ, мелкозернистостью, рыхлостью и по свойствамъ близки къ окружающему ихъ типичному чернозему. Такія почвы явились результатомъ выщелачиванія чернозема, покрытаго прежде лѣсами. Верхній слой, вслѣдствіе успешнаго разложенія растительныхъ остатковъ, образовалъ много растворимыхъ веществъ, преимущественно апокреновой, креновой кислоты, а также растворимыхъ гуматовъ и, подвергаясь постоянному выщелачиванію водою, обдѣлился съ одной стороны перегноемъ, а съ другой стороны и целлюлозными веществами, перешедшими въ болѣе глубокіе слои. Такой родъ почвъ, расположенныхъ среди чернозема, а также по сѣверной и южной переходной полосѣ, отличаютъ названіемъ сѣрыхъ почвъ, или сѣрыхъ лѣсныхъ земель, по причинѣ ихъ первоначальнаго происхожденія изъ подъ лѣса. Но изстѣ-

*) Труды Имп. В. Экон. Общ. 1891. 4.

дованіямъ Докучаева, сѣрыя почвы занимаютъ часто сплошныя пространства во многихъ приволжскихъ губерніяхъ (наприм., въ Симбирской, Саратовской, Самарской), центральныхъ (Тамбовской, Тульской, Рязанской, Орловской и др.), въ Полтавской, Екатеринославской, Херсонской и разбросаны клочками во Владимірской, Уфимской и Пермской губ. Отъ типичнаго чернозема сѣрыя почвы отличаются меньшимъ содержаніемъ гумуса и минеральныхъ веществъ (цеолитовъ), а потому менѣе плодородны, но при надлежащей обработкѣ и удобрениіи эти почвы могутъ быть достаточно производительны по сравненію съ тонкими видами чернозема.

Солончаковыя почвы.

Подъ именемъ солончаковъ или солонцовъ обозначаются почвы, содержащія въ своемъ составѣ болѣе или менѣе значительное количество растворимыхъ солей, которыя при высыханіи почвы часто выцвѣтаютъ на поверхности, образуя бѣловатосѣрые налеты. Но солончаки, встрѣчающіеся въ различныхъ мѣстностяхъ, отличаются по своему происхожденію, минеральному составу и физическимъ свойствамъ. А потому все подобныя почвы можно раздѣлить на слѣдующія категоріи: морскіе солончаки, обязанные своимъ происхожденіемъ морской водѣ (первичные), солончаки, образующіеся внутри материковъ (континентальные) подъ вліяніемъ различныхъ мѣстныхъ причинъ (вторичные), наконецъ, можно отличать и такіе солонцы, которые не представляютъ опредѣленнаго типа и лишь временно имѣютъ соленныя свойства, это будутъ, такъ сказать, періодическіе солончаки.

Типичные солончаки встрѣчаются только въ мѣстностяхъ приморскихъ или бывшихъ раньше подъ морскою водою и представляютъ остатки морского дна или морскихъ соленыхъ озеръ. Такіе именно солончаки въ большомъ количествѣ, на протяженіи нѣсколькихъ тысячъ десятинъ, встрѣчаются около Каспійскаго и Аральскаго морей, на сѣверовосточныхъ побережьяхъ, въ большемъ или меньшемъ разстояніи отъ моря, близъ сѣверныхъ береговъ Чернаго моря и Сиваша, далѣе въ Западной Европѣ солончаковыя почвы занимаютъ значительныя пространства въ окрестностяхъ Нейзидлерскаго и Балатонскаго озеръ, въ обширныхъ венгерскихъ степяхъ и т. д. Близъ Каспійскаго моря солончаки особенно распространены въ Астраханской и Самарской губ. (Новоузенскій уѣздъ) и вообще въ прикаспійскихъ (калмыцкихъ и киргизскихъ) степяхъ. Прикаспійскіе солончаки состоятъ изъ иловатой почвы сѣраго или коричневосѣраго (кофейнаго) цвѣта, сильно пропитанной солью, состоящей изъ хлористаго натрія, сѣрнокислаго натрія, сѣрнокислой магнезии, углекислаго натрія и пр. Въ южной части Самарской и Астраханской губ. существуютъ настоящія соленыя болота, иногда очень глубокия, такъ-называемыя хаки или соленыя грязи, которыя образовались, какъ полагаютъ, отъ высыханія мелкихъ соленыхъ озеръ, которыми такъ

богата Камышъ-Самарская степь. По мнѣнію Эверсмана, небольшія соленыя грязи могли образоваться и оттого, что сѣбговая и дождевая вода, стекая въ низкія мѣста, выщелачивала на своемъ пути соли изъ пла и сносила ихъ въ эти мѣста; въ послѣднемъ случаѣ послѣ испаренія воды могли образоваться сухіе солончаки, расположенные въ низинахъ, которыхъ въ степи встрѣчается очень много. Принявъ это во вниманіе, всѣ встрѣчающіеся здѣсь солончаки можно отнести къ двумъ видамъ: солончаки низменныхъ мѣсть и солончаки, залегающіе на болѣе высокихъ мѣстахъ, по склонамъ холмовъ и т. п. Первый видъ встрѣчается разсыпнно, клочками, такіе солончаки бываютъ большею частью влажны и, высыхая среди лѣта, образуютъ на своей поверхности бѣлесоватую плотную корку. Низинные солончаки вначалѣ покрываются почти одною солянкою (*Salicornia herbacea*), которая уже издали сообщаетъ имъ красноватый цвѣтъ, по мѣрѣ же высыхания появляются другіе виды *Chenopodium*, *Salsola* и пр. Солончаки возвышенныхъ мѣсть и склоновъ представляютъ темно или свѣтло окрашенную землю, то рыхлую зернистую, то очень плотную и по наружнымъ признакамъ часто мало отличающуюся отъ окружающей ихъ почвы. Влѣдствіе присутствія растворимыхъ солей, послѣ высыхания на поверхности солончака часто образуется кора или бѣловатый налетъ солей, охотно слизываемыхъ скотомъ, водная вытяжка такой почвы всегда даетъ соленый растворъ, послѣ выпариванія котораго легко обнаружить присутствіе хлористой и сѣрнокислыхъ солей натрія, магnezіи и т. п. Во влажномъ состояніи эти почвы бываютъ темнаго цвѣта отъ большого содержанія иловатыхъ частицъ, въ сухомъ же (наприм., лѣтомъ) солончаки снаружи имѣютъ свѣтлосѣрый цвѣтъ, а подъ верхнимъ слоемъ замѣчается разсыпчатая, зернистая (горошковая) земля свѣтлокофейнаго или шоколаднаго цвѣта; толщина этого слоя бываетъ различна, отъ 2 вершковъ до полуаршина и болѣе, а ниже находится уже подпочва, состоящая изъ плотной или разсыпчатой, сильно соленой глины.

Въ степяхъ наблюдается еще иной видъ солончаковъ, впервые подмѣченный Леваковскимъ. Замѣтивъ существованіе въ степи на возвышенныхъ мѣстахъ бурыхъ пятенъ, Леваковскій отнесъ ихъ дѣятельности степныхъ копающихъ животныхъ. Онъ принимаетъ, что въ различныхъ мѣстахъ подъ вліяніемъ атмосферной воды, перепахиванія и т. п. набросанныя овражками (бабаками) коническія земляныя кучи солощевой глины мало по малу сглаживаются и сравниваются съ окружающею почвою, образуя такимъ образомъ солощевыя пятна буреаго цвѣта, покрытыя обыкновенно польнью и другими растеніями.

Геологическія изысканія показали, что во всѣхъ прикаспійскихъ степяхъ поверхность почвы часто бываетъ покрыта болѣе или менѣе толстымъ слоемъ диллювиальной соленосной глины. Эта соленосная формация, составляя осадокъ обширнаго Арало-Каспійскаго морскаго бассейна, появляется вездѣ

въ долинахъ, оврагахъ, впадинахъ и на ровныхъ мѣстахъ. Въ рѣчныхъ долинахъ соленосная глина часто покрывается еще аллювіальными прѣсноводными наносами, мѣстами же выходитъ на поверхность, образуя солончаки, или же составляетъ непосредственно подпочву, которая дѣятельностью степныхъ животныхъ и выносятся наружу, на поверхность не солончаковой земли. Соленосныя глины бываютъ желтовато-бураго, коричневаго или сѣраго цвѣта и достигаютъ вообще не особенно значительной мощности, которая увеличивается по мѣрѣ приближенія къ югу, т.-е. къ побережью Каспійскаго моря. Залеганіе этихъ соленосныхъ глинъ и ихъ свойства однако различаются тѣмъ, что по мѣрѣ приближенія на западъ (къ Волгѣ) онѣ залегаютъ глубже отъ поверхности, простираются далеко, особенно по берегамъ большихъ рѣкъ, гдѣ нерѣдко образуютъ террасовидныя возвышенія слѣдовательно утолщаются (даже до 3 метр.) и характеризуются крупнозернистостью и болѣе темнымъ цвѣтомъ. На востокъ, по мѣрѣ движенія въ глубь среднеазиатскихъ степей, соленосныя глины все чаще выходятъ на поверхность и бываютъ покрыты слоемъ желтовато-бурой глины съ ясными лёссовыми свойствами, что доказывается присутствіемъ въ нихъ песку и известковыхъ конкреціи. Эта лёссовидная глина образовалась отъ выщелачиванія и опрѣсненія тѣхъ же соленосныхъ глинъ и составляетъ вездѣ, гдѣ она встрѣчается, плодородную почву, тамъ же, гдѣ она смыта, или не развита, образуются солончаки.

Растительность прикаспійскихъ солончаковъ вообще бѣдная и состоитъ изъ галлофитовъ, т.-е. видовъ, произрастающихъ только тамъ, гдѣ почва содержитъ растворы поваренной соли, сѣрнокислаго, углекислаго натра и сѣрнокислой магнезии. Къ такимъ галлофитамъ относятся: *Glyceria distans*, *Cyperis aculeata*, *Triticum cristatum*, *Hordeum maritimum*, *Carex divisa*, *Cyperus pannonicus*, *Chenopodium maritimum*, *Salicornia herbacea*, *Aster trifolium*, *Suaeda maritima*, *Artemisia maritima*, *Lepidium crassifolium*, *Spergularia marina*, *Plantago maritima*, *Triglochin maritimum*, *Salsola Kali*, *S. sedoides*, *S. collina* и т. п. Входы травъ и посѣвовъ съ весны развиваются, но съ наступленіемъ сухой погоды быстро вянутъ отъ выступающихъ на поверхность солей.

Черноморскія прибрежья также богаты солончаками, которые здѣсь, такъ сказать, скучены у моря, именно на сѣверномъ берегу моря, въ Херсонской губ., солончаки являются результатомъ высыханія лимановъ, которые и въ настоящее время еще существуютъ и служатъ для добыванія соли (наприм., около Одессы). Въ южной части Бессарабіи солончаки въ нѣкоторыхъ мѣстахъ около моря тянутся по ложбинамъ на сотни верстъ. Вся мѣстность, окружающая Сивашъ, покрыта также множествомъ морскихъ солончаковъ, состоящихъ изъ бурой глины, сильно пропитанной солью, при чемъ по мѣрѣ удаленія отъ Сиваша эта соленая глина представляетъ все переходы къ степному чернозему, какъ по своей толщинѣ, такъ и по свойствамъ, напри-

по обѣимъ сторонамъ Перекопскаго перешейка. Черноморскіе солончаки тянутся и далѣе къ Керченскому полуострову и Тамани (въ устьяхъ Кубани), но прерывчатою полосою, переходя въ песчано-пловатую, раковинную и мергелистую землю. Кромѣ того солонцеватость здѣсь зависитъ отъ времени года и количества атмосферной влаги, поэтому лѣтомъ она обнаруживается сильнѣе, а весною и осенью при выщелачиваніи солей и солонцеватость почвы понижается.

Въ общемъ типъ солончаковъ сѣвернаго побережья Чернаго моря сходенъ съ прикаспійскимъ, но первые залегаютъ, такъ сказать, спорадически и по своему происхожденію представляютъ различныя стадіи измѣненія (главнымъ образомъ высыханія) лимановъ отступившаго моря. Такъ въ однихъ мѣстахъ старые лиманы, утративъ всякое питаніе отъ моря, высохли и являются въ видѣ солончаковъ, въ другихъ же, питаемыхъ источниками, они образуютъ постоянныя, или періодически появляющіяся озера съ болѣе или менѣе соленою водою. По мѣрѣ удаленія отъ моря, солонцеватость грунта исчезаетъ и даже около солончаковъ часто встрѣчаются почвы, не имѣющія никакихъ солонцеватыхъ свойствъ, такъ, наприм., около самой Одессы залегаютъ глинисто-известковая почва рядомъ съ солончаками, тоже встрѣчается въ Бессарабіи, въ Крыму и т. д. По берегамъ лимановъ солончаки состоятъ или изъ желтаго песку и глины, или изъ пловатыхъ отложений, но какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ сильно насыщенныхъ морскими солями, что обнаруживается свойствами исключительно приморской растительности, состоящей изъ видовъ: *Sakile maritima*, *Gypsophila trichotoma*, *Daucus pulcherrimus*, *Galatella punctata*, *Artemisia maritima*, *Cynanchum acutum*, *Echium altinissum*, *Onosma echioides*, *Rochellia stellulata*, *Statice Gmelini*, *S. caspia*, *Polygonum Bellardi*, *Obione pedunculata*, *Salsola Kali*, *S. sedoides*, *S. hirsuta*, *Corispermum hyssopifolium*, *Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*, *Triglochin maritimum*, *Atropis convoluta* и др. *).

Академикъ Миддендорфъ наблюдаетъ типичные солончаки въ Ферганской области **), характерные тѣмъ, что состоятъ изъ красноватаго лёсса, пропитаннаго сѣрнокислыми солями въ смѣси съ соединеніями желѣза, отъ которыхъ такой солончакъ принимаетъ съ поверхности ржавый цвѣтъ, соображающійся даже стеблямъ и прикорневымъ листьямъ растений. При высыханіи поверхность солончаковъ покрывается коркою соляныхъ кристалловъ, иногда очень обильныхъ.

Смотри по мѣсту нахождения и содержанія солей, такіе солонцы бываютъ или совершенно голы, или покрываются тощими солянками и колючими кустарниками (*Salsola*, *Salicornia*, *Calligonum*, *Alhagi*, *Tamarix*) или же густо заростають полынью.

*) П. Срединскій. Матеріалы къ изученію флоры Новор. края и Бессарабіи, Зап. Новор. Общ. Естеств. I, II, III.

**) Очерки Ферганской долины. 1882. 25—27.

Пронхождение такихъ *вторичныхъ солончаковъ* (въ отличіе отъ морскихъ) Миддендорфъ объясняетъ поднятіемъ соляныхъ растворовъ изъ почвы въ верхніе слои, такъ какъ почва, состоящая изъ мелкозема, обладаетъ хорошою волосностью, а вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія поверхности солнцемъ происходитъ интенсивное испареніе, а вмѣстѣ съ нимъ и капиллярное поднятіе соляного раствора, который такимъ образомъ увеличиваетъ содержаніе солей въ верхнемъ слое, покрывающемся при высыханіи бѣлою коркою. Такое пронхождение солончаковъ тѣмъ болѣе вѣроятно, что въ Ферганской долинѣ вездѣ существуютъ соляные ключи, указывающіе на присутствіе соленыхъ пластовъ, такъ, наприм., гипсовые пласты очень обыкновенны въ сѣверной половинѣ солончаковой степи. Вода этихъ ключей просачивается въ подпочву, откуда и поднимается на поверхность. Но существованіе такихъ солончаковъ зависитъ не только отъ присутствія соленосныхъ ключей, но также отъ времени года и количества атмосферныхъ осадковъ. Именно въ сухое лѣто солонцеватость проявляется сильнѣе, растительность исчезаетъ, весною же и осенью, при дождливой погодѣ и таиніи снѣговъ, соли будутъ, напротивъ, выщелачиваться изъ почвы и солонцеватость уменьшается, что обнаруживается развитіемъ обильной растительности.

Подобные солончаки могутъ пронходить въ различныхъ мѣстахъ, въ которыхъ возможно поднятіе изъ подпочвы соляныхъ растворовъ въ сухое время года, или обнаженіе соленосной подпочвы отъ смыванія верхняго слоя, какъ это наблюдается часто на покатосяхъ. Тамъ же, гдѣ подобныхъ коренныхъ соленосныхъ пластовъ не имѣется, въ строгомъ смыслѣ слова не образуется солончаковъ, такъ какъ не существуетъ раствора солей и названіе солонцовъ, приурочиваемое къ безплоднымъ почвамъ, но существу невѣрно. Такъ въ южной черноземной полосѣ Россіи очень часто встрѣчаются тощія почвы, подобныя сѣвернымъ подзоламъ, которыя называютъ солонцами, но содержаніе растворимыхъ солей въ такихъ почвахъ бываетъ часто весьма незначительно. Онѣ пронходятъ въ низинахъ отъ заболачиванія почвы, вслѣдствіе застаиванія воды и загниванія растеній, или образуются на склонахъ отъ смыванія верхняго пахотнаго слоя и обнаженія подпочвы, но не соленой, а невыветрившейся, или, наконецъ, подобныя почвы могутъ образоваться отъ выбрасыванія подпочвы дѣятельностью копающихъ животныхъ. Всѣ такія мѣста, неправильно называемыя солонцами, представляютъ вообще безплодныя почвы, которыя по своему составу и свойствамъ рѣзко отличаются отъ типичныхъ солончаковъ и при извѣстной обработкѣ могутъ быть превращены въ культурныя почвы среднихъ качествъ.

Вслѣдствіе содержанія растворимыхъ солей настоящіе солончаки характеризуются особыми свойствами, которыя въ связи съ пловатою структурою большинства солончаковъ дѣлаютъ ихъ опредѣленными почвенными образованиями. Изслѣдованія химическаго состава солончаковыхъ почвъ указы-

вають съ одной стороны на аналогію содержащихся въ нихъ солей съ составомъ морской воды, а съ другой на измѣненіе количественнаго содержанія солей поступающихъ въ солончаковую почву изъ моря; далѣе все солончаки бѣдны содержаніемъ гумуса и минеральныхъ питательныхъ веществъ, вслѣдствіе чего даже помимо содержания растворимыхъ солей, отличаются безплодіемъ.

Слѣдующіе анализы даютъ понятіе о химическомъ составѣ солончаковъ:

	Солончакъ изъ окрестностей Эмгола (соединяетъ Гейсгарти).	Солончакъ и земля изъ Царинскаго уѣзда (Давидовъ кій).	Солончакъ Ферганской области, въ замку отъ Шерахана (Мухометовъ).	Солончакъ близъ Маргелана (Id.).	Тоже изъ Молянехъ, въ соляхъ (Id.).	Раковинный песокъ Арбатской сѣкли (Шендль).
Гигроскопич. воды (при 100° С.)	2,372	2,318.	—	—	—	1,516.
Солей раствор. въ водѣ.	—	—	74,2015	26,6792	21,661	—
Убыль отъ прокаливанія.	20,82	11,290	—	—	—	21,711 (CO ₂).
Гумуса	—	0,790	—	—	—	2,869.
Глины и песку	59,38	86,373	—	—	—	—
Силикаты и кварцевый песокъ	—	—	24,9800	48,7932	26,089	—
Растворимой кремневой кислоты	1,90	3,810	—	—	—	39,351.
Сѣрной кислоты.	0,11	0,037.	KCl. 0,0289	0,2221	0,143	23,076.
Хлора	1,01	0,039.	NaCl. —	0,1236	2,742	?
Натра	1,76	1,060.	Na ₂ SO ₄ 62,1231	9,4161	11,287	0,089.
Кали	1,09	0,160.	K ₂ SO ₄ 0,0811	—	—	0,076.
Извести	2,33	0,168.	CaSO ₄ 8,5121	10,1121	6,971	0,135.
Магnezіи	1,21	слѣды	MgSO ₄ 3,1500	6,8053	0,512	0,221.
Глинозема	4,78	0,726.	Cl 0,0123	0,1805	1,7298	1,571.
Оксидъ желѣза	1,38	3,410.	CaCO ₃ —	5,0674	47,417	0,001.
Фосфорн. кислоты	1,40	0,071	и пр. —	—	—	—

Вслѣдствіе содержанія растворимыхъ солей въ количествѣ, превышающемъ нормальное, солончаки становятся безплодными, потому что концентрированные растворы солей, накопляясь въ верхнемъ слое въ видѣ сыѣжнаго налета, дѣйствуютъ разрушительно на корни растений. Выщелачиваніе солей дождями и сыѣговою водою будетъ содѣйствовать улучшенію солончаковъ, но еще не можетъ повысить ихъ плодородіе, такъ какъ содержаніе минеральныхъ веществъ, необходимыхъ растениямъ, а также гумуса весьма незначительно, поэтому и тѣ солончаки, которые содержатъ мало растворимыхъ солей, по тѣмъ же причинамъ дѣлаются безплодными.

Если обратить вниманіе на составъ солончаковъ и сопоставить его съ составомъ морской воды, служившей для ихъ образованія, то можно замѣ-

титъ при этомъ то общее явленіе, что типичныя солончаки всегда содержатъ соли въ иной пропорціи, нежели въ морской водѣ.

Такъ какъ солончаки происходятъ отъ испаренія участковъ отдѣливаго моря, то, при высыханіи его, соли должны выдѣляться по степени ихъ растворимости и въ той же пропорціи, въ какой онѣ содержатся въ морской водѣ. Между тѣмъ анализы показываютъ, что содержаніе солей въ солончакахъ бываетъ иное, чѣмъ въ морской водѣ, причемъ они гораздо бѣднѣе послѣдней хлористыми и богаче сѣрникоислыми солями. Такое измѣненіе состава солончаковъ объясняется тѣмъ, что морскія соли при просачиваніи въ почву ея задерживаются, вслѣдствіе чего образуются новыя соединенія; далѣе по причинѣ реакціи двойного разложенія между солями количественно будутъ преобладать такія, которыя менѣе растворимы. На этомъ основаніи въ солончаковыхъ почвахъ содержится мало хлористаго калия, ибо калий поглощается почвою, содержаніе же поваренной соли въ солончакахъ меньше потому, что натрій плохо поглощается почвою и, выщелачиваясь водою, какъ соль болѣе растворимая, нежели хлористый калий, будетъ все меньше и меньше накапливаться въ верхнемъ слое; если же такого выщелачиванія не бываетъ, то почва обогащается поваренною солью. Все это подтверждается фактами; такъ наприм., въ крымскія соленныя озера, отдѣленные отъ моря узкою полосой земли, поступаетъ морская вода просачиваніемъ чрезъ почву, при этомъ послѣдняя задерживаетъ калиевыя, магнизіальныя и известковыя соли, хлористый же натръ будетъ накапливаться въ озерахъ, откуда его легче получить въ чистомъ состояніи, чѣмъ изъ моря *). При вымываніи дождями солей изъ почвы въ морскую воду по той же причинѣ будетъ переходить больше поваренной соли и меньше хлористыхъ и сѣрникоислыхъ солей магnezіи и известки.

Поэтому крымскія соленныя озера при долгомъ спокойствіи моря будутъ осаждать много соли, во время же сильныхъ морскихъ прибоевъ содержаніе ея должно уменьшаться. По тѣмъ же причинамъ раковинистый песокъ Арабатской стрѣлки почти совсѣмъ не содержитъ морскихъ солей, потому что не обладаетъ поглонительною способностью вслѣдствіе малаго содержанія гумуса и отсутствія глины, а потому соли всегда будутъ выщелачиваться изъ него дождями и развѣ въ тихую, сухую погоду въ этой почвѣ могутъ накапливаться морскія соли, какъ и въ другихъ періодическихъ солончакахъ. Далѣе соли, находящіяся въ солончакѣ, могутъ взаимно реагировать, вслѣдствіе чего образуются новыя соединенія.

Всѣ эти отношенія объясняютъ, почему растворимыя соли, находящіяся въ солончакахъ, будутъ подвергаться, смотря по условіямъ, различнымъ количественнымъ и качественнымъ измѣненіямъ, вслѣдствіе которыхъ солонце-

*) Густавсонъ. О составѣ соли Генчесскаго озера. Журн. Русск. Химич. Общ. 1874, стр. 264.

ватость грунта можетъ или увеличиваться или уменьшаться, а отсюда является вопросъ о постоянствѣ солончаковыхъ почвъ, имѣющихъ, безъ сомнѣнія, важное значеніе для культурной оцѣнки этихъ почвъ.

Физическія свойства солончаковъ находятся въ зависимости отъ содержанія въ нихъ глины и песку, а также растворимыхъ солей. Чѣмъ больше содержаніе первыхъ и чѣмъ ниже количество послѣднихъ, тѣмъ, вообще говоря, солончаки лучше, поэтому они бываютъ то очень зернистыми по строенію, то пловатыми и очень плотными, особенно въ сухомъ состояніи, съ трудомъ поддающимися орудіямъ, то сравнительно рыхлыми и разсыпчатыми. Связность этихъ почвъ, кромѣ ихъ механическаго состава, обуславливается также количествомъ растворимыхъ солей, которыя способны коагулировать, т.-е. свертывать и осаждать глинистыя частицы и по высыханіи образуютъ очень твердую компактную массу, въ виду чего наибольшую связностью отличаются пловатые солончаки. Солончаки хорошо поглощаютъ воду и вълѣдствіе большой капиллярности хорошо проводятъ воду изъ нижнихъ слоевъ, а такъ какъ почвенный растворъ содержитъ много солей, то скорость поднятія воды еще болѣе возрастаетъ. Но такое движеніе воды къ поверхности почвы не приноситъ пользы, ибо ведетъ только къ увеличенію испаренія и съ наступленіемъ жаркаго и сухого времени, которое въ степяхъ случается уже въ маѣ, солончаки быстро высыхаютъ, причемъ соль выцвѣтаетъ на поверхности и почва твердѣетъ. Одновременно съ высыханіемъ усиливается нагрѣваніе почвы, которое достигаетъ крайней степени и конечно при такихъ условіяхъ та растительность, которая появляется на солончакахъ съ весны, выгораетъ и погибаетъ отъ выцвѣтанія солей, сухости и сильнаго нагрѣванія верхняго слоя. Поэтому солончаки, вообще говоря, представляютъ некультурныя земли, которыя только послѣ извѣстной подготовки могутъ быть обращены въ пахотную почву.

Эта подготовка существенно заключается въ удаленіи изъ солончаковъ солей посредствомъ выщелачиванія ихъ водою. Въ средней Азій и другихъ мѣстахъ уже давно пользуются этимъ способомъ для превращенія бесплодныхъ солонцовъ въ плодородныя почвы. Орошеніе земель, практикуемое въ Туркестанѣ, Египтѣ и пр., по отношенію къ солончакамъ приноситъ двойную пользу: во-первыхъ, выщелачиваетъ соли (опрѣняетъ), а во-вторыхъ, поддерживаетъ почву въ состояніи наиболѣе благоприятныхъ физическихъ свойствъ, сообщая ей влажность. Для того же, чтобы дѣйствіе воды на опрѣненіе солончака было успѣшнѣе, полезно предварительно плотную пловатую почву сдѣлать проищаемѣе для воды (наприм. вспахать на зиму), а затѣмъ воду, насытившуюся солью, отвести вонъ, удалить ее, наприм., по канавамъ. При такомъ систематическомъ выщелачиваніи улучшеніе солончаковъ идетъ быстро, онъ покрывается хорошими луговыми травами, а затѣмъ можетъ быть обращенъ въ полевою почву.

Х. Классификація почвъ.

Почва, представляя физическое тѣло, обладающее разнообразными внутренними и внѣшними свойствами, имѣеть своимъ назначеніемъ производить растительность. Существующія на земной поверхности почвы, вслѣдствіе различія въ свойствахъ, въ неодинаковой степени отвѣчаютъ этому назначенію. Для того, чтобы имѣть определенное представленіе о продуктивности различныхъ почвъ и уяснить связь различныхъ почвенныхъ типовъ между собою уже давно стремились соединить ихъ въ группы. Такая группировка называется классификаціею почвъ и имѣеть своею конечною цѣлью определить цѣнность и значеніе почвы, какъ мѣста для производства растений. Очевидно эти цѣнность и значеніе почвы будутъ прежде всего обуславливаться ея естественными свойствами, а затѣмъ дѣйствіемъ тѣхъ различныхъ условій, которымъ подчинена каждая почва въ зависимости отъ ея мѣстоположенія. Иначе говоря, конечная цѣль классификаціи почвъ можетъ быть достигнута только въ томъ случаѣ, если при группировкѣ ихъ будутъ приняты во вниманіе всѣ тѣ отношенія, которыя обуславливаютъ производительность почвы для растений. Такая группировка почвъ вызывается ихъ хозяйственнымъ назначеніемъ и даетъ средство опредѣлить пригодность почвы для производства большого или меньшаго количества растений. Но почву можно разсматривать, какъ и всякое физическое тѣло, безъ отношенія ея къ растеніямъ, можно группировать почвы только по ихъ естественнымъ признакамъ: по происхожденію и различнымъ физическимъ и химическимъ свойствамъ.

На этомъ основаніи всѣ классификаціи почвъ могутъ быть двухъ родовъ: естественныя и искусственныя, или научныя и техническія. *Естественная или научная классификація* имѣеть своею задачею распредѣлить по группамъ всѣ существующія почвы на основаніи ихъ происхожденія, состава и различныхъ свойствъ и указать связь между различными почвенными образованіями. *Искусственныя классификаціи* должны группировать почвы не только на основаніи ихъ естественныхъ признаковъ, но также на основаніи всѣхъ тѣхъ отношеній и условій, которымъ подвержена почва въ природѣ. Такъ какъ пригодность почвы для растений опредѣляется не только ея строеніемъ, составомъ и различными свойствами, но въ значительной степени внѣшними вліяніями, то *техническая* (сельскохозяйственная) *классификація* должна распредѣлять почвы по группамъ, какъ по внутреннимъ признакамъ, такъ и на основаніи энтопическихъ или мѣстныхъ свойствъ. Такимъ образомъ техническая классификація, давая возможность сужденія о культурной пригодности почвъ, опредѣляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и ихъ экономическое значеніе. Подъ вліяніемъ совокупнаго дѣйствія внутреннихъ и мѣстныхъ свойствъ почвы будутъ обнаруживать большую или меньшую продуктивность, т.-е. давать большій или меньшій урожай различныхъ растений;

наприм. одна почва можетъ отличаться большею урожайностью ржи или овса, другая—пшеницы или ячменя и т. д. На этомъ основаніи можно составить еще третій рядъ раздѣленія почвъ по ихъ относительной урожайности. Отсюда вытекають такъ-называемыя *экономическія классификаціи*, за основаніе которыхъ принимается урожайность почвъ, или тотъ валовой или чистый доходъ, который при данныхъ условіяхъ почва можетъ принести. Очевидно такой способъ классификаціи опирается на очень искусственныхъ данныхъ, потому что въ одну и ту же группу могутъ быть соединены такія почвы, которыя сильно разнятся между собою по естественнымъ свойствамъ и, наоборотъ, одна и та же почва можетъ быть отнесена къ различнымъ экономическимъ группамъ, а потому такой способъ раздѣленія почвъ будетъ весьма сложенъ и неудобенъ.

Изъ предыдущаго очевидно, что наиболѣе важнымъ является естественное раздѣленіе почвъ, такъ какъ при этомъ всего точнѣе и полнѣе должно выясниться значеніе и сущность каждой почвы, а на основаніи естественныхъ признаковъ легче уже ориентироваться и въ технической пригодности почвъ.

Естественныя классификаціи почвъ могутъ быть весьма различны, смотря по тому, на основаніи какихъ признаковъ производится группировка почвъ. Эти признаки могутъ быть геологическими, если почвы группируются по ихъ происхожденію изъ различныхъ горныхъ породъ и минераловъ, или химическими, если принимается во вниманіе составъ почвъ, или, наконецъ, физическими, если при раздѣленіи почвъ за основаніе берется механическій составъ и физическія свойства почвъ. Само собою разумѣется, что при всякой классификаціи необходимо руководствоваться опредѣленными принципами, которые должны быть послѣдовательно проведены при установкѣ, какъ общихъ, крупныхъ группъ, такъ и мелкихъ, частныхъ подраздѣленій. Эти принципы должны заключаться главнымъ образомъ въ томъ, чтобы признаки, выбираемые за основаніе классификаціи, удовлетворяли, по крайней мѣрѣ, тремъ существеннымъ условіямъ, во-первыхъ, они были бы присущи всѣмъ группируемымъ почвамъ: во-вторыхъ, обладали бы извѣстнымъ постоянствомъ и, наконецъ, чтобы по этимъ признакамъ можно было бы сдѣлать заключеніе о другихъ свойствахъ почвы.

Геологическій характеръ почвы выражается въ ея происхожденіи, т.-е. при этомъ разсматриваются тѣ горныя породы и минералы, отъ вывѣтриванія которыхъ образовалась почва. Изслѣдуя большинство существующихъ почвъ, дѣйствительно можно заключить по минеральнымъ частицамъ о томъ, какія горныя породы послужили матерьяломъ для ихъ образованія. Для этого необходимо подвергнуть минералогическому анализу крупныя частицы почвы или скелетъ, такъ какъ въ немъ-то и находятся тѣ обломки и зерна горныхъ породъ, изъ которыхъ произошла данная почва. Но такое изслѣдованіе не дастъ надежныхъ результатовъ для сужденія о геологическомъ

составъ почвы при анализѣ мелкозема и въ особенности иловатыхъ частицъ, такъ какъ минералогическіе элементы горныхъ породъ находятся здѣсь уже въ состояніи химическаго измѣненія и очень часто въ видѣ всѣхъ стадій разложенія. Очевидно, самое изслѣдованіе въ такомъ случаѣ дастъ мало и при томъ очень шаткихъ данныхъ для заключеній о первоначальномъ матерьялѣ, изъ котораго образовалась почва. Кромѣ того, есть почвы, которыя произошли не изъ горныхъ породъ, а отъ разложенія растительныхъ остатковъ, каковы, наприм., торфъ и вообще болотныя образованія. Такимъ образомъ этотъ признакъ не обладаетъ общностью, такъ какъ не всѣ почвы представляютъ геологическіе продукты горныхъ породъ и минераловъ, слѣды которыхъ иногда очень трудно даже отыскать.

Далѣе геологическій характеръ почвъ выражается во времени ихъ образованія, въ этомъ отношеніи различаютъ первичныя или коренныя и вторичныя или наносныя почвы. Но и такое раздѣленіе почвъ не обладаетъ постоянствомъ и не выражаетъ опредѣленно свойства почвъ, потому что часто коренныя почвы обладаютъ иловатою структурою, а наносныя, наприм., состоятъ изъ крупныхъ обломковъ и неоднородныхъ зеренъ, какъ это замѣчается въ рѣчныхъ долинахъ, въ гористыхъ мѣстахъ и пр., затѣмъ, ни мощность залеганія, ни свойства слоевъ, ни химическій составъ и физическія свойства не несутъ ничего постоянного у коренныхъ и наносныхъ почвъ и вообще происхожденіе почвы не можетъ дать точнаго понятія ни о ея химическомъ составѣ, ни о физическихъ свойствахъ. Именно, по найденнымъ въ скелетѣ почвы минеральнымъ обломкамъ можно лишь въ общихъ чертахъ судить о тѣхъ химическихъ соединеніяхъ, которыя должны находиться въ почвѣ; такъ, наприм., если почва образовалась отъ вывѣтриванія полевошпатовыхъ породъ, то въ ней должны заключаться такія соединенія, какъ кремнеземъ, каолинъ, окись желѣза, щелочи и известь, но нельзя судить о присутствіи, наприм., фосфорной, сѣрной кислотъ и пр., ибо одиѣ и тѣже горныя породы въ различныхъ мѣстностяхъ имѣютъ неодинаковый химическій составъ, въ особенности по отношенію къ второстепеннымъ составнымъ частямъ. Такъ, наприм., въ гранитѣ содержаніе фосфорной и сѣрной кислоты подвержено большимъ случайностямъ, и одиѣ почвы, образовавшіяся изъ гранита, содержатъ фосфорную кислоту, а другія того же происхожденія ея не содержатъ. Еще менѣе можно заключать о количествѣ продуктовъ вывѣтриванія, такъ какъ количественный составъ одиѣхъ и тѣхъ же породъ подверженъ большимъ колебаніямъ.

Минералогическій составъ почвы не можетъ также служить указаніемъ на ея физическія свойства, потому что различныя горныя породы, въ зависимости отъ степени ихъ разрушенія, могутъ дать частицы развой величины, слѣдовательно, физическія свойства, обуславливающіяся крупностью частицъ, будутъ весьма измѣнчивы не только у почвъ, происшедшихъ изъ различныхъ горныхъ породъ, но и изъ одной и той же породы.

Наконецъ, есть почвы, которыя образуются особыми геологическими процессами, отличными отъ выветриванія, и которыя трудно подвести подъ какой-либо опредѣленный классъ въ геологической классификаціи. Таковы, наприм., почвы, образуемая вулканическими шлаками, золою, пескомъ, скопленіями наносныхъ камней, нагроможденіями рѣчныхъ валуновъ, дѣйствіемъ морской и рѣчной воды (дюны, марши) и т. п. Такимъ образомъ геологическій характеръ почвъ не даетъ прочныхъ основаній для полной и точной классификаціи, которая удовлетворяла бы всѣмъ требованіямъ группировки почвъ вообще, такъ какъ проехождение почвы не даетъ прямыхъ указаній на ея свойства, а слѣдовательно сужденія о культурной пригодности почвы.

Примѣромъ геологической классификаціи служитъ классификація Фаллу *), который дѣлитъ всѣ почвы на первичныя и наносныя, а затѣмъ въ каждую изъ этихъ группъ заноситъ почвы по ихъ минералогическому составу, именно:

I. Первичныя или коренныя почвы.

- | | | |
|--|---|--|
| 1. <i>Почвы кварцевыя</i> (сод. кремнеземъ). | } | a. Почвы кварцитовыя. |
| | | b. " кремнистыя сланцеватыя. |
| | | c. " кварцевыя конгломерат. |
| | | d. " кварц. песчаник. |
| 2. <i>Почвы глинистыя</i> (сод. кремнеземъ и глину). | } | a. Почвы глинист. или порфир. туфа. |
| | | b. " глинист. сланцеватыя. |
| | | c. " граувакков. сланцев. |
| | | d. " глинистомергельн. сланц. |
| 3. <i>Почвы слюдяныя</i> (кремнеземъ, глина, магнезія). | } | a. Почвы слюдян. сланца. |
| | | b. " гнейсовыя. |
| | | c. " известк. слюдян. сланц. |
| | | d. " хлоритов. сланц. |
| 4) <i>Почвы полвоицпатовыя</i> (кремнеземъ, глина, кали). | } | a. Почвы гранитовыя. |
| | | b. " гранулитовыя. |
| | | c. " сіенитовыя. |
| | | d. " порфировыя. |
| | | e. " трахитовыя. |
| | | f. " фонолитовыя. |
| 5) <i>Почвы известковыя и известково-магнезіальныя</i> (известъ, известъ и магнезія). | } | a. Почвы юрскаго и раковистаго известняковъ. |
| | | b. " доломитовыя. |
| 6) <i>Почвы авгитовыя и роговообманковыя</i> (известъ, магнезія, глина, кремнеземъ, желѣзо). | } | a. Почвы базальтовыя. |
| | | b. " грюнштейновыя. |
| | | c. " серпентиновыя. |

II. Вторичныя или наносныя почвы.

- | | | |
|---|---|--|
| 1) <i>Почвы кремнистыя</i> (преобладаетъ кремнеземъ). | } | a. Почвы кварцевыя (чистокремнеземн.). |
| | | b. " силикатныя. |

*) Fallou. Pedologie. S. 201.



- | | | |
|--|---|-----------------------------------|
| 2) Почвы мергельная (известь и глина). | } | a. Почвы известковомергельныя. |
| | | b. " глинистомергельныя. |
| | | c. " песчаномергельныя. |
| | | d. " магнез. или лёссовомерг. |
| 3) Почвы суглинистыя (кремнеземъ, глина, желѣзо). | } | a. Почвы суглин. обыкновен. |
| | | b. " слоистоуглинистыя (книжк.). |
| 4. Почвы перегнойныя (перегной, глина, известь, кремнеземъ). | } | a. Почвы глинистоперегнойныя. |
| | | b. " суглин.-песчано-перегнойныя. |
| | | c. " известковоперегнойныя. |
| | | d. " песчаноперегнойныя. |

Каждый изъ классовъ раздѣляется еще на разновидности (подклассы), такъ что всего образуется 40 видовъ почвъ. Но въ виду того, что кромѣ этихъ существуютъ еще почвы, произведенныя другими способами, то Фаллу въ своей классификаціи выдѣляетъ еще нѣсколько группъ, къ которымъ онъ относитъ:

1. вулканическіе шлаки и отложенія золы,
2. нагроможденія обломковъ и эратическіе валуны,
3. рѣчные валуны и ихъ отложенія,
4. торфяныя и болотныя образованія.

Жиранъ въ своей геологической классификаціи *) удержалъ то же дѣленіе почвъ на первичныя и наносныя, причемъ первыя онъ группируетъ по ихъ материнскимъ породамъ, а наносныя почвы по главнымъ составнымъ частямъ:

I. Первичныя почвы.

- | | | |
|--|---|-------------------------------|
| 1. Кварцевыя почвы. | } | a. Почвы образов. изъ кварца. |
| | | b. " " " кварц. сланца. |
| | | c. " " " кварц. песчан. |
| | | d. " " " красн. песчан. |
| | | e. " " " кейперов.песчан. |
| | | f. " граувакковыя. |
| 2. Полевошпатовыя почвы. | } | a. Почвы гранитныя. |
| | | b. " порфиоровыя. |
| | | c. " трахитовыя. |
| 3. Слюдяныя почвы. | } | a. Почвы гнейсовыя. |
| | | b. " слюдин. сланца. |
| | | c. " хлоритов. сланца. |
| 4. Двигтовыя и роговообманковыя почвы. | } | a. Почвы гринштейновыя. |
| | | b. " мелафировыя. |
| | | c. " базальтовыя. |
| 5. Глинистыя почвы. | } | a. Почвы глинист. сланца. |
| | | b. " гваувакк. сланца. |
| | | c. " мергельн. сланца. |
| 6. Известковыя и доломитовыя почвы. | } | a. Почвы известковыя. |
| | | b. " мѣловыя. |
| | | c. " доломитовыя. |

*) Girard. Grundlagen der Boden kunde. 1868. S. 294.

II. Наносныя почвы.

1. <i>Кремнистыя почвы.</i>	}	а. Почвы хрищеватыя.
		б. " чистопесчанья.
		с. " связныя песчанья.
2. <i>Суглинистыя почвы.</i>	}	а. Почвы обыкновен. суглинист.
		б. " глинистосуглинистыя.
		с. " известковосуглинистыя.
3. <i>Мергельныя почвы.</i>	}	а. Почвы известковомергельныя.
		б. " глинистомергельныя.
		с. " песчаномергельныя.
4. <i>Болотныя почвы.</i>	}	а. Почвы глинистоболотныя.
		б. " песчаноболотныя.
		с. " торфяныя.
5. <i>Обломочныя почвы.</i>	}	а. Почвы обломочныя.
		б. " известняковыя.
		с. " туфовыя.

Уже изъ общаго раздѣленія почвъ на группы, въ классификаціяхъ Фаллу и Жирара, замѣтны ихъ недостатки, потому что первичныя и наносныя почвы не могутъ быть строго разграничены по породамъ, такъ какъ почвы, образовавшіяся изъ кварцевыхъ или полевошпатовыхъ породъ, а также диллювіальныя (наприм., четвертичныя песокъ), могутъ быть коренными и наносными, вообще здѣсь трудно удержать точное дѣленіе. Дальнѣйшая группировка тѣхъ и другихъ почвъ на классы точно также не имѣетъ постоянства, ибо, наприм., кварцевыя и кремнистыя почвы по существу представляютъ одну опредѣленную группу почвенныхъ образований, которыя если и различаются между собою, то болѣе всего по величинѣ частицъ, слѣдовательно, по механическому составу, но никакъ не по минералогическому; далѣе послѣдній классъ наносныхъ почвъ у Фаллу (а у Жирара предпослѣдній) образованъ уже на основаніи содержанія гумуса, т.-е. на химическомъ признакъ. Такимъ образомъ въ обѣихъ классификаціяхъ берутся за основаніе признаки не общіе всѣмъ почвамъ, во-вторыхъ, не постоянныя и наконецъ по геологическимъ признакамъ нельзя составить понятія о другихъ свойствахъ почвъ. Можно сказать, что этимъ требованіямъ удовлетворяетъ въ большей или меньшей степени первая часть обѣихъ классификацій, т.-е. раздѣленіе коренныхъ почвъ, гдѣ точнѣе проведены принципы научной группировки, нежели у наносныхъ почвъ. Классификація Жирара въ сущности представляетъ повтореніе классификаціи Фаллу, который составилъ свою группировку на основаніи личныхъ изслѣдованій, именно онъ изслѣдовалъ много коренныхъ почвъ Германіи, какъ со стороны ихъ геологическаго характера, такъ со стороны мощности, отношенія песчаныхъ частицъ къ иловатымъ и въ этомъ отношеніи его классификація ко ренныхъ почвъ должна быть признана цѣлесообразною и обстоятельною

по съ сельскохозяйственной точки зрѣнія она имѣетъ весьма одностороннее значеніе.

А. Майеръ стремился видоизмѣнить классификацію Жирара, съ цѣлью придать группировкѣ почвъ по минералогическимъ признакамъ болѣе практическаго значенія. Онъ раздѣляетъ почвы *) на основаніи тѣхъ горныхъ породъ и минераловъ, которыя служили матерьяломъ для ихъ образованія. Всѣ почвы также дѣлятся на коренныя и наносныя, причѣмъ у первыхъ Майеръ признаетъ и почву и подпочву состоящими изъ однороднаго матеріала, тогда какъ у наносныхъ этого не бываетъ. Это указаніе имѣетъ ближайшее значеніе для классификаціи почвъ, а потому группировка Майера получаетъ болѣе практическаго значенія, нежели другія, основанныя почти исключительно на петрографическихъ особенностяхъ. Въ общихъ чертахъ классификація Майера состоитъ въ слѣдующемъ:

I. *Первичныя почвы*, т.-е. такія, которыя покоятся на материнской породѣ.

A. *Почвы происшедшія изъ кристаллическихъ породъ:*

1. Полевошпатовыя (изъ гранита, порфира, сіенита и пр.).

2. Авгитовыя и роговообманковыя (изъ базальта, мелафира, долерита и т. п.).

3. Слюдяныя (изъ слюд. сланцовъ, гнейса).

B. *Почвы происшедшія изъ слоистыхъ породъ:*

4. Песчанниковыя.

5. Глинистыя.

6. Известковыя.

II. *Наносныя почвы*, т.-е. такія, которыя не находятся болѣе на материнской породѣ.

7. Каменистыя и хрящеватыя.

8. Песчаныя.

9. Глинистыя.

10. Суглинистыя.

11. Известковыя (лишь рѣдко бываютъ наносныя).

12. Мергельныя.

Какъ видно изъ этого раздѣленія, и въ классификаціи Майера не достаточно точно и послѣдовательно проведены принципы научной группировки, мѣстами даже сбивчивыя. Существуютъ еще геологическія классификаціи Орта, Берендта, но онѣ имѣютъ тотъ же характеръ.

Второй родъ научныхъ классификацій основанъ на *химическихъ признакахъ*. Эти признаки выражаются въ химическомъ составѣ почвы и въ различныхъ реакціяхъ, которыя въ ней обнаруживаются между составными частями, каковы, наприм., реакціи разложенія и взаимнаго обмѣна, поглоти-

*) А. Mayer. „Lehrbuch der Agriculturchemie“. II, S. 46.

тельная способность и т. п. Химический составъ почвы, какъ извѣстно, различается какъ по количеству, такъ и по составу соединеній, но въ каждой почвѣ можно найти одни и тѣ же вещества, такъ какъ почти всякая почва содержитъ кремнеземъ, въ видѣ кварцеваго песку или силикатовъ, глинну известъ, окисъ желѣза, перегной и пр., и на основаніи присутствія или отсутствія того или другого соединенія можно было бы распредѣлить почвы по группамъ. Что же касается химическихъ реакцій, то не только въ разныхъ почвахъ, но и въ одной и той же почвѣ онѣ не имѣютъ строго опредѣленнаго и постояннаго характера, ходъ этихъ реакцій измѣняется въ зависимости отъ формы и количества находящагося въ почвѣ соединенія, а также смотря по физическимъ свойствамъ, т.-е. по степени провѣтриванія, или доступа кислорода, углекислоты и другихъ газовъ, по количеству влажности и температуры, а поэтому химическая дѣятельность почвы будетъ существенно обуславливаться различными внѣшними причинами. Хотя составъ почвы, по крайней мѣрѣ въ отношеніи главнѣйшихъ соединеній, можетъ оставаться болѣе или менѣе постояннымъ, такъ какъ поглотительною способностью регулируется количество соединеній, находящихся въ почвѣ, но, съ другой стороны, влѣдствіе культуры и возникающихъ въ почвѣ процессовъ при соприкосновеніи съ растениями, въ ней происходятъ количественныя и качественныя измѣненія въ минеральныхъ составныхъ частяхъ почвы. Влѣдствіе всего этого нѣтъ достаточныхъ основаній считать химическіе признаки почвы неизмѣняемыми и могущими служить указаніемъ на другія ея свойства, ибо сами эти признаки существенно обуславливаются физическими свойствами и слѣдовательно являются подчиненными, а не главными. А потому химическія классификаціи не могутъ строго сгруппировать почвы ни на основаніи состава, ни на основаніи различныхъ реакцій совершающихся въ точвахъ. Наиболѣе полною изъ классификацій этого рода является схема, предложенная Гаспареномъ *). Онъ раздѣлилъ всѣ почвы по содержанію въ нихъ извести; но такъ какъ въ эти группы не могутъ войти почвы растительнаго происхожденія и глинистыя, то Гаспаренъ выдѣлилъ ихъ въ отдѣльные классы. Раздѣленіе на подклассы основано на другихъ признакахъ, не только химическихъ, но физическихъ и даже техническихъ.

І. Почвы известковыя.

- | | | |
|---------------------------------|---|--|
| 1. <i>Согровыя.</i> | } | Разсыпчатая. |
| | } | Рыхлая. |
| | } | Плотная. |
| 2. <i>Глинисто-известковыя.</i> | } | Глинистыя (по крайней мѣрѣ 50% глины). |
| | } | Известковыя (50% извести или магнезиы, или 10% глины). |

*) Gasparin: „Cours d'agriculture“. Т. I, p. 273.

- | | |
|--|--|
| 3. <i>Мѣлъ</i> (не менѣе 60% углек. изве-
сти и не болѣе 10% глины). | } Свѣжія (сохраняютъ лѣтомъ 0,1 своего
вѣса, влажн. на глубинѣ 0,3 метра).
Сухія (проницаемыя). |
| 4. <i>Песчанія почвы</i> (сод. 50% кремн.
и известков. песку болѣе 1/2 мм.
въ діаметрѣ). | } Рыхлыя (содерж. дост. количество мел-
каго мѣла и глины, а потому облад.
достаточною плотностью).
Разсыпчатая (песокъ преобладаетъ надъ
другими составными частями). |

II. Почвы не известковыя.

- | | |
|---|--|
| 1. <i>Кремнистыя</i> (дающія при отмучи-
ваніи по крайней мѣрѣ 55% чи-
стаго песку). | } Сухія (почвы сухихъ климатовъ и не
орошаемыя).
Свѣжія (почвы свѣжія отъ природы или
орошенія). |
| 2. <i>Жирныя глины</i> (при от-
мучиваніи даютъ по
крайней мѣрѣ 45%
глины и 10% чистаго
песку). | } Разсыпчатая (при больномъ содержаніи песку облад.
малую вязкостью, особенно если
песокъ крунозернистъ).
Рыхлыя (съ среднюю
вязкостью).
Плотныя (съ значител.
вязкостью).
Слюдяныя (изъ частицъ
слюды).
Сланцевыя (изъ глини-
сланцовъ).
Вулканическія (образ.
изъ базальта или вак-
ки).
Песчаныя (сод. очень
мелкій песокъ). |

III. Почвы глинистыя.

(сод. болѣе 85% глины и облад. столь значит. связностью, что не способны ни къ какой культурѣ).

IV. Почвы перегнойныя.

(Высушенныя теряютъ немного болѣе 1/5 своего вѣса).

1. *Ильминныя* (водная вытяжка, полученная при кипяченіи этихъ почвъ, не окрашиваетъ лакмусовой бумаги).
2. *Кислыя* (водная вытяжка окрашиваетъ лакмусовую бумагу. Сюда относятся: вересковыя, лѣсныя и торфяныя почвы).

Приведенная классификація не содержитъ постоянныхъ признаковъ, по которымъ производится дѣленіе на классы, такъ какъ глинистыя и перегнойныя почвы съ такимъ же правомъ могутъ быть помѣщены въ классъ не известковыхъ почвъ, какъ кремнистыя почвы и жирныя глины. Затѣмъ классъ собственно известковыхъ почвъ раздѣляется на подклассы, которые могутъ быть отнесены какъ къ известковымъ, такъ и къ не известковымъ почвамъ, потому что песчаныя почвы, а равно и сугровыя, бываютъ, какъ извѣстно, и безъ известн.

Наконецъ классификаціи почвъ, по ихъ строенію—на рассычатая, рых-
лая, плотныя, по влажности—на сухія и свѣжія, основывается уже на ме-
ханическихъ и физическихъ свойствахъ. Перегноиныя почвы точно также
могутъ быть съ различными химическими и физическими свойствами, а въ
классификаціи Гаенарена этотъ родъ почвъ опредѣленъ совершенно не ясно,
потому что потерю вѣса при высушиваніи еще нельзя считать особымъ
свойствомъ перегноинныхъ почвъ. Слѣдовательно на основаніи этой класси-
фикаціи, трудно опредѣлить точно значеніе почвы въ каждомъ частномъ слу-
чаѣ, влѣдствіе сбивчивости систематическихъ признаковъ.

Кнопъ считаетъ *), что опредѣленіе цѣнности почвы должно быть осно-
вано на изслѣдованіи вѣхъ свойственныхъ имъ качествъ и соединеній,
которые можно химическими способами раздѣлить на слѣдующія группы:
потеря при прокаливаніи (гигроск. вода, химически связанная вода и гу-
мусъ), хлориды (повар. соль), известковые сульфаты (гипсъ, ангидритъ),
карбонаты (известн. магнезін), кремнеземъ и силикаты, окисли и полу-
торноокисли, цеолиты и пр., а также способность почвъ поглощать амміакъ,
кали и фосфорную кислоту. Составъ почвы имѣетъ, по Кнопу, тѣсную связь
съ поглотительною способностью, которую можно выразить слѣдующимъ
образомъ: поглощеніе увеличивается съ содержаніемъ цеолитовъ, съ потерєю
при прокаливаніи и съ увеличеніемъ полуторноокисей въ силикатахъ, но
иногда бываютъ нѣкоторые отклоненія, которые необходимо еще выяснитъ.

На этихъ основаніяхъ Кнопъ раздѣляетъ вѣ почвы на:

- | | | |
|------------------------|---|---|
| I. Силикатныя почвы. | } | 1. Глиноземно-силикатныя. |
| | | 2. Желѣзно-силикатныя. |
| | | 3. Моноокисно-силикатныя. |
| | | 4. Песчаныя, кремнистыя почвы. |
| | | 5. Известковыя. |
| II. Карбонатныя почвы. | } | 6. Доломитовыя или известково-магне-
зіальныя почвы. |
| | | 7. Гипсовыя почвы. |
| III. Сульфатныя почвы. | } | 8. Ангидритныя. |

Эта классификація, по сущности дѣленія почвъ, является чисто-хими-
ческою. Нельзя однако не замѣтить, что собственно сульфатныя почвы и
даже карбонатныя встрѣчаются сами по себѣ рѣдко, большую часть почвъ
надо относить къ силикатнымъ, причемъ одиѣ изъ нихъ могутъ содержать
преимущественно кварць, а другія состоятъ изъ различныхъ силикатовъ.
Тотъ и другой составъ до извѣстной степени характеризуетъ химическія и
физическія свойства почвъ и слѣдовательно вліяетъ на ихъ плодородіе.
Но поглощеніе питат. веществъ, кали, амміака и фосфорной кислоты, зави-
ситъ преимущественно отъ водныхъ силикатовъ, цеолитной части почвы,
въ особенноти отъ присутствія глины. Въ виду этого Кнопъ обратилъ

*) Кнопъ. „Bonifirung der Ackererde“. 1871. 1872. s. 63 и 131.

вниманіе на поглотительную способность мелкозема и на основаніи своихъ многочисленныхъ анализовъ заключилъ, что вообще почва бываетъ тѣмъ плодороднѣе, чѣмъ большею поглотительною способностью она обладаетъ, въ особенности по отношенію къ аммиаку. Однако въ этомъ смыслѣ почвы далеко не всегда обнаруживаютъ такую зависимость: такъ, наприм., Кнопъ самъ же указываетъ, что неплодородная серпентиновая почва Саксоніи обнаружила такое же высокое поглощеніе аммиака, какъ и весьма плодородный тегасскій черноземъ. Такимъ образомъ, законъ поглощенія и его вліяніе на плодородіе почвы требуетъ еще дальнѣйшей разработки, прежде чѣмъ на немъ можно будетъ основать методъ оцѣнки почвъ. А потому, если признать за классификаціей Кнопа значеніе такой группировки почвъ, по которой можно судить объ отношеніи ихъ къ извѣстнымъ соединеніямъ и о содержаніи въ нихъ опредѣленныхъ химическихъ веществъ, то во всякомъ случаѣ это значеніе будетъ одностороннимъ и не выражающимъ сущности почвы и ея свойствъ во всей полнотѣ.

Другія классификаціи (наприм. Фрааса, Тэера) не основаны только на однихъ химическихъ свойствахъ, а и на физическихъ, на отношеніи мелкозема къ скелету, и потому являются смѣшанными, а такъ называемая химическая классификація Тэера, въ которой проводится принципіи гумусовой теоріи, въ настоящее время не выдерживаетъ никакой критики.

Послѣдній типъ научныхъ классификаціи основывается на механическихъ свойствахъ почвы, т.-е. на отношеніи между частицами разной величины (глины, песку и т. п.); но такъ какъ механическимъ составомъ непосредственно опредѣляются физическія свойства почвы, то этотъ родъ классификаціи можно вообще назвать *физическими*.

Значеніе механическаго состава для научной классификаціи явствуетъ уже изъ того, что величина и форма частицъ характерны для всѣхъ безъ исключенія почвъ, потому что какъ бы почва ни пронизалась и какимъ бы измѣненіямъ ни подвергалась во времени, она всегда будетъ содержать извѣстныя механическія составныя части въ томъ или другомъ количествѣ и механическимъ анализомъ во всѣхъ коренныхъ и наносныхъ почвахъ всегда можно найти песчанистыя и земляныя (илватыя) частицы. Такимъ образомъ механическій составъ удовлетворяетъ первому условію научной классификаціи, общности, иначе говоря—величина и форма частицъ присущи всѣмъ почвамъ. Разсматривая ближе значеніе этого признака, необходимо однако замѣтить, что при классификаціи почвъ по механическому составу должно основываться на совокупности механическихъ свойствъ, иначе говоря, надо принимать во вниманіе не только величину и форму частицъ, но также тѣ примѣсы, которыя всегда находятся въ почвѣ и оказываютъ вліяніе на структурныя отношенія, физическія и химическія свойства послѣдней. Словомъ, физическія классификаціи, полагая въ основаніе механическій составъ почвы, должны группировать различныя ихъ виды по сово-

кунности величины, формы и тѣхъ примѣсей, которыя такъ или иначе вліяютъ на свойства частицъ. Для уясненія этого положенія надо припомнить, что одна величина частицъ, взятая сама по себѣ, еще не опредѣляетъ окончательно свойствъ почвенныхъ частицъ, что относится въ особенности къ мелкозему, въ которомъ при одинаковой величинѣ частицъ могутъ обнаруживаться различныя свойства, такъ, наприм., мелкія частицы каолина, кварца, слюды, извести и пр., содержащаяся въ тонкомъ плѣ, будутъ обладать различными свойствами по причинѣ разнообразія въ формѣ, которая, независимо отъ химическаго состава частицъ, всегда вліяетъ на обнаруживаемыя этими послѣдними свойства. Такъ частицы кварца и слюды, частицы органическихъ веществъ, сохранившихъ еще клѣтчатое строеніе, при одинаковомъ діаметрѣ (отмученныя или отѣбныя), но разной формы (округлой, угловатой, удлиненной, сплюснутой и т. п.), по своимъ свойствамъ далеко не однородны, — достаточно припомнить, наприм., отношеніе мелкозернистаго кварцеваго песку въ почвахъ, подвергавшихся размывающему дѣйствию воды (частицы округлыя, окатанныя) и въ почвахъ коренныхъ (частицы угловатыя, неправильныя), къ водѣ, газамъ и другимъ дѣтелямъ, отношеніе однородныхъ по величинѣ, но различныхъ по формѣ, частицъ къ скважности, связности, прилипанію и т. п.

Имѣя въ виду все эти условія, можно составить вполне естественную классификацію, основанную на механическомъ составѣ, которая будетъ удовлетворять всемъ принципамъ такихъ классификацій, потому что механическіе признаки свойственны всемъ почвамъ, они обладаютъ постоянствомъ и, наконецъ, по этимъ признакамъ можно составить вѣрное понятіе о другихъ свойствахъ почвы, т.-е. о ея физическихъ отношеніяхъ, происхожденіи, отчасти даже о химическихъ свойствахъ.

Первая механическая классификація была составлена А. Тэеромъ, но въ духѣ гумусовой теоріи и представляетъ попытку установить опредѣленные типы почвъ и опредѣлить ихъ относительное значеніе и продуктивность, но въ ней не было строгаго примѣненія систематическихъ признаковъ, которые въ то время еще и не могли быть научно опредѣленными. Шюблеръ воспользовался попыткою Тэера и въ сущности первый установилъ тѣ механическіе признаки, которые должны обуславливать физическія отношенія почвы и служить основашемъ для ея опѣнки. По физической классификаціи Шюблера все почвы дѣлятся на 8 классовъ, изъ которыхъ каждый заключаетъ нѣсколько порядковъ, а послѣдніе дѣлятся на разряды, на основаніи содержанія глины, песку, извести и перегноя.

І. Почвы глинистыя (выше 50% глины).

1. Не содержащія извести.	} Почвы бѣдныя перегноемъ	0,0—0,3%	
2. Сод. известь 0,5—5%		" достаточныя	0,3—1,0%
		" богатая	1,3—5,5%

II. Почвы суглинистыя (30—50% глины).

- | | | |
|----------------------|---|---------------------------|
| 1. Безъ извести | } | То же дѣленіе на разряды. |
| 2. Содерж. " 0,5—5%. | | |

III. Почвы песчаносуглинистыя (20—30% глины).

" то же

IV. Суглинистопесчаная (10—20% глины).

" то же

V. Песчаная (0 — 10% глины)

(89,5—83% песку)

" также " "

VI. Мергельныя (5—20% извести)

(10—50% и болѣе глины)

(0— 5% и болѣе перегноя).

1. Глинистыя.

} бѣдныя перегноемъ
достаточныя
богатыя.

2. Суглинистыя.

3. Песчаная.

} " "

4. Перегнойная.

}	глинистыя выше 50% глины	}	5—20% извести и выше 5% перегноя.
	суглинистыя 30—50% "		
	песчаная 10—30% "		

VII. Известковыя (выше 20% извести).

Дѣленіе на порядки и разряды такое же, какъ для мергельныхъ почвъ.

VIII. Перегнойныя (болѣе 5% гумуса).

- | | | | | |
|--|---|--------------------------|---|--|
| 1. Сод. хороший перегной. | } | глинистыя выше 50% глины | } | съ известью
очень плодород. |
| | | суглинистыя 30—50% " | | |
| | | песчаная 10—30% " | | |
| 2. Сод. кислый гумусъ. | } | глинистыя " " | } | почвы образовыв.
только въ сырыхъ
мѣстахъ. |
| | | суглинистыя " " | | |
| | | песчаная " " | | |
| 3. Сод. мало разлож.
растит. остатковъ. | } | торфяныя и болотныя | } | могутъ быть плодородны
при сод. извести. |
| | | почвы. | | |

Хотя въ этой классификаціи не вездѣ удержано строго дѣленіе по механическому составу, т.-е. по содержанію глины (точнѣе, тонкаго пла), тѣмъ не менѣе она во многомъ удовлетворяетъ требованіямъ физическихъ классификацій.

Троммеръ тоже основалъ свою физическую классификацію на четырехъ главнѣйшихъ составныхъ частяхъ почвы: глинѣ, пескѣ, извести и гумусѣ, но принялъ во вниманіе и различныя другія вещества (окисъ желѣза, гипсъ, повар. соль и пр.), отъ накопленія которыхъ почва принимаетъ специфическій характеръ, отражающійся на ея растительности. Относительно про-

исхожденія и положенія почвъ Троммеръ различаетъ разные виды коренныхъ и наносныхъ почвъ. Классификація Троммера является развитіемъ механической системы Шюблера, но въ нее введены подробности дѣленія, въ нѣкоторомъ смыслѣ излишнія. Наконецъ, было стремленіе классифицировать почвы на основаніи свойственной имъ растительности, въ виду того, что культурныя и дикія растенія развиваются болѣе или менѣе успѣшно въ зависимости отъ химическаго и физическаго состоянія почвы. Отличали почвопостоянныя и не постоянныя, почволюбивыя растенія, смотря по преобладанію различныхъ составныхъ частей: песку, глинѣ, извести и гумуса, а также другихъ, наприм., поваренной соли и пр. Выше было указано на значеніе такого раздѣленія растеній и пригодности ботаническаго метода для классификаціи. Троммеръ особенно подробно старался развить *ботаническую классификацію*, именно, въ своемъ почвовѣдѣніи, онъ приводитъ большой списокъ растеній, характерныхъ для разныхъ почвъ, которыя онъ группируетъ, соотвѣтственно растительности, на десять классовъ. Но ботаническая классификація почвъ хотя и облегчаетъ ихъ характеристику, но во всякомъ случаѣ не можетъ быть точною и сообразною съ задачами систематики почвенныхъ образованій и пригодною для практическихъ цѣлей.

Изъ всего вышесказаннаго слѣдуетъ, что наиболѣе пригоднымъ и надежнымъ способомъ классификаціи почвъ являются механическіе признаки, и правильно составленная научная классификація этого рода, какъ вполне естественная, должна служить базисомъ для всякой группировки почвъ, слѣдовательно служить средствомъ для составленія техническихъ и экономическихъ классификаціи. Но мы не имѣемъ до сихъ поръ такой классификаціи, которая вполне удовлетворяла бы задачамъ почвенной систематики. Это объясняется недостаточнымъ еще количествомъ опытнаго матеріала, касающагося состава и свойствъ почвъ вообще, на основаніи котораго можно было бы образовать вполне систематическія группы почвенныхъ типовъ, показать ихъ постепенный переходъ другъ въ друга и такимъ образомъ установить родственную связь между наземными образованіями. А отсюда легче и опредѣленіе выяснилась бы сущность и значеніе каждаго почвеннаго типа, иначе говоря, правильнѣе можно было бы опредѣлить культурную способность почвъ вообще. Въ практическомъ отношеніи уже давно чувствовалась потребность въ такой классификаціи, которая давала бы понятіе о культурномъ значеніи почвъ, т.-е. о пригодности ихъ для воздѣлыванія тѣхъ или другихъ растеній. Подобныя классификаціи носятъ названіе техническихъ. Если при этомъ культурная пригодность почвъ оцѣнивается по количеству производимыхъ ими продуктовъ, выражаемыхъ въ урожаѣ, то классификаціи такого рода называются экономическими.

Техническая классификація имѣетъ весьма важное практическое значеніе, во-первыхъ, потому, что ея можетъ быть прямо опредѣлена пригодность

почвы для культуры, следовательно возможность или невозможность использования почвы съ хозяйственными цѣлями (величина поземельной ренты), а во-вторыхъ, такая классификація даетъ средство для оцѣнки почвъ съ цѣлью обложенія ихъ поземельнымъ налогомъ (кадастрація земель). Величина такого налога, очевидно, должна находиться въ прямомъ отношеніи къ качествамъ почвы, или къ ихъ производительности, иначе говоря, такое обложеніе должно быть пропорционально свойствамъ почвы, и налогъ только тогда будетъ вѣренъ и справедливъ, когда извѣстенъ точно въ каждомъ частномъ случаѣ объектъ обложенія, т.-е. почва.

Точность же техническихъ классификацій, какъ искусственныхъ, будетъ въ свою очередь находиться въ связи съ точностью естественныхъ или научныхъ классификацій, потому что первыя представляютъ развитіе вторыхъ, приложение послѣднихъ къ практическимъ подробностямъ и относятся другъ къ другу, какъ слѣдствіе къ причинѣ. Научная классификація даетъ понятіе о почвѣ, какъ о естественномъ тѣлѣ, обладающемъ извѣстными свойствами; техническая же классификація опредѣляетъ значеніе почвы, какъ естественнаго тѣла по отношенію къ растеніямъ, иначе говоря, продуктивность почвъ является слѣдствіемъ ея естественныхъ свойствъ, составляющихъ причину. Поэтому при составленіи техническихъ классификацій должны быть взяты въ основаніе естественныя свойства почвы (внутреннія), а такъ какъ пригодность почвы для произрастанія растений обусловливается еще внѣшними отношеніями, то необходимо принять въ соображеніе также энтопическія или мѣстныя (техническія) свойства почвы, именно топографическое положеніе (относительно странъ горизонта, рельефъ, близость лѣсовъ, водоемовъ и пр.), свойства слоевъ, глубину, уровень грунтовой воды и т. п. Само собою понятно, что всѣ эти мѣстныя свойства не могутъ быть общими, они различны по самой ихъ сущности, а вслѣдствіе этого техническія классификаціи могутъ обнимать только почвы извѣстной мѣстности и не могутъ имѣть той примѣнимости, какъ классификаціи научныя. Такимъ образомъ для каждой данной мѣстности должны быть составляемы свои техническія классификаціи, притомъ даже отдѣльно для полевыхъ, луговыхъ почвъ и т. и.

Еще Тэеръ считалъ весьма важною задачею сельскохозяйственнаго ученія оцѣнивать добротность почвы по ея свойствамъ, такъ какъ это имѣетъ весьма большое значеніе при опредѣленіи пригодности различныхъ культурныхъ прѣемовъ при разведеніи растеній и опредѣленіи плодородія почвы. Съ этою цѣлью онъ стремился раздѣлить почвы, по ихъ технической цѣнности, на классы и составилъ классификацію, въ которой всѣ почвы распредѣлены въ 20 группъ.

Опредѣленіе цѣнности Тэеръ основываетъ на глубинѣ, которую онъ считаетъ для почвы въ среднемъ = 6 дюймамъ и принимаетъ цѣнность послѣдней равною 50, а съ каждымъ дюймомъ глубины повышаетъ ее на

8%. При глубинѣ болѣе 12 дюймовъ, на которую почва не можетъ быть обрабатываема плугомъ, Тэеръ увеличиваетъ ея цѣнность еще на 5%, а при глубинѣ менѣе 6 дюймовъ понижаетъ въ томъ же отношеніи.

Свою классификацію Тэеръ называетъ обыкновенною для полевыхъ почвъ, и хотя она содержитъ много ошибочнаго и непоследовательнаго въ своемъ содержаніи, тѣмъ не менѣе имѣетъ важное значеніе въ томъ отношеніи, что оказала несомнѣнное вліяніе на составлявшіяся впоследствии техническія и экономическія классификаціи.

Такова была классификація саксонскаго кадастра, составленная для руководства при распределеніи поземельнаго налога *). Декретомъ 1833 года былъ опредѣленъ родъ и способъ оцѣнки земель, на основаніи чего были произведены комиссіями изслѣдованія качествъ почвъ королевства, причемъ всѣ саксонскія земли были раздѣлены на 1.779,110 участковъ (2.401,724 саксонскихъ акра). Въмѣстѣ съ тѣмъ производились многочисленныя статистическія изслѣдованія о цѣнахъ на продукты, стоимости культурныхъ работъ (обработки, удобренія почвы), расходы по сохраненію полевыхъ продуктовъ, стоимость построекъ и многое другое. Во всей классификаціи положены въ основаніе пять климатическихъ поясовъ (теплый, умеренный, прохладный, холодный и сырой) и 21 область возвышеній надъ уровнемъ моря, начиная отъ 401 до 2,500 футовъ. Далѣе почвы оцѣнивались въ соображеніи, не только съ этими данными, но и по урожайности, опредѣляемой не одними техническими, но и экономическими условіями и т. п. Такимъ образомъ классификація саксонскаго кадастра содержитъ какъ техническія такъ и экономическія данныя, а потому составляетъ уже переходъ къ экономическимъ классификаціямъ. Почвы раздѣлены на 12 классовъ, причемъ къ послѣднему классу отнесены такія почвы, которыя непригодны для воздѣлыванія хлѣбовъ. При этомъ въ систему дѣленія вводятся: свойства пахотнаго слоя (связность, влажность, нагреваемость, плодородіе и пр.), его глубина (очень глубокая почва выше 8 дюймовъ, глубокая 5—8 дюймовъ, мелкая ниже 5 дюймовъ), свойства подпочвы (ея плотность, проницаемость для воды и т. п.), положеніе почвы и другія мѣстныя свойства. Классы I, III, VI, IX заключаютъ глинистыя почвы, II, IV, V, VII—суглинистыя, VIII, X, XI—песчаныя, XII классъ содержитъ почвы, пригодныя для луговъ и пастбищъ. Между двумя главными классами имѣются переходы, называемые промежуточными классами, затѣмъ существуютъ еще подклассы. Послѣднія подраздѣленія уже чисто экономическаго свойства и основаны на величинѣ чистаго урожая.

Основываясь на этой классификаціи, Рунде составилъ для герцогства Альтенбургъ техническую классификацію, въ которой главнѣйшее дѣленіе

*) Geschäfts-Anweisung zur Abschätzung des Grundeigenthums im Königreich Sachsen, vom 30. März, 1838. Dresden. Meinhold und Söhne. Birnbaum. Kirchbach'sche Handbuch. II. 591.

почвъ произведено по ихъ связности, а такъ какъ послѣдняя существенно зависитъ отъ преобладанія тѣхъ или другихъ составныхъ частей (глины, песку и пр.), то въ основу классификаціи Рунде положенъ собственно механическій составъ почвы, на которомъ и построены 4 главныхъ класса (плотныя, среднія, легкія, мергельныя и известковыя почвы). Каждый изъ этихъ классовъ раздѣляется на подклассы по глубинѣ, свойствамъ подпочвы, связности, отношенію къ водѣ и теплу и обнимаетъ 5 подклассовъ.

Объ классификаціи, саксонскаго кадастра и Рунде, оказались на практикѣ вполнѣ пригодными для тѣхъ мѣстъ (Саксонія и Альтенбурга), почвы которыхъ онѣ группируютъ. Къ подобнымъ же классификаціямъ относится составленная для Франкфурга (1842) *), которая дѣлитъ все почвы на 13 классовъ по механическому составу, физическимъ свойствамъ, энтоническому характеру, урожайности и пр. Въ основаніе этой классификаціи положено физико-экономическое дѣленіе почвъ Тэера, а потому она представляетъ смѣшанную систему группировки. Такимъ же характеромъ отличается классификація, составленная для Бреслава (1843) **), въ которой почвы дѣлятся на 10 классовъ соответственно главнымъ хлѣбамъ (пшеницы, ржи, ячменя, овса и пр.) и каждый классъ характеризуется признаками, указанными въ обыкновенной классификаціи Тэера.

Экономическія классификаціи дѣлятъ почвы на основаніи дохода, выражаемаго въ величинѣ урожая растительныхъ продуктовъ. Въ сущности большинство техническихъ и нѣкоторыя научныя классификаціи уже опредѣляютъ экономическую цѣнность почвъ, такъ, наприм., въ механической классификаціи Тэера, при группировкѣ почвенныхъ типовъ, указывается на пригодность ихъ для производства различныхъ растеній, онѣ отличаетъ песчаныя почвы, какъ ржаныя, суглинистыя и глинистыя, какъ пшеничныя, ячменныя и т. п. Въ классификаціи саксонскаго кадастра прямо указывается чистый доходъ (урожай) для каждого класса почвъ.

Все экономическія классификаціи группируютъ почвы или по валовому доходу, т.-е. по количеству продуктовъ, доставляемыхъ почвою въ масѣ урожая, или по чистому доходу, т.-е. за вычетомъ изъ стоимости урожая всѣхъ экономическихъ факторовъ (расходовъ на культуру и т. п.). Но для основанія подобныхъ классификаціи необходимо имѣть данныя не только о свойствахъ почвы, но и объ урожайности всѣхъ тѣхъ культурныхъ растеній, которыя могутъ расти на нихъ при извѣстныхъ климатическихъ условіяхъ. Ясно, что экономическая группировка почвъ имѣетъ еще болѣе ограниченное примѣненіе, нежели техническая и, слѣдовательно, будетъ различна для каждой мѣстности въ зависимости отъ почвы, рода растеній и т. п. Самое раздѣ-

*) Technische Instruction für Auseinandersetzungs-Angelegenheiten im Frankfurter Regierungsbezirk. Frankfurt. Trowitzch und Sohn. 1842.

***) Technische Instruktion in Auseinandersetzungs-Angelegenheiten für den Bezirk der General-Commission zu Breslau. Breslau, O. B. Schohmann. 1843.

леніе на группы заключаетъ много искусственнаго и неопредѣленнаго, потому что одна и та же почва, смотря по климатическимъ условіямъ и положенію, можетъ оказаться пригодною для различныхъ растений и наоборотъ, одні и тѣ же растения могутъ произрастать на почвахъ, отличающихся другъ отъ друга по физическимъ и химическимъ свойствамъ.

Экономическая классификація Тэера содержитъ 10 классовъ почвъ, различныхъ по валовой урожайности растений, главнымъ образомъ ржи, овса, ячменя и пшеницы, а такъ какъ ихъ урожайность обусловливается физическимъ состояніемъ и плодородіемъ почвы, то въ этой классификаціи группировка основывается на содержаніи въ почвахъ глины, песку, извести, гумуса, связности, рыхлости, положеніи почвы, ея мощности, свойствахъ подпочвы, обработкѣ и т. п.

Шмальцъ *), принявъ за основаніе своей экономической классификаціи, обыкновенную классификацію (механическую) Тэера и раздѣлилъ всѣ почвы на 6 классовъ, оцѣнивъ каждый по чистому урожаю ржи (богатыя, обыкновенныя, среднія, плохія и т. п.).

Коппе **) классифицируетъ почвы по чистому урожаю ржи, принимая за единицу мѣры $\frac{1}{24}$ шеефеля ржи (обозначаемого знакомъ $\frac{1}{24}$). Въ его классификаціи отличается 10 различныхъ въ этомъ отношеніи почвенныхъ группъ.

Пабетъ ***) предложилъ классификацію, основанную на валовыхъ урожаяхъ четырехъ хлѣбныхъ растений (пшеницы, ржи, ячменя и овса) и оцѣниваетъ ихъ только по объему (въ гектолитрахъ). Въ его классификаціи 16 классовъ, именно для пшеницы принято 4, для ячменя и ржи по 3, для овса—2, а кромѣ того для пшеницы и ячменя выдѣлено еще по одному классу (очень хорошія папосныя почвы маршей), а также два класса овсяныхъ почвъ (хорошая торфяная, каменнстая почва и плохая сырая торфяная почва). Каждая изъ этихъ группъ почвъ, по Пабету, можетъ давать соответственные урожаи и другихъ растений; такъ пшеничная почва пригодна для рапса, корнеплодовъ, картофеля, клевера, люцерны и проч.; на лучшей ячменной почвѣ удаются многія культурныя растения, ржаныя почвы могутъ быть годны для картофеля, гречихи, люпиновъ, шпергеля; при худшихъ условіяхъ эти почвы могутъ служить пастбищами для овецъ. Недостатокъ классификаціи Пабета заключается существенно въ томъ, что урожаи оцѣниваются только по объему, сравнивая же ихъ по вѣсу, т.-е. по количеству произведеннаго почвою сухого вещества, можно получить числа, показывающія, что одна и та же почва производитъ почти одинаковыя количества разныхъ зерновыхъ хлѣбовъ. Поэтому нѣтъ необходимости дѣлать

*) Versuch einer Anleitung zum Bonitiren und Classificiren des Bodens.

**) Unterricht im Ackerbau und in der Viehzucht. X. Auflage. 1878.

***) Die landwirthsch. Taxationslehre. 1853.

различія между отдѣльными растеніями, а принять за основаніе максимальный и минимальный изъ урожаевъ, между которыми и расположить классы почвъ. Гекке *) и принялъ для характеристики валовой урожайности различныхъ почвъ 15 классовъ, которые оцѣниваются имъ по вѣсовому количеству зерновыхъ хлѣбовъ, причеиъ I классъ характеризуется наивысшимъ урожаемъ, а 15 классъ—самымъ низкимъ; если же урожай бываетъ еще меньше, то онъ считаетъ такую почву непригодною для полевой культуры, а лишь для луговъ и пастбищъ или подъ лѣсъ.

Шенлейтнеръ составилъ экономическую классификацію (по Пабету) на основаніи валовыхъ урожаевъ кормовыхъ растеній, раздѣливъ все почвы по ихъ пригодности для клевера, при этомъ почвы годныя подъ клеверъ, люцерну, эспарцетъ образуютъ 6 классовъ, а непригодныя для кормовыхъ растеній—3 класса. Клеверныя и люцерновые почвы представляютъ вмѣстѣ съ тѣмъ сильныя пшеничныя почвы, эспарцетовыя пригодны также для овса, или клеверныя почвы даютъ урожай ячменя и т. д. Но пригодность почвы для клевера не даетъ во всякомъ случаѣ полнаго представленія о ея добротности, признакъ этотъ имѣетъ болѣе ботаническое, нежели хозяйственное значеніе.

Существуетъ еще нѣсколько экономическихъ классификацій, наирим. по чистому урожаю А. Блокка, по поземельной рентѣ Зеттегаста, экономическая луговая классификація Лангеталя и т. п., но онѣ служатъ примѣромъ еще болѣе искусственныхъ, такъ сказать, детальныхъ раздѣловъ почвы. Не входя въ разсмотрѣніе сущности этихъ классификацій, такъ какъ это составляетъ ближайшую задачу сельскохозяйственной экономіи, а не почвовѣднія, необходимо нѣсколько остановиться на томъ, что все вообще искусственныя классификаціи (техническія и экономическія) преслѣдуютъ одну цѣль—опредѣлить пригодность почвы для различнаго хозяйственнаго пользованія. Эта же пригодность обуславливается съ одной стороны естественными свойствами самой почвы: строеніемъ, содержаніемъ минеральныхъ и органическихъ веществъ, физическими отношеніями почвы, ея топографическими условіями, климатомъ и т. п., а съ другой—способъ пользованія почвою въ значительной степени зависить отъ различныхъ хозяйственныхъ условій, наирим., положенія относительно усадьбы, стоимости обработки, удобрения, цѣны на продукты и пр. Въ виду этого въ искусственныхъ классификаціяхъ почвы часто группируются, по ихъ хозяйственному значенію, на полевыя, луговыя, пастбищныя и т. д. Такое раздѣленіе, весьма условное и не заключающее въ себѣ ничего строго опредѣленнаго, основано собственно на томъ, что при данныхъ климатическихъ и хозяйственныхъ условіяхъ однѣ почвы продуцируютъ наибольшее количество полевыхъ растеній, другія даютъ лучший

*) W. Hecke. Ökonomische Klassifikation der Ackerlandes auf Grundlage der Rohertrages. Zitirt aus Haberlandt's „Pflanzenbau“.

сборъ кормовыхъ растений, третья наиболѣе отвѣчаютъ произрастанію древесныхъ растений, четвертая пригодна подъ пастбища и т. п.

Подъ *пахотными (полевыми)* почвами въ классификаціяхъ разумѣются наиболѣе плодородные участки, отличающіеся глубиною почвеннаго слоя, достаточно влажные, съ такимъ ровнымъ положеніемъ, что не представляютъ большихъ затрудненій при обработкѣ и не подвержены размыванію водою. Смотри по ихъ продуктивности относительно извѣстныхъ растений, почвы эти раздѣляются на пшеничныя, ячменныя, ржаныя и овсяныя, а также клеверныя или негодныя для разведенія клевера или вообще бобовыхъ травъ.

Пшеничная почва должна быть богата питательными веществами и плодородна, отличаться связностью и влажностью (свѣжія почвы), ровнымъ или теплымъ склономъ. Навысшіе урожан пшеницы даютъ всѣ лучшія глинистыя, суглиннистыя и связныя перегнойнопесчаныя и мергельныя почвы. Хорошія пшеничныя почвы пригодны, впрочемъ, и для другихъ хлѣбовъ рапса, плугопольныхъ растений, клевера. При возвышенномъ или низменномъ положеніи, или въ слишкомъ сыромъ или сухомъ климатѣ, такія пшеничныя почвы могутъ измѣняться въ свойствахъ, вслѣдствіе чего, смотря по высотѣ урожаявъ, раздѣляются на 3—4 класса.

Ячменными почвами будутъ всѣ хорошія среднія почвы, отъ суглиннисто-песчаныхъ до плотныхъ суглинковъ, въ особенности же суглиннисто и песчано-мергельныя почвы, а также перегнойно-известковыя почвы съ хорошимъ положеніемъ. Вообще ячмень любитъ почвы средней плотности, плодородныя и умѣренно-влажныя. На хорошихъ ячменныхъ почвахъ удастся также пшеница, кормовыя травы (бобовыя), на худшихъ рожь дастъ лучшіе урожан, нежели пшеница.

Овсяными почвами называютъ такія, которыя вслѣдствіе недостаточныхъ физическихъ свойствъ (большой связности или рыхлости) даютъ ненадежные урожан озимыхъ хлѣбовъ, въ особенности пшеницы. Сюда относятся всѣ легкія почвы, непригодныя для ячменя, затѣмъ въ большинствѣ случаевъ осушенныя болотныя (торфяныя) почвы, если онѣ не используются въ качествѣ полевыхъ угодьевъ. Изъ всѣхъ хлѣбныхъ растений болѣе надежные урожан на такихъ почвахъ можетъ давать только овесъ, да и то урожан лучшихъ овсяныхъ почвъ далеко ниже ячменныхъ почвъ, а тѣмъ болѣе пшеничныхъ почвъ. На овсяныхъ почвахъ могутъ быть воздѣлываемы другія растения, наприм. рожь, смотря по положенію, худшія овсяныя почвы пригодны только для травъ.

Къ *ржанымъ почвамъ* причисляются всѣ рыхлыя, сухія, легко нагревающіяся почвы, каковы всѣ песчаныя, начиная отъ хрящеватыхъ, песчаныхъ до супесчаныхъ, — словомъ, почвы, которыя стоятъ на границѣ культурной производительности. Кромѣ ржи на лучшихъ ржаныхъ почвахъ могутъ удаваться: овесъ, картофель, гречиха, шпиргель; на худшихъ почвахъ этого рода даже рожь дастъ очень низкіе урожан.

Клеверными почвами считаются все глубокія, не страдающія ни сухостью, ни избыткомъ грунтовой воды почвы, съ ровнымъ, не возвышеннымъ положеніемъ, содержащія известь и кали. Сюда относятся въ особенности хорошія суглинистыя и мергельныя почвы. Красный клеверъ (*Trifolium pratense*) удается также на тяжелыхъ глинистыхъ почвахъ, люцерна на болѣе легкихъ, теплыхъ почвахъ съ пропущаемою известковою подпочвою, эшарцетъ произрастаетъ даже на сухихъ известковыхъ и возвышенныхъ почвахъ.

Кромѣ полевыхъ почвъ отличаютъ еще луговыя и выгонныя почвы.

Луговыми почвами должны считаться умѣренно связныя, при достаточно влажномъ положеніи, обуславливающимъ успѣшный ростъ травъ. Въ большинствѣ случаевъ къ луговымъ почвамъ причисляютъ такія мѣста, которыя, по причинѣ ихъ влажности или по положенію, подвержены заплыванію, или вълѣдствіе значительнаго удаленія отъ усадьбы не могутъ быть обрабатываемы. Но экономическія соображенія (наприм. возрастающая доходность скотоводства) заставляютъ часто относить къ луговымъ почвамъ и такія, которыя до того были полевыми.

Пастбищными почвами будутъ крутые склоны или рыхлыя, сухія мѣста, или такія почвы, которыя по своимъ энтопическимъ условіямъ не могутъ быть пригодны ни подъ полевыя, ни подъ луговыя угодья. Такъ все крутые склоны могутъ быть использованы только какъ пастбища, потому что такія мѣста не могутъ быть обрабатываемы орудіями; они подвержены смыванію, страдаютъ отъ сухости и потому не даютъ достаточныхъ урожаевъ сѣна; сюда же должно отнести почвы расположенныя въ низменныхъ мѣстахъ, подверженныхъ заболачиванію.

Вообще безусловными пастбищными почвами считаются почвы не по ихъ внутреннимъ свойствамъ, а главнымъ образомъ по мѣстоположенію.

Садовыми почвами могутъ быть очень глубокія, средней плотности, богатая почвы, при извѣстномъ положеніи склона въ отношеніи угла наденія и странъ горизонта. Этотъ родъ почвъ не представляетъ ничего особеннаго, потому что всякая почва, исключая развѣ безусловныхъ пастбищъ, можетъ быть приспособлена къ разведенію плодовыхъ деревьевъ и кустарниковъ посредствомъ извѣстныхъ культурныхъ приемовъ (навозки земель, удобренія, глубокой обработки, орошенія и т. п.). Но предпочтительно удобными садовыми почвами должны считаться перегнойныя, суглинистыя, мергельныя и подобныя имъ глубокія почвы, при южномъ или югозападномъ положеніи; подъ виноградники отводятся рыхлыя, богатая и вывѣтрившіяся почвы на солнечныхъ склонахъ.

Наконецъ *лѣсныя почвы* обладаютъ весьма различными свойствами. Нѣкоторыя бываютъ однако годны только для лѣса, каковы, наприм. каменистыя или болотныя почвы. Вообще въ большинствѣ случаевъ положеніе почвы и хозяйственныя соображенія опредѣляютъ пользованіе почвою, какъ лѣснымъ угодьемъ.

Хорошія дѣсныя почвы должны обладать достаточною глубиною, умѣренною влажностью, худшими будутъ вязкія глинистыя почвы или чисто песчанныя и грубо каменныя. Все эти свойства обуславливаютъ пригодность почвъ для произрастанія тѣхъ или другихъ древесныхъ породъ: такъ букъ, грабъ, дубъ могутъ образоватъ насажденія только на хорошихъ почвахъ, тогда какъ хвойныя породы (сосна, ель) произрастаютъ на худшихъ по качествамъ почвахъ.

Искусственныя классификаціи, вводя въ систему массу самыхъ разнообразныхъ признаковъ, часто неопредѣленныхъ или трудно поддающихся опредѣленію, дѣлаютъ самую группировку почвъ мало пригодною для практическихъ цѣлей и часто прямо сбивчивою. Весьма понятна поэтому необходимость въ установкѣ опредѣленныхъ основаній для составленія классификаціи, которыми бы облегчался трудъ систематизаціи почвъ, особенно для большихъ пространствъ. Исходя изъ такихъ положеній, Бирибаумъ стремился установить именно такія опредѣленные основанія или какъ онъ называетъ моменты группировки почвъ и предложилъ комбинированный методъ для составленія *общихъ классификацій (синтетическихъ)* *). Бирибаумъ считаетъ, что цѣнность земельныхъ угодій можетъ быть только относительная, возможная при данныхъ климатическихъ и хозяйственныхъ условіяхъ, между тѣмъ все классификаціи почвъ стремятся выразить непосредственную характеристику почвъ. Цѣлесообразнѣе было бы, по его мнѣнію, при группировкѣ почвъ обозначать извѣстное число переходныхъ степеней какого-либо свойства, для чего необходимо прежде всего установить опредѣленные моменты классификаціи. Когда дано необходимое число такихъ моментовъ и когда обозначены возможно точно переходныя степени, то затѣмъ каждый отдѣльный моментъ будетъ представлять самостоятельную систематическую схему, а вся классификація будетъ составлена изъ суммы такихъ схемъ, которыхъ должно быть столько, сколько выбрано моментовъ. Такими моментами, по Бирибауму, должны быть слѣдующіе:

- 1) глубина пахотнаго слоя и подпочвы;
- 2) свойства подпочвы;
- 3) связность почвеннаго слоя;
- 4) способность къ обработкѣ;
- 5) поглощительная способность;
- 6) отношеніе къ водѣ и теплу;
- 7) смѣшеніе составныхъ частей;
- 8) запасъ питательныхъ веществъ (гумуса и минералн. соединений);
- 9) культурное состояніе;
- 10) главныя растенія, которыя можно воздѣлывать;
- 11) примѣнимость меліораціи.

*) Birnbaum. Georgika, I. 1870.

Для всѣхъ этихъ моментовъ, смотря по ихъ классамъ, образуются переходныя степени, которыя обозначаются цифрами отъ 10 до 1 и раздѣляются на X классовъ, такъ, наприм., для второго момента свойства подпочвы получаютъ слѣдующіе классы:

I	классъ.	Богатая питательными веществами и отличная по физическимъ свойствамъ подпочва	= 10
II	„	Такая же подпочва, но въ физическомъ отношеніи индифферентная	= 9
III	„	Подпочва односторонняго состава, но хорошая физически.	= 8
IV	„	Одностор. по составу и физически индифферентная	= 7
V	„	Бѣдная питат. веществами, но хорошая физически	= 6
VI	„	Бѣдная и физически индифферентная	= 5
VII	„	Богатая питат. вещ., но плохая физически	= 4
VIII	„	Одностор. по составу, но плохая физически	= 3
IX	„	Бѣдная и плохая физически	= 2
X	„	Плохая во всѣхъ отношеніяхъ	= 1

Такая же группировка производится и для всѣхъ другихъ моментовъ. Въ общемъ для 11 моментовъ получится (по 10 классовъ) 110 пунктовъ оцѣнки, именно для I класса $11 \times 10 = 110$, для II—99 и т. д., для X $11 \times 1 = 11$.

Методъ Бирябаума, который онъ развиваетъ еще далѣе, заслуживаетъ вниманія только въ томъ отношеніи, что предполагаемые имъ моменты, хотя избраны и не все (наприм., исключены климатъ и положеніе), весьма необходимы для классификаціи почвъ вообще, ибо съ нѣкоторыми поправками отвѣчаютъ существеннымъ требованіямъ практической оцѣнки почвъ. Такъ, наприм., культурное состояніе почвы и пригодность ея для обработки, далѣе глубина пахотнаго слоя, свойства подпочвы, строенія, физическія и химическія свойства и т. д. имѣютъ важное практическое значеніе для группировки почвъ. Особенно необходимымъ надо считать механическій составъ почвы, именно содержаніе въ ней мелкозема, а также его составъ, потому что культурная пригодность почвъ стоитъ въ большинствѣ случаевъ въ прямомъ отношеніи къ содержанію и свойствамъ мелкозема. Недостатокъ метода Бирябаума заключается въ томъ, что нѣкоторые выбранные имъ моменты не всегда могутъ быть удачны для оцѣнки почвы, такъ, наприм., непроницаемая подпочва, низко оцѣниваемая въ классификаціи, можетъ быть при извѣстныхъ условіяхъ очень цѣнною, далѣе глубина почвы не находится всегда въ зависимости отъ плодородія, по характеру смѣшенія составныхъ частей почвы еще трудно судить о качествѣ запаса питательныхъ веществъ и т. д. и ни одинъ моментъ, взятый въ отдѣльности, не можетъ вліять на оцѣнку почвы, а только все, взятое въ совокупности, могутъ получить значеніе въ этомъ смыслѣ.

Крафтъ *) стремился исправить неточности общей классификаціи Биря-

*) Lehrbuch der Landwirtschaft. IV. 1885. 19.

баума, введя некоторыя поправки и оцѣнивая моменты для определенной климатической области; такъ, наприм., имъ составлена схема общей классификаціи почвъ для теплаго сухого климата (съ средней годовой температурою $10,1^{\circ}$ С и годовымъ количествомъ осадковъ 440 mm). Но и въ этой схемѣ выборъ моментовъ и чиселъ ихъ оцѣнки страдаетъ произвольностью.

Поэтому синтетическій методъ классификаціи почвъ надо признать удовлетворительнымъ лишь въ томъ случаѣ, когда будутъ определены все ихъ свойства и продуктивность во всеѣхъ направленіяхъ; только тогда можно выразить результатъ взаимодѣйствія всеѣхъ факторовъ, вліяющихъ на почву и обуславливающихъ ея практическое значеніе. Все способы классификаціи даютъ въ этомъ смыслѣ лишь односторонніе и мало убѣдительные результаты. Въ виду этого надо заключить, что основаніями классификаціи почвъ могутъ служить непосредственныя изслѣдованія ихъ внутреннихъ и внешнихъ свойствъ (механическихъ, физическихъ, энтоническихъ и химическихъ), а также климатическихъ и хозяйственныхъ условій. Только такія прямыя изслѣдованія могутъ служить руководствомъ для систематики почвъ и определенія ихъ научнаго и практическаго значенія. Въ последнее время все чаще прибѣгаютъ къ такому приему изученія и группировки почвъ и надо сознаться, что этотъ именно путь, несомнѣнно, представляется единственно рациональнымъ для достиженія цѣли.

XI. Бонитировка почвъ.

Изъ разсмотрѣнія различныхъ способовъ классификаціи почвъ видно, что не выработано еще такой ихъ группировки, которая давала бы полное, всестороннее понятіе о почвѣ, опредѣляла бы вполне ея продуктивность. Между тѣмъ въ практическомъ отношеніи такое всестороннее представленіе о почвѣ чрезвычайно важно и необходимо, потому что, если извѣстны все особенности данной почвы, то этимъ опредѣляются все тѣ культурные приемы, которые должны быть примѣняемы при разведеніи растений. Иначе говоря, чтобы оцѣнить сущность и значеніе всеѣхъ факторовъ, вліяющихъ на культурную продуктивность почвы и знать окончательный результатъ ихъ взаимодѣйствія, необходимо изслѣдовать почву во всеѣхъ направленіяхъ. Такое направленіе вообще называется оцѣнкою почвы, при чемъ, если почва изслѣдуется въ отношеніи лишь внутреннихъ или внешнихъ (техническихъ) свойствъ, то такая оцѣнка называется бонитировкою или опредѣленіемъ добротности почвы. Оцѣнка же почвы со стороны экономическихъ условій, главнымъ образомъ относительно приносимаго ею чистаго дохода, называется таксаціею земель. Въ почвовѣдѣніи могутъ быть разсматриваемы лишь способы бонитировки, или технической оцѣнки почвъ, оцѣнка же экономи-

ческая составляет предметъ изученія сельскохозяйственной экономіи и счетоводства. Само собою очевидно, что экономическая оцѣнка можетъ быть произведена цѣлесообразно лишь на основаніи данныхъ технической оцѣнки или бонитировки, которою и можетъ быть опредѣлена пригодность почвы для той или другой культуры и ожидаемый отъ нея чистый доходъ.

Сущность бонитировки состоитъ въ изслѣдованіи всѣхъ тѣхъ свойствъ, которыя оказываютъ влияние на плодородіе почвы и развитіе на ней растеній: тѣмъ полнѣе будутъ такіа изслѣдованія, тѣмъ правильнѣе можетъ быть и сужденіе о почвѣ. При такихъ изслѣдованіяхъ почвы должны быть опредѣляемы какъ геогностическія, такъ и агрономическія условія. Въ геогностическомъ отношеніи важно главнымъ образомъ опредѣленіе происхожденія почвы, отношеніе ея къ материнской породѣ, степень и ходъ вывѣтриванія. Въ агрономическомъ отношеніи необходимо знать тѣ свойства и явленія, которыя обнаруживаютъ составныя части почвы, ихъ взаимодѣйствіе и влияние на произростаніе растеній, а такъ какъ это послѣднее обуславливается также внѣшними факторами, между которыми климатъ и мѣстоположеніе наиболѣе значительны по существу, то изслѣдованіе почвы должно быть производимо и въ отношеніи ея техническихъ свойствъ. Если будетъ произведено такое всестороннее изслѣдованіе почвы, то бонитировка является полною; но для рѣшенія многихъ практическихъ вопросовъ часто бываетъ достаточно изслѣдованія болѣе характерныхъ свойствъ, въ такомъ случаѣ руководствуются краткими, упрощенными приемами бонитировки.

Прежде всего важно опредѣленіе климатическихъ факторовъ, дѣйствующихъ на почву. Въ этомъ отношеніи необходимо знать три элемента: теплоту, влажность и значеніе господствующихъ вѣтровъ. Тепловыя данныя должны быть извѣстны на основаніи наблюденій температуры, годовыхъ, мѣсячныхъ и суточныхъ. Имѣя такіа наблюденія за продолжительный періодъ времени можно легко ориентироваться въ томъ влияніи, которое оказываетъ распределеніе тепла въ данной мѣстности на почву и на произрастающія на ней растенія. Такими данными часто прямо рѣшаются многіе культурные вопросы. Влажность опредѣляется на основаніи суммы и распределенія атмосферныхъ осадковъ (дождя и снѣга), выпадающихъ, какъ въ годовой періодъ, такъ въ особенности весною, во время развитія растеній; опредѣленіе снѣжнаго покрова (толщины и продолжительности) имѣетъ также не маловажное значеніе для сужденія о влияніи зимнихъ температуръ на почву и о количествѣ весенней воды. Знаніе силы и направленія господствующихъ вѣтровъ должно входить въ предварительныя изслѣдованія по понятнымъ влияніямъ вѣтровъ на тепловыя и гидрометрическія отношенія почвы; кромѣ того этимъ можетъ быть опредѣлена необходимость различныхъ мѣръ защиты отъ вреднаго дѣйствія сухихъ и холодныхъ вѣтровъ. Полезно, разумѣется, имѣть въ виду и другіе климатическіе факторы, напр., число облачныхъ дней дастъ понятіе о продолжительности инсоляціи почвы

въ теченіе вегетационнаго періода, число и распредѣленіе ливней и града, повторяемость и количество росъ и т. п.; все это не лишено значенія при изслѣдованіи общихъ въѣвниихъ вліяній. Кромѣ климатическихъ факторовъ и оцѣнки ихъ дѣйствія на почву, необходимо опредѣлить географическое и топографическое положеніе послѣдней; первое выводится изъ имѣющихся опредѣленій широты и долготы мѣсть; возвышеніе надъ уровнемъ моря, рельефъ поверхности, склонъ къ горизонту безъ большихъ затрудненій опредѣляются гипсометрическимъ путемъ и нивелировкой. Ко всему этому надо прибавить указанія на окружающіе почву предметы: лѣса, горы, рѣки, озера и т. п., такъ какъ вліяніе всѣхъ подобныхъ окрестностей весьма значительно. Предварительныя изслѣдованія заканчиваются описаніемъ прошлаго состоянія данной почвы, именно здѣсь необходимо знать, находилась ли она въ культурѣ или представляетъ новое мѣсто, цѣлину, залежь или обыкновенное поле, какими растеніями почва использовалась, далѣе родъ и способъ обработки, удобрения, порядокъ смѣны растеній (сѣвооборотъ), улучшенія, производившіяся на почвѣ, въ родѣ навозки земель, орошенія, осушки и т. п.

Послѣ опредѣленія такихъ предварительныхъ данныхъ приступаютъ къ изслѣдованію самой почвы. Здѣсь необходимо знать ея происхожденіе, механическій составъ, строеніе, физическія и химическія свойства, наконецъ, техническія свойства относительно глубины и свойствъ почвенныхъ наслоеній, уровни грунтовой воды, свойствъ дикой растительности и т. п.

Для опредѣленія состава и свойствъ почвы необходимо имѣть возможно точный *средній образчикъ* съ изслѣдуемаго участка. Выборъ средняго образчика бонитируемой почвы имѣетъ очень важное значеніе и отъ степени тщательности, съ какою было взято такое количество почвы, въ которомъ соединились бы свойства всей изслѣдуемой площади, прямо зависятъ результаты изслѣдованія и ихъ соответствіе съ дѣйствительностью.

Прежде чѣмъ приступить къ полученію средняго образчика, необходимо знать геологическое строеніе данной почвы по всей ея глубинѣ, т. е. опредѣлить подстилающую ее горную породу, для того чтобы судить о происхожденіи почвы, коренная ли она, или наносная, степень вывѣтриванія различныхъ слоевъ и переходы ихъ въ этомъ отношеніи, однородность нахотнаго слоя и подпочвы, рельефъ и мощность слоевъ въ различныхъ мѣстахъ изслѣдуемой площади. Всѣ эти данныя могутъ быть добыты посредствомъ вертикальныхъ разрѣзовъ, или шурфованіемъ посредствомъ почвеннаго зонда или бурава. Если окажется, что почва на всемъ пространствѣ однообразна по своему залеганію и свойствамъ, то составляется одинъ общій образчикъ, отдѣльно для верхняго слоя и отдѣльно для подпочвы. Если же изслѣдованіе покажетъ весьма измѣчивое состояніе почвы въ разныхъ мѣстахъ по степени вывѣтриванія, толщинѣ и свойствамъ слоевъ, то необходимо получить нѣсколько образчиковъ со всѣхъ возвышенныхъ и низменныхъ мѣсть, рѣзко отличающихся по свойствамъ, и изслѣдовать ихъ отдѣльно.

Составление среднего образчика производится такимъ образомъ: прощя всего берутъ почвенныя пробы въ пяти мѣстахъ данной площади, одну по срединѣ, а остальные четыре близъ угловъ, но для большей точности изслѣдованія пробы слѣдуетъ брать съ возможно большаго числа мѣстъ. Для этого всю площадь раздѣляютъ продольными и поперечными линиями, на разстояніи 1—5 сажень и на пересѣченіи ихъ выбираютъ пробы почвы. Съ этою цѣлью выкапываютъ лопатою ямы различной глубины, смотря по толщинѣ почвенныхъ слоевъ, полевую стѣнку такой ямы, вертикально срезаваютъ, для того чтобы видѣть расположеніе слоевъ; при этомъ самый верхній (травянистый) слой снимается и отбрасывается, такъ какъ присутствіе дернины, корней и т. п. будетъ вліять на результаты изслѣдованія, затѣмъ отъ почвы отрѣзывается параллельнодъ, высотой 3—8 дюймовъ и болѣе, до того мѣста, гдѣ ясно замѣтенъ переходъ верхняго слоя въ нижній. Этотъ вынутый слой при дальнѣйшемъ изслѣдованіи обозначается почвою; изъ подпочвы точно такимъ же образомъ берется одна или нѣсколько пробъ, смотря по различію наслоеній. Такъ поступаютъ во всехъ намѣченныхъ пунктахъ. Вынутые образчики почвы и подпочвы смѣшиваются, почва отдѣльно, подпочва тоже, составляется общій образчикъ почвеннаго слоя и общій образчикъ подпочвы. Удобнѣе и скорѣе выбрать пробы посредствомъ почвеннаго бурава, такъ какъ при этомъ можно ихъ взять съ большаго числа мѣстъ и съ значительной глубины (до 1½ аршина) и избѣжать мѣшкотной работы при производствѣ разрѣзовъ, сниманія верхняго задержнаго слоя и т. п. Почвеннымъ буромъ (американскимъ) или землянымъ зондомъ проф. Орта можно прямо вынуть почвенную пробу на желаемой глубинѣ и видѣть порядокъ и толщину напластованій, наконецъ, при употребленіи почвеннаго бурава устраняется, при большомъ числѣ пунктовъ, слишкомъ большой объемъ земли, а можно взять ея именно такое количество, съ которымъ всего удобнѣе манипулировать, словомъ, работа по составленію среднего образчика въ этомъ случаѣ значительно упрощается и ускоряется.

Вынутыя пробы, почвы и подпочвы отдѣльно, тщательно перемѣшиваются (при однородности почвы), и изъ такой смѣси берется не менѣе 10—15 фунтовъ почвы и подпочвы для изслѣдованія. Такъ какъ почва, взятая съ данной площади, можетъ находиться въ различномъ состояніи влажности и рыхлости, то для удобства дальнѣйшаго манипулированія ее надо предварительно просушить. Для этого почву разстилаютъ на пропускной бумагѣ тонкимъ слоемъ и, когда она просохнетъ, то такую воздушно-сухую почву сохраняютъ въ стеклянныхъ банкахъ съ притертыми пробками, чтобы она не измѣнялась отъ поглощенія различныхъ газовъ и паровъ; это особенно важно при сохраненіи глинистыхъ и перегнойныхъ почвъ, которыя способны сильно поглощать амміакъ и, слѣдовательно, при опредѣленіи въ нихъ азота могутъ обнаружить преувеличенный составъ. Кромѣ того всякая почва въ воздушно-сухомъ состояніи (15—17°) притягиваетъ влагу изъ воздуха,

а при долгомъ сохраненіи такая гигроскопичность не останется безъ вліянія на свойства почвы. Въ виду этихъ соображеній, чтобы сохранить изслѣдуемую почву по возможности въ первоначальномъ видѣ, гораздо лучше просушить ее въ теченіе 4—5 часовъ при температурѣ 50° С и уже послѣ такого просушиванія сохранять для дальнѣйшаго изслѣдованія.

Приготовленная такимъ образомъ почва подвергается прежде всего *механическому анализу*. При этомъ необходимо опредѣлить не только количество скелета и мелкозема, содержащееся въ бонитируемой почвѣ, но изслѣдовать составныя части того и другого, такъ какъ отношеніе скелета къ мелкозему даетъ понятіе о строеніи данной почвы, опредѣленіе же глины, песку и пр. укажетъ на ближайшія свойства почвы. Для механическаго анализа почва размельчается въ ступкѣ (деревяннымъ пестомъ) или еще лучше кинятится нѣсколько часовъ съ водою для того, чтобы полнѣе разбѣднить комки, опредѣлить крупныя части (камни, растительные остатки и пр.) отъ приетавшихъ къ нимъ иловатыхъ частицъ. Послѣ этого почва просушивается и просѣивается черезъ сита для отдѣленія крупныхъ частицъ, а прошедшіе чрезъ послѣднее сито продукты подвергаются отмучиванію.

Отмучиваніе производится вышеуказанными способами *), а потому, не останавливаясь на нихъ здѣсь, обратимся къ разсмотрѣнію изслѣдовація отдѣльныхъ механическихъ продуктовъ, именно глины и кварца (песку). Опредѣленіе этихъ составныхъ частей скелета и мелкозема можетъ часто замѣнить механическій анализъ и оно имѣетъ важное значеніе въ томъ отношеніи, что по количеству глины и песку уже можно судить о главнѣйшихъ физическихъ свойствахъ почвы, отчасти и о химическихъ, потому что какъ глина, такъ и песокъ, опредѣляемые обыкновенно въ почвахъ, представляютъ не только каолинъ и кварцъ, но весьма разнородныя по составу мелкія частицы (смѣсь силикатовъ, окисей и т. п.).

Опредѣленіе глины можетъ быть произведено различными способами, наприм. химическимъ, т.-е. обработкою мелкозема соляною кислотою, нагрѣваніемъ остатка съ содою, прокаливаніемъ и т. п., но этотъ способъ хлопотливъ и даетъ лишь приблизительные результаты. Для практическихъ цѣлей пригоденъ болѣе простой способъ опредѣленія глины, или собственно иловатыхъ частицъ, такъ какъ содержаніе тонкаго ила въ почвѣ даетъ прямо понятіе о ея связности и отношеніяхъ къ водѣ. Но частицы тонкаго ила могутъ состоять не только изъ глины (собственно каолина), а также изъ кварцевой пыли, силикатовъ, гумуса и т. п., поэтому при одинаковомъ процентномъ содержаніи иловатыхъ частицъ двѣ почвы могутъ быть обнаруживать большое различіе въ свойствахъ. Цѣль достигается лучше, если для опредѣленія глины пользоваться отмучиваніемъ и химическимъ изслѣ-

*) См. выше. Механическій составъ почвы.

дованіемъ, въ особенности для такихъ почвъ, которыя содержатъ мало крупныхъ частицъ, наприм., глина, лёссъ, мергель и проч.

По способу Шлезинга опредѣленіе глины производится слѣдующимъ образомъ: берутъ 10 грам. мелкозема, взмучиваютъ его въ водѣ и прибавляютъ соляной или азотной кислоты для растворенія извести и разложенія глинозема (каолина) съ гуминовыми веществами. Послѣ того, какъ взмученныя частицы осядутъ, жидкость сливаютъ, остатокъ промываютъ до тѣхъ поръ, пока стекающая вода не будетъ давать реакціи на известь. Остатокъ взболтанный съ 250 сс. воды и 2—3 сс. амміака (или $\frac{1}{2}$ грам. KNO_3) для растворенія гумуса дигерирруется въ теченіе сутокъ, послѣ чего мутную жидкость, въ которой суспендированы глинистыя частицы, сливаютъ сифономъ, прибавляютъ воды, опять оставляютъ въ покоѣ, сливаютъ и продолжаютъ эти операціи до тѣхъ поръ, пока вода не сдѣлается прозрачною. Слитую жидкость, содержащую глину и растворъ гуминовыхъ веществъ, осаждаютъ нѣсколькими граммами хлористаго аммонія, при чемъ глина быстро коагулируетъ (свертывается и осѣдаетъ), а оставшуюся жидкость сливаютъ, промывая вмѣстѣ съ этимъ осѣвшую глину, которую затѣмъ высушиваютъ и взвѣшиваютъ. Методъ Шлезинга, однако, не даетъ совершенно точныхъ результатовъ *), потому что при осажденіи глины къ ней примѣшиваются также другія составныя части тонкаго ила, въ томъ числѣ песчаныя (слюда, кварцъ и др.), вообще частицы $0,001$ mm. въ діаметрѣ и ниже; кромѣ того свойства глины, при различныхъ условіяхъ, бываютъ различны, особенно въ отношеніи времени, въ теченіе котораго она можетъ находиться въ взмученномъ состояніи. Такъ, наприм., глина, которая была заморожена и обработана спиртомъ, способна быстро осѣдать въ водѣ и потеряла способность висѣть долгое время въ жидкости даже послѣ того, какъ она находилась нѣсколько мѣсяцевъ подъ водою. Съ другой стороны, мелкія кварцевыя частицы могутъ суспендироваться въ жидкости въ теченіе нѣсколькихъ часовъ и даже дней. Поэтому очевидно, что въ сутки, какъ требуется по способу Шлезинга, полученные осадки не будутъ свободны отъ глины, а слитыя жидкости, кромѣ глины, будутъ содержать песчаныя частицы.

Опредѣленіе глины можетъ быть произведено еще и такъ, что изъ почвы выдѣляютъ всѣ растворимыя въ кислотахъ основанія и гидратную кремневую кислоту, остатокъ же принимается за чистую глину (каолинъ). Для этого почву обрабатываютъ, при кипяченіи, соляною кислотою, то, что останется, выщелачиваютъ сѣрною кислотою, при этомъ удаляется большая часть нерастворимыхъ веществъ, за исключеніемъ кремневой кислоты, ее растворяютъ кипяченіемъ съ содою и ѣдкимъ натромъ, фильтратъ выпариваютъ, прибавивъ къ нему избытокъ соляной кислоты и отдѣ-

*) См. изслѣдованія Состеньи и Пеллигрини Landw. Versuchstat. 1880. 25, S. 47—48.

лиютъ осѣвній кремнеземъ. Но и этотъ способъ не можетъ дать точныхъ результатовъ. Поэтому для сужденія о количествѣ глины въ почвѣ для практическихъ цѣлей достаточно опредѣлить посредствомъ механическаго анализа общее количество мелкихъ частицъ (ниже $0_{,01}$ мм.), содержащихся въ данной почвѣ, и принять ихъ за глину. Въ большинствѣ случаевъ глина не находится въ почвѣ въ чистомъ видѣ, а потому количество найденныхъ иловатыхъ частицъ можетъ служить указаніемъ на ихъ значеніе въ почвѣ. Для лучшаго раздѣленія такихъ частицъ, какъ показали опыты Гильгарда и Осборна, предъ отмучиваніемъ прокипятить почву въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, а затѣмъ отмучивать.

Опредѣленіе песку имѣетъ значеніе потому, что его количество и составъ будетъ имѣть вліяніе на свойства почвы, слѣдовательно это опредѣленіе дастъ возможность ея ближайшей оцѣнки. Песокъ, находящійся въ почвѣ, можетъ быть весьма различенъ въ минералогическомъ и химическомъ отношеніяхъ, именно онъ представляетъ результатъ механическаго вывѣтриванія горныхъ породъ и состоитъ изъ кварца или изъ зеренъ трудно разлагающихся минераловъ. Такъ какъ тѣ и другія зерна, образующія песокъ, по физическому значенію одинаковы, а различіе ихъ можетъ зависетьъ лишь отъ величины и формы частицъ, то для опредѣленія общаго ихъ количества можетъ служить механическій анализъ. Крупныя зерна отдѣляются просѣиваніемъ на ситахъ Кюона, а мелкія раздѣляются въ приборахъ для отмучиванія. Для отдѣленія же кварцеваго песку отъ силикатовъ необходимъ минералогическій и химическій анализъ.

Опредѣленіе механическаго состава почвы въ цѣляхъ боитировки имѣетъ основное значеніе, ибо по процентному содержанію частицъ разной величины можно сдѣлать непосредственный выводъ о физическихъ свойствахъ почвы. Но одного этого изслѣдованія, для полнаго сужденія о значеніи почвы по отношенію къ растеніямъ, въ особенности о ея плодородіи, еще не достаточно. Желательно имѣть данныя о ближайшей природѣ и свойствахъ различныхъ механическихъ составныхъ частей почвы. Въ виду этого не лишено пракческаго значенія изслѣдованіе минералогическаго состава почвы, такъ какъ по этому можно судить о происхожденіи почвы изъ различныхъ горныхъ породъ, составныя части которыхъ, попадая въ почвы, служатъ запасомъ питательныхъ веществъ для растеній или, иначе говоря, выражаютъ, смотря по степени ихъ вывѣтриванія, богатство и плодородіе данной почвы. Кромѣ того такое изслѣдованіе дастъ возможность опредѣлить коренное или наносное происхожденіе почвы и сдѣлать выводъ о ея будущности. Съ этою цѣлью производится *минералогическій анализъ* почвы, или изслѣдованіе тѣхъ обломковъ, по которымъ можно сдѣлать заключеніе о происхожденіи почвы. Для такого анализа пригодны только крупныя частицы или скелетъ, потому что въ немъ собственно и находятся не измѣненные химически остатки различныхъ минераловъ и горныхъ породъ, изслѣдованіе

же мелкозема не можетъ дать точныхъ данныхъ на этотъ счетъ, такъ какъ въ немъ минеральные остатки подверглись уже сильному химическому разрушенію, по которому очень трудно (микроскопическимъ изслѣдованіемъ) возстановить первоначальный матеріалъ для образованія почвы.

При минералогическомъ изслѣдованіи частицы выше 2 мм. въ діаметрѣ, а также грубый песокъ (2—1 мм.) можно опредѣлить непосредственно. Для этого нѣкоторое количество скелета промывается водою, для отдѣленія представшихъ къ нему пылеватыхъ частицъ, а затѣмъ посредствомъ лупы и пинцета отбираютъ однородныя зерна и ислѣдуютъ ихъ на цвѣтъ, блескъ, твердость, спайность, плавкость и магнитныя свойства, болѣе мелкія зерна испытываютъ кислотою на шпигіне (выдѣляется углекислота *). Дальнѣйшее изслѣдованіе мелкихъ минеральныхъ остатковъ основано на опредѣленіи удѣльнаго вѣса посредствомъ жидкостей опредѣленной плотности. Посредствомъ такихъ растворовъ можно раздѣлить, руководствуясь таблицею удѣльныхъ вѣсовъ главнѣйшихъ минераловъ, составныя части мелкаго песку. Если необходимо опредѣлить содержаніе кварца въ мелкихъ частицахъ почвы, а также количество пылеватыхъ минеральныхъ веществъ, то для этого можетъ быть пригоденъ коевелный методъ, предложенный Газардомъ **) и состоящій въ разложеніи силикатовъ сѣрною кислотою въ запаянной трубкѣ при 250° С., при этомъ остаются не разложенными ортоклазъ, альбитъ и кварцъ, а все остальные (гранатъ, роговая обманка, талькъ, шперегенъ, слюды и пр.) совершенно растворяются. Опредѣливъ количество кремнезема въ остаткѣ (сильвленіемъ съ содою), по разности можно судить о количествѣ кварца, бывшаго въ почвѣ.

Минералогическій анализъ крупныхъ частицъ можетъ дать заключеніе о матеріалѣ, служившемъ для образованія данной почвы, и о пригодности его къ дальнѣйшимъ измѣненіямъ. Такъ, наприм., если между хрящеватыми и песчанистыми частицами будутъ найдены обломки полевыхъ шпатовъ, роговой обманки, известняка и т. п. минераловъ и породъ, то можно прямо ожидать, что, вслѣдствіе вывѣтриванія этихъ обломковъ, съ теченіемъ времени въ почвѣ будетъ пополняться запасъ питательныхъ веществъ. Напротивъ, если анализъ обнаружитъ въ скелетѣ большое содержаніе кварца, то такая почва, какъ неспособная къ химическимъ измѣненіямъ и по содержанію кремнезема, мало имѣетъ значенія въ будущемъ. Но подобныя минералогическія изслѣдованія могутъ имѣть лишь общее значеніе, такъ какъ количество и составъ мелкозема въ почвѣ гораздо вѣрнѣе выражаютъ настоящее и будущее значеніе почвы въ отношеніе ея плодородія, нежели одно минералогическое изслѣдованіе скелета.

Дальнѣйшее изслѣдованіе почвы должно состоять въ опредѣленіи *физи-*

*) Подробности см. F. Steinriede: „Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse“. 1889.

**) См. Fresenius: Zeitschrift für analytische Chemie. XXIII, S. 158—160.

ческихъ свойствъ. Изслѣдованіе физическихъ свойствъ полезно произвести, во-первыхъ, надъ общею массою почвы (средняя проба), а во-вторыхъ надъ среднею пробою мелкозема, ибо лишь при этихъ условіяхъ можно получить вѣрное понятіе о физическихъ отношеніяхъ почвы. При изслѣдованіи средняго образчика всей почвы можно получить представленіе о тѣхъ внутреннихъ и внешнихъ свойствахъ, которыя проявляетъ данная почвенная смѣсь при существующемъ въ ней отношеніи скелета къ мелкозему. Второе испытаніе, средней пробы мелкозема, существенно важно для того, чтобы судить объ отношеніи пловатыхъ частицъ къ водѣ, потому что отъ этого отношенія главнымъ образомъ будетъ зависѣть связность, прилипаніе, набуханіе, влагоемкость, проницаемость, испареніе и тепловыя отношенія, которыми, и вмѣстѣ взятыми и морозы, могутъ быть рѣшены многіе практическіе вопросы, наприм. о количествѣ необходимой для обработки упряжной силы, о послѣдовательности (времени) и числѣ разнаго рода обработокъ, т.-е. о степени разрыхленія вообще, вопросъ о сохраненіи и регулированіи влаги въ почвѣ, о глубинѣ задырки сѣмянъ и многое другое. Вообще говоря, чѣмъ полнѣе будетъ произведено физическое изученіе почвы, тѣмъ лучше достигается цѣль ея бонитировки, тѣмъ рациональнѣе будутъ тѣ культурныя приемы и улучшенія, которыя должны быть примѣняемы къ данной почвѣ.

Для изслѣдованія физическихъ свойствъ берутъ изъ средняго образчика отдѣльную порцію почвы, отъ 100 до 500 грам. и столько же для изслѣдованія свойствъ мелкозема. Одинъ изъ физическихъ свойствъ могутъ быть опредѣлены въ естественномъ состояніи, на полѣ, о другихъ можно составить понятіе экспериментальнымъ путемъ. Для практическихъ цѣлей было бы лучше изслѣдовать все, или по крайней мѣрѣ главнѣйшія, физическія свойства почвы въ естественныхъ ея условіяхъ, но для такого изслѣдованія не имѣется вовсе пригодныхъ способовъ, а часто оно совершенно не возможно, а поэтому неизбѣжно приходится ставить почву въ искусственныя условія опыта. Въ естественномъ состояніи можно опредѣлить *цвѣтъ почвы*, разсматривая ее во влажномъ состояніи, потому что сухая почва бываетъ всегда свѣтлѣе и слѣдовательно не дастъ точнаго представленія о настоящей окраскѣ. Само собою понятно, что степень инсоляціи, при которой почва разсматривается, крупность комковъ, уплотненіе и прочія условія дѣлаютъ изслѣдованіе цвѣта весьма субъективнымъ и часто прямо ошибочнымъ, но опредѣленіе цвѣта надъ отдѣльными образчиками почвы еще болѣе увеличиваетъ субъективность и еще менѣе пригодно для правильныхъ выводовъ.

О степени связности почвы можно также судить на основаніи прямыхъ наблюденій, такъ наприм., по трудности обработки почвы при различномъ состояніи влажности, по способности образовывать глыбы, или разсыпаться послѣ обработки; прилипаніе почвы легко наблюдается во влажномъ состояніи по примазыванію къ орудіямъ; объ отношеніяхъ почвы къ водѣ можно

судить по степени проникновения дождевой воды, скорости просыхания поверхности, образованию коры, трещинъ и т. п. Наконецъ измѣреніе температуры на поверхности и на глубинѣ въ различное время года и при различномъ состояніи почвы даетъ уже прямое заключеніе объ ея отношеніяхъ къ теплотѣ, т.-е. о нагрѣваніи и охлажденіи данной почвы.

Экспериментальное изслѣдованіе физическихъ свойствъ можетъ касаться или всѣхъ или только главнѣйшихъ. При полномъ изслѣдованіи надо опредѣлять: удѣльный и объемный вѣсъ почвы, скважность, измѣненіе объема при высыханіи, связность или абсолютную и относительную твердость комочковъ, прочность строенія, прилипаніе, волосность или высоту и скорость поднятія воды, влагоемкость, проницаемость и испареніе воды изъ почвы, способность поглощать и распределять газы, теплоемкость, теплопроводность и лученепусканіе. Но можно довольствоваться болѣе важными опредѣленіями, именно вѣса почвы, скважности и связности, волосности и влагоемкости, испаренія воды, поглощенія газовъ и паровъ и опредѣленіемъ температуры на принятой глубинѣ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ даже одно изслѣдованіе отношенія почвы къ водѣ, т. е. способность ея поглощать и испарять воду (высыхать), можетъ уже служить существеннымъ указаніемъ на физическія свойства почвы.

Опредѣленіе *удѣльнаго вѣса* можетъ быть произведено по способу флакона (см. выше). Съ тою же цѣлью можетъ быть примѣненъ пикнометръ Шумана, состоящій изъ низкой, широкой колбочки (100—150 С. С.), въ горло которой вставлена градуированная стеклянная трубка (40 С. С. съ дѣленіями до $\frac{1}{10}$). Колбочка наполняется до 0 черты терпентиннымъ масломъ, затѣмъ чрезъ воронку насыпаютъ 100 грам. почвы, осторожно встряхиваютъ весь приборъ для удаленія воздуха и даютъ осѣсть твердымъ частицамъ и устанавливается уровню жидкости въ трубкѣ. Зная объемъ жидкости, по измѣненію ея уровня въ трубкѣ, равный объему взятой почвы, берутъ отношеніе между ними и находятъ удѣльный вѣсъ.

Опредѣленіе абсолютнаго или *объемнаго вѣса* почвы состоитъ въ томъ, что просѣянную чрезъ сито (1—2 мм) воздушно-сухую почву всыпаютъ въ сосудъ извѣстной емкости, постоянно встряхивая его, до тѣхъ поръ пока при дальнѣйшемъ встряхиваніи не будетъ происходить увеличеніе объема. Затѣмъ взятый объемъ взвѣшиваютъ и перечисляютъ на какой-либо объемъ, наприм. литръ, куб. метръ и т. п. Если въ изслѣдуемой почвѣ (высушенной при 100—125° С.) извѣстно содержаніе гигроскопической воды, то найденный объемный вѣсъ долженъ быть отнесенъ къ сухому веществу. Изъ найденнаго объемнаго вѣса легко найти кажущіеся удѣльный вѣсъ, если величину перваго раздѣлить на вѣсъ такого же объема воды.

Опредѣленіе *скважности* или пористости почвы легко и точно можетъ быть сдѣлано на основаніи найденнаго кажущагося и истиннаго удѣльныхъ вѣсовъ, такъ какъ всѣ экспериментальные способы даютъ менѣе точные

результаты. Напримеръ, если истинный уд. вѣсъ почвы, высушенной при $100-125^{\circ}$ С, былъ $2,3413$, а кажущийся $1,099$, то объемъ твердыхъ частицъ въ % будетъ:

$$2,3413 : 1,099 = 100 : x, \text{ или } x = 43,2 \%$$

а следовательно объемъ промежутковъ или скважность почвы равняется $100 - 43,2 = 56,8\%$. Въ естественномъ состояннн опредѣленіе скважности можетъ дать другіе результаты, смотря по рыхлости, влажности почвы и др. условіямъ.

Измѣненіе объема почвы при высыханнн можетъ быть изслѣдовано по способу Э. Вольфа. Для этого опредѣляютъ тотъ объемъ, который почва принимаетъ при полномъ насыщеннн ея водою и сравниваютъ его съ объемомъ воздушно-сухой почвы. Именно отвѣшенное количество почвы (25—30 грам.) взвѣшиваютъ въ градуированномъ цилиндрѣ съ водою, въ которой растворено 1% NH_4Cl и оставляютъ стоять 24 часа въ покоѣ, послѣ этого времени объемъ осѣвшей почвы при дальнѣйшемъ стояннн болѣе не увеличивается и жидкость дѣлается прозрачною. Сравнивая найденный объемъ насыщенной водою почвы съ такимъ же объемомъ сухой, получимъ разность, которая и покажетъ некое измѣненіе объема. Эта разность представляетъ наибольшее измѣненіе объема почвы при ея полной влагоемкости, въ дѣйствительности же почва очень рѣдко бываетъ совершенно насыщена водою, а потому измѣненіе ея объема въ естественныхъ (среднихъ) условіяхъ будетъ во всякомъ случаѣ меньшее, а, какъ извѣстно, нѣкоторыя почвы (песчанья) при полномъ насыщеннн водою даже уменьшаются въ объемѣ, перегнойныя же и особенно глинистыя почвы, напротивъ, значительно увеличиваются (отъ набуханія), а потому при высыханнн у первыхъ почвъ произойдетъ повышение, а у вторыхъ уменьшеніе объема. При этомъ если высыханіе будетъ сильное, то образуются трещины и щели что можно легко изслѣдовать, приготовляя изъ почвы насыщенной водою цилиндры и подвергая ихъ затѣмъ сильному высушиванню.

Весьма важное практическое значеніе имѣетъ опредѣленіе *связности почвы* въ сухомъ состояннн. Но все имѣющіеся для этого лабораторные способы даютъ приблизительные результаты, такъ какъ изслѣдованіе связности производится обыкновенно надъ небольшимъ количествомъ почвы и при томъ въ искусственномъ состояннн послѣдней. Правильнѣе было бы опредѣлять связность при тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ почва находится въ природѣ, т. е. при данномъ строеннн, влажности и т. п., но для подобнаго опредѣленія до сихъ поръ не выработано цѣлесообразнаго метода. Въ виду этого найденныя при опытахъ надъ связностью числа будутъ всегда выше дѣйствительнаго сѣвленія частицъ. Для опредѣленія связности почвы употребляется способъ Габерландта, или Шюблера (см. выше). Кромѣ связности полезно знать абсолютную *прочность почвы*, выражающую *прочность ея строснн*, т. е. способность комочковъ сохранять сообщен-

ную имъ величину и форму. Это изслѣдованіе обыкновенно производится рѣдко, но необходимость его для практическихъ цѣлей весьма велика, если вспомнить, что прочностью комочковъ обуславливается способность почвы сохранять болѣе или менѣе долго, при различныхъ вліяніяхъ (атмосферныхъ осадковъ, растений, животныхъ и т. п.), сообщенное ей обработкою строеніе и, смотря по твердости комочковъ, будетъ опредѣляться то состояніе въ которомъ почва поступитъ подъ растенія, иначе говоря число и родъ обработокъ почвы должно зависѣть отъ степени потери первоначальнаго строенія. Опредѣленіе твердости комочковъ можетъ быть произведено посредствомъ давленія на почву остраго ножа съ приспособленной къ нему чашки съ грузомъ. Для той же цѣли можно приготовить изъ почвы шарикъ и дѣйствовать на нихъ струею воды до тѣхъ поръ, пока они не потеряютъ своей формы. Первый способъ выражаетъ прочность почвы въ естественномъ состояніи, тогда какъ во второмъ случаѣ она ставится въ искусственныя условія, влѣдствіе чего и результаты будутъ преувеличенными.

Прилипаніе почвы, къ дереву и желѣзу опредѣляется надъ пробую, содержащей воды по крайней мѣрѣ 50% полной влагоемкости (см. выше). Шахбазіанъ устроилъ для этого удобный приборъ*), посредствомъ котораго можно достигнуть лучшихъ результатовъ, чѣмъ въ опытахъ Шюблера и Габерландта надъ прилипаніемъ почвы.

Отношеніе почвы къ водѣ изслѣдуется въ двухъ направленіяхъ, во первыхъ, здѣсь необходимо знать способность данной почвы насыщаться влагою, а во вторыхъ, терять ее, или высыхать. Поэтому необходимо опредѣлить съ одной стороны волосность (высоту и скорость поднятія воды), а также влагоемкость, а съ другой стороны проницаемость и испареніе воды изъ почвы.

Волосность можетъ быть изслѣдована въ трубкахъ наполненныхъ почвою, при чемъ слѣдуетъ брать только мелкоземъ, потому что скелетъ почвы не обладаетъ капиллярными промежутками. Для этой цѣли пригодны длинныя градуированныя стекл. трубки (100 сантим. длины и 2 сантим. внутренняго діаметра), помѣщенные въ штативѣ и съ нижняго конца обвязанныя полотномъ и погруженные въ чашку съ водою. Трубки наполняются сухою почвою при легкомъ встряхиваніи. Наблюдая время, нужное для поднятія воды въ трубкахъ на высоту 20, 30, 40, 50 и 70 сантиметровъ, можно судить о волосности взятой почвы. Для того чтобы судить о глубинѣ, на которую проникаетъ волосная вода, поступающая въ почву сверху, употребляются болѣе короткія трубки (40 сантим.), наполняемая воздушно-сухою почвою. При этомъ наблюдается время, въ теченіи котораго вода проходитъ на извѣстную глубину (4—8 сантим.) и скорость исчезновенія съ поверхности почвы налитой на нее воды. Оба способа изслѣдованія могутъ дать понятіе

*) См. „Wollny. Forschungen.“ 1890. XIII. 196.

о способности данной почвы поднимать грунтовую воду и проводить атмосферные осадки в нижние слои.

Самым важным будет определение *влагоемкости*, т.-е. способности данной почвы удерживать в себѣ известное количество воды. Такое определение можетъ быть произведено или надъ взятымъ образчикомъ почвы, или на самомъ полѣ. Въ первомъ случаѣ берется 100 грам. воздушно-сухой почвы и тщательно смѣшивается въ чашкѣ съ 100 С. С. дистиллированной воды, затѣмъ помѣщаютъ смѣсь въ воронку и приливаютъ еще воды, до тѣхъ поръ пока почва совершенно не насытится, т.-е. излишняя вода не будетъ стекать изъ воронки, по количеству воды, потребной для насыщения почвы, судить о полной влагоемкости. Но такой быстрый способъ весьма не точенъ и можетъ быть применимъ развѣ для почвъ хорошо пропускающихъ воду, для глинистыхъ же и перегнойныхъ почвъ онъ совершенно не пригоденъ, потому что онѣ, поглощая много воды, легко превращаются въ грязь, которая, не смотря на прекращеніе вытекания воды изъ воронки, долго остается на фильтръ и слѣдовательно никоимъ образомъ не можетъ служить мѣриломъ полной влагоемкости, а напротивъ пересыщения почвы водою (ср. выше). Для большой точности результатовъ лучше употреблять цилиндрическія цинковыя никелированныя трубки 16 сантим. высоты и 4 сантим. внутренняго діаметра. Такія трубки съ нижняго конца на высотѣ 1 сантиметра закрыты мелкою никелированной сѣткою, а ободокъ имѣетъ нѣсколько отверстій. Такая трубка должна вмѣщать 200 С. С. воды, на сѣтку кладется кусокъ полотна, насыпаютъ почву при постоянномъ встряхиваніи и ставятъ въ воду. Послѣ насыщения водою взвѣшиваютъ трубку съ почвою, по разности вѣсовъ до опыта и послѣ судятъ о количествѣ поглощенной воды. Обыкновенно 6—8 такихъ трубокъ заразъ ставятъ въ чашку съ водою и покрываютъ стекляннымъ колпакомъ.

Для сужденія о способности бошптурируемой почвы высыхать необходимо изслѣдовать ея проицаемость и испареніе воды.

Для опредѣленія *проицаемости* почвы для воды употребляютъ квадратныя цинковыя ящички, приблизительно 25 сантим. высоты и 3 сантим. въ квадратъ, которые снизу суживаются въ воронку съ отводною трубкою. Воронка и трубка закрываются ватою, на которую насыпаютъ немного крупнаго кварцеваго песку, затѣмъ вату и песокъ смачиваютъ водою и весь приборъ взвѣшиваютъ. Далѣе весь ящикъ наполняютъ, при умѣренномъ потряхиваніи, сухою почвою слоемъ около 16 сантим. высоты и опять взвѣшиваютъ. Послѣ этого почву насыщаютъ водою и, когда послѣдняя стечетъ, снова взвѣшиваютъ. Находятъ такимъ образомъ полную влагоемкость. Затѣмъ наливаютъ на поверхность воды, слоемъ 8 сантим. (соотв. 60—70 грам.) и наблюдаютъ, какое время необходимо для того, чтобы вся вода стекла изъ почвы, или по крайней мѣрѣ, чтобы чрезъ почву прошло 50 с. с. воды. Повторяя это нѣсколько разъ (раза три), находятъ среднее количество во-

ды, прошедшей чрезъ почву въ единицу времени. Такой способъ даетъ приближительные результаты и для очень плохатыхъ почвъ мало пригоденъ, такъ какъ вода чрезъ нихъ не проходитъ и вообще, при повтореніи опыта, для просачиванія воды чрезъ почву, почти всегда требуется больше времени, чѣмъ при первомъ наливаніи воды. Болѣе точные результаты получить недавно Вольни, изслѣдуя проницаемость почвы для воды посредствомъ прибора Величковскаго *), въ которомъ опредѣленный столбъ воды проходитъ чрезъ слой почвы, при этомъ можно регулировать токъ воды и ея уровень, сѣдовательно и давленіе, подъ которымъ вода просачивается въ почву. Этотъ приборъ пока еще не вошелъ въ употребленіе на опытныхъ станціяхъ.

Испаряющую способность почвы можно опредѣлить различными способами, но чтобы приблизиться къ естественнымъ условіямъ, необходимо производить опыты съ достаточно толстымъ слоемъ почвы, въ открытомъ мѣстѣ, подъ дѣйствіемъ полной инсоляціи или отбѣненія, такъ какъ при этомъ могутъ быть яснѣе замѣтны характерныя особенности различныхъ почвъ.

Опыты надъ испареніемъ воды изъ почвы производятся обыкновенно въ цинковыхъ трубкахъ съ сѣтчатымъ дномъ, наполняемыхъ почвою, въ которыя предварительно вставляется гильза изъ пропускной бумаги и почву совершенно насыщаютъ водою. Нѣсколько такихъ трубокъ помѣщается въ ящикъ, покрытый крышкою съ круглыми отверстіями для трубокъ, чтобы устранить боковое нагреваніе солнцемъ и затѣмъ выставляютъ весь приборъ на воздухъ. Чрезъ сутки или болѣе (до 3 дней) изъ цилиндровъ посредствомъ гильзы вынимаются почвенныя пробы, которыя и взвѣшиваются. Во все время опыта вблизи прибора надо наблюдать температуру воздуха, его влажность, барометрическое давленіе, а также свойства неба (ясно или облачно). Если извѣстены вѣсъ взятой воздушно-сухой почвы, ея полная влагоемкость, то испареніе можно узнать изъ потери вѣса и затѣмъ вычислить испарившееся количество воды или въ % сухого вещества почвы, или въ % общаго количества поглощенной воды.

Можно также легко и удобно опредѣлять испареніе воды изъ почвы посредствомъ эвапорометра Эбермайера (см. выше), но при этомъ надо предварительно знать полную влагоемкость почвы, для того чтобы судить о количествѣ испарившейся воды.

Отношеніе почвы къ газамъ можно изслѣдовать лишь на гигроскопичность и пропускаемость, поглощеніе же почвою амміака, углекислоты, кислорода и другихъ газовъ можетъ быть опредѣлено методами химическаго анализа.

Изслѣдованіе гигроскопичности почвъ имѣетъ значеніе въ смыслѣ опредѣленія количества влаги, образующейся въ почвѣ отъ сгущенія водяныхъ паровъ. Берутъ 10—20 грам. почвы и помѣщаютъ въ плоскій квадратный

*) Описание прибора см. Wollny. Forschungen. XIV. 11.

цинковый ящикекъ, площадью въ 25 кв. сантим. и въ теченіе нѣсколькихъ дней замѣчаютъ измѣненіе въ вѣсѣ, до тѣхъ поръ пока послѣдній не станетъ постояннымъ. Высушивъ затѣмъ пробу при 100° С. находятъ, сколько гигроскопической воды почва въ состояніи удержать при средней температурѣ въ воздушно-сухомъ видѣ. Подобные же результаты получаются при высушиваніи почвы надъ сѣрною кислотою въ продолженіе нѣсколькихъ дней.

Въ насыщенномъ водяными парами пространствѣ почва можетъ поглотить еще болѣе влаги. Для этого берутъ въ цинковомъ ящикѣ 10—20 грам. почвы и помѣщаютъ подъ стеклянный колоколь, надъ чашкою съ водою. Затѣмъ опредѣляютъ отъ 3 до 4 разъ, чрезъ каждые 24 часа, прибывъ въ вѣсѣ взятой почвы. Подъ тѣмъ же колоколомъ рядомъ помѣщаютъ пустой цинковый ящикекъ такого же размѣра и наблюдаютъ также измѣненіе его вѣса. Прибывъ въ вѣсѣ (за вычетомъ вѣса ящичка) почвы покажетъ количество поглощенной ею гигроскопической воды, которое перечисляется на 100 грам. почвы, высушенной при 100° С.

Полезно также въ практическомъ отношеніи испытать способность данной почвы поглощать гигроскопическую воду, при различномъ состояніи ея поверхности (разрыхленномъ, уплотненномъ, крупно-комковатомъ, мелкозернистомъ и т. п.).

Пропускаемость почвы для воздуха можетъ быть изслѣдована или лабораторнымъ путемъ, или въ открытомъ полѣ. Въ первомъ случаѣ употребляютъ приборъ Аммона *), состоящій изъ двухъ газометровъ, изъ которыхъ воздухъ, подъ извѣстнымъ давленіемъ, можетъ быть пропускаемъ въ почву при чемъ измѣряется количество воздуха, его температура и пр. Для опытовъ въ открытомъ полѣ пользуются приборомъ Гейриха. Почва замыкается на глубинѣ 10 сантим. въ цинковую призму (20 сантим. высоты и 100 кв. сантим. поперечнаго сѣченія), въ верхней части которой имѣется отводная трубка, соединенная съ аспираторомъ, вмѣщающимъ 10 литровъ воды. Давленіе регулируется посредствомъ ртутнаго манометра. Въ измѣненномъ видѣ Гейрихъ совѣтуетъ **) употреблять приборъ такимъ образомъ: одновременно опредѣляется влагоемкость почвы, призма вдавливается до подпочвы, наполняется водою, отводная трубка соединяется съ манометромъ мѣрнаго сосуда, въ которомъ по желанію можно увеличить или уменьшить давленіе воды, чѣмъ и будетъ опредѣляться объемъ воздуха, проходящаго въ почву, именно отсчитываютъ, сколько воздуха при давленіи воды 2, 5, 10, 20 и т. д. сантиметровъ проходитъ въ теченіе 5 минутъ въ почву. Такимъ образомъ можно узнать не только требуемое давленіе, но также опредѣлить время, въ теченіе котораго извѣстный объемъ воздуха можетъ пройти въ почву.

*) Wollny. Forschungen. III. 218.

**) Wollny. Ibid. IX. 273.

Наконецъ, при изслѣдованіи физическихъ свойствъ данной почвы необходимо имѣть понятіе объ ея отношеніи къ теплотѣ. Въ практическомъ смыслѣ важно знать собственно два свойства, именно способность почвы нагреваться подъ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей и проводить теплоту въ шжележащіе слои.

Способность почвы *нагрѣваться* зависить, какъ извѣстно, отъ различныхъ условий: теплоемкости, цвѣта, физического состоянія и отъ болѣе или менѣе наклоннаго положенія. Поэтому при изслѣдованіи нагреванія почвы необходимо принять во вниманіе все эти обстоятельства. Употребляютъ два способа изслѣдованія: по одному берутъ кубическіе цинковые ящики (6 сантим.) и наполняютъ ихъ воздушно-сухою мелко просѣянною почвою, выставляютъ ихъ, на какомъ-либо высокомъ мѣстѣ, подъ прямое дѣйствіе солнечныхъ лучей въ теченіе нѣсколькихъ часовъ и наблюдаютъ повышеніе температуры почвы на поверхности и на глубинѣ 1—2 сантим. Для устраненія бокового нагреванія цинковые ящики окружаются толстымъ картономъ и помѣщаются въ деревянные футляры.

Другой способъ изслѣдованія состоитъ въ томъ, что 50 грам. воздушно-сухой почвы помѣщаютъ въ стеклянную колбу и выставляютъ на солнце, наблюдая по шахинин-термометру, до какой температуры нагревается почва. Одновременно опредѣляютъ потерю вѣса, происходящую въ теченіе извѣстнаго времени ($1/2$, 1, 2 и т. д. часа) и скорость испаренія воды на освѣщенномъ мѣстѣ, а равно скорость поглощенія почвою влаги изъ чистаго средне-влажнаго воздуха. Но оба эти способа не даютъ вѣрнаго понятія о нагреваніи почвы, потому что при этомъ не принимаются въ расчетъ все дѣйствующие факторы, изъ которыхъ одни понижаютъ нагреваніе почвы, а другіе повышаютъ.

Теплопроводность почвы опредѣляется слѣдующимъ образомъ: шарообразную тонкостѣнную колбу емкостью въ одинъ литръ наполняютъ воздушно-сухою мелкою землею, при постепенномъ постукиваніи, внутри колбы помѣщаютъ термометръ. Весь приборъ ставится въ нагрѣтое пространство, въ которомъ температура можетъ быть доведена до 100° С. При этомъ наблюдаютъ время, необходимое для того, чтобы нагрѣть почву до 70° , 80° и 100° С.

При такомъ опредѣленіи однако весьма важно знать способность почвы болѣе или менѣе долго удерживать полученное тепло. Съ этою цѣлью нагрѣтую почву выставляютъ на воздухъ до тѣхъ поръ, пока почва въ срединѣ сосуда не получитъ температуры одинаковой съ окружающимъ воздухомъ, т. е. не охладится до 20 — 25° С.

Совокупное вліяніе всехъ факторовъ, дѣйствующихъ на отношеніе почвы къ теплотѣ, выражается въ ея температурѣ. Наблюденіе надъ температурою почвы должно производиться на поверхности, на глубинѣ 30, 60, 90 сантим. По этимъ наблюденіямъ можно непосредственно судить о нагреваніи почвы и распредѣленіи тепла въ ея массѣ въ разное время года.

Наконецъ для оцѣнки внутреннихъ качествъ данной почвы необходимо изслѣдовать ее со стороны *химическаго состава*, такъ какъ значеніе почвы для растеній будетъ велико только тогда, когда она содержитъ достаточный запасъ питательныхъ веществъ. Знаніе химическаго состава почвы можетъ рѣшить вопросъ о ея плодородіи и слѣдовательно о величинѣ тѣхъ урожаевъ, которые почва при данныхъ остальныхъ условіяхъ можетъ производить. Но для такого рѣшенія необходимо знать не только количество находящихя въ почвѣ соединений, но и степень ихъ растворимости, такъ какъ ею главнымъ образомъ и обуславливается пригодность находящихя въ почвѣ веществъ для питанія растеній, точнѣе говоря при изслѣдованіи химическаго состава весьма важно знать ближайшую химическую природу составныхъ частей почвы и ихъ отношеніе къ растеніямъ. Но методами химическаго анализа нельзя вполнѣ рѣшить вопросовъ о формахъ и превращеніяхъ различныхъ веществъ почвы, потому что между тѣми реакціями, которыми искусственно подвергается почва при анализѣ и тѣми, которыя совершаются въ ней, при естественныхъ условіяхъ, при наличности весьма разнообразныхъ дѣятелей, существуетъ большая разница и лабораторными приемами очень трудно, а въ большинствѣ случаевъ прямо невозможно рѣшить вопроса о состояніи и значеніи тѣхъ соединений, которыя входятъ въ составъ почвы.

Въ виду этого химическій анализъ имѣетъ для оцѣнки почвъ лишь подчиненное значеніе, которое увеличивается въ связи со всѣми другими изслѣдованіями, или наприм. въ томъ случаѣ, когда анализомъ открываются завѣдомо вредныя соединения, или не найдены необходимыя питательныя вещества растеній. Во всѣхъ такихъ случаяхъ результаты химическаго изслѣдованія могутъ дать указанія на причины бесплодія почвы.

Въ нижеслѣдующемъ приведены вкратцѣ методы химическаго анализа, примѣняемые въ настоящее время при изслѣдованіи состава почвы *).

*) Для ближайшаго руководства при химическомъ анализѣ почвы могутъ служить слѣдующія сочиненія:

1. J. König. — Die Untersuchung landwirthschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Praktisches Handbuch. Berlin. 1891.

Это сочиненіе содержитъ подробное описаніе современныхъ методовъ изслѣдованія не только почвы, но и различныхъ сельскохозяйственныхъ продуктовъ (сѣмянъ, кормовыхъ средствъ, молочныхъ продуктовъ, удобреній и т. п.), примѣняемыхъ на германскихъ опытныхъ станціяхъ. По обстоятельности изложенія и разнообразію содержанія книга эта можетъ считаться единственною въ своемъ родѣ.

2. F. Wahnschaffe. — Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Berlin. 1887.

Небольшая книга, излагающая кратко способы изслѣдованія только почвы.

3. Г. Густавсонъ.—Двадцать лекцій агрономической химіи. 2-е изданіе. Москва. 1889 г.

Въ этой небольшой, но весьма содержательной книгѣ, очень обстоятельно разо-

Для опредѣленія количества растворимыхъ и нерастворимыхъ минеральныхъ соединений почву подвергаютъ обыкновенно дѣйствию различныхъ растворителей, преимущественно кислотъ: соляной, сѣрной или азотной. По дѣйствіе этихъ реагентовъ на почву далеко превосходитъ дѣйствіе кислыхъ соковъ корней растений, которое во всякомъ случаѣ менѣе энергично. А потому, чтобы приблизиться болѣе или менѣе къ естественнымъ условіямъ растворенія минеральныхъ веществъ почвы, ее стараются обрабатывать менѣе сильными реагентами, каковы наприм. чистая вода, углекислая вода, или вода подкисленная уксусною кислотою и проч., на ряду съ дѣйствіемъ кислотъ.

Такимъ образомъ при полномъ систематическомъ анализѣ почва подвергается обработкѣ слѣдующими веществами:

- а) холодной дистиллированной водою,
- б) холодной дистиллированной водою, насыщенною до $\frac{1}{4}$ объема угольной кислотою;
- в) холодной соляною кислотою (уд. вѣса 1,15 по Боме);
- г) такой же концентрации соляною кислотою, но при кипяченіи;
- д) концентрированную сѣрную кислотою;
- е) дѣйствію азотной кислоты и
- ж) дѣйствію фтористо-водородной кислоты.

а) *Обработка почвы дистиллированной водою*, при обыкновенной температурѣ, состоитъ въ томъ, что въ 2-литровой колбѣ обливаютъ 500 грам. почвы (просѣянной чрезъ сито съ отверстіями въ 2 мм.) 1000 с. с. дистиллированной воды и оставляютъ на два дня, постоянно взбалтывая. При этомъ изъ почвы извлекается нѣкоторое количество гуминовыхъ веществъ, а также хлористыя, сѣрнокислыя и азотнокислыя соли калия, натрія, магнѣзи, отчасти извести. Отстоявшуюся жидкость сливаютъ и берутъ изъ нея 300 с. с. (соотв. 150 грам. почвы, высушенной при 100° С), вынашиваютъ до суха, слегка прокалываютъ и взвѣшиваютъ. При незначительномъ количествѣ этого остатка (менѣе 0,5 грам.) химическій анализъ не возможенъ, для этого нужно имѣть по крайней мѣрѣ 1—0,5 грам. Остатокъ смачивается

браны между прочимъ и методы химическаго анализа почвы, съ указаніемъ недостатковъ нѣкоторыхъ изъ принимаемыхъ въ настоящее время приемовъ изслѣдованія.

4. L. Grandeau. — *Traité d'analyse des matières agricoles*. (Есть въ нѣмецкомъ переводѣ W. Henneberg'a: „Handbuch für Agriculturchemische Analysen“. Berlin. 1884).

Полное руководство для химическаго изслѣдованія сельскохозяйственныхъ веществъ, въ томъ числѣ и почвы; въ нѣкоторыхъ частяхъ изложеніе очень кратко и по содержанію нѣсколько устарѣло.

Б. Э. Вольфъ. — Руководство къ сельскохозяйственнымъ химическимъ изслѣдованіямъ. Перев. подъ редакцію проф. Г. Густавсона.

Краткое, но во многомъ, сохранившее до настоящаго времени свое значеніе, руководство.

соляною кислотою, для отдѣленія могущей быть SiO_2 фильтратъ нагревается до кипѣнія и осаждается амміакомъ для выдѣленія слѣдовъ окиси желѣза и глинозема. Въ растворѣ же осаждаютъ известь (въ видѣ CaC_2O_4) и магнезію (въ видѣ $\text{Mg}(\text{NH}_4)_2(\text{CO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$), а въ фильтратѣ отъ нихъ опредѣляются щелочи (въ видѣ хлористыхъ солей). Если почва содержитъ много растворимыхъ солей, то лучше послѣ отдѣленія магнезіи и выпариванія фильтрата, прибавить къ остатку капли двѣ сѣрной кислоты и выдѣлить щелочи въ видѣ сѣрновислыхъ солей.

Въ водной же вытяжкѣ почвы можно затѣмъ опредѣлить количество хлора, азотной и сѣрной кислоты, нельзя только при обработкѣ дистиллированной водою найти все количество окиси желѣза, глинозема, марганца, извести, магнезіи и фосфорной кислоты, которыя даютъ въ почвѣ нерастворимыя въ водѣ соединенія.

б) *Вытяжка почвы водою, содержащею углекислоту*, производится слѣдующимъ образомъ: сначала готовятъ углекислую воду, для чего 1500 с. с. дистиллированной воды совершенно насыщаютъ, при обыкновенной температурѣ, углекислотою и затѣмъ разбавляютъ 4.500 с. с. воды. Далѣе обливаютъ почву этими 6.000 с. с. воды (сод. $\frac{1}{4}$ объема CO_2) въ склянкѣ съ притертою пробкою и сильно взбалтываютъ, оставляютъ стоять 3 дня при постоянномъ взбалтываніи, затѣмъ сливаютъ жидкость сифономъ, даютъ ей отстояться и черезъ 24 часа фильтруютъ черезъ двойной фильтръ, чтобы избѣгнуть присутствія въ жидкости пловатыхъ взмученныхъ частицъ. Если бы фильтратъ оказался еще мутнымъ, то къ нему прибавляютъ немного соляной кислоты (1 с. с. HCl на 300—400 с. с. фильтрата), выпариваютъ, отдѣляютъ глинистыя частицы и доводятъ до опредѣленнаго объема. Можно повторить такую обработку почвы углекислою водою еще 2—3 раза, но оказывается, что при повторительномъ выщелачиваніи почвы углекислою водою не переходитъ больше веществъ, чѣмъ при однократной обработкѣ. Ульбрихтъ *), а также Вольфъ и Яни, нашли, что первая вытяжка почвы углекислою водою содержитъ даже болѣе растворимыхъ веществъ, чѣмъ послѣдующія, такъ что при обработкѣ почвы 2—3 раза одинаковымъ количествомъ воды содержаніе растворимыхъ веществъ оказывается почти постояннымъ. Полученный фильтратъ, въ количествѣ 1000 с. с. (соотв. 200 грам. почвы), служитъ для опредѣленія отдѣльныхъ составныхъ частей, для чего поступаютъ также, какъ указано ниже при анализѣ солянокислой вытяжки почвы.

Полезно также подвергать почву выщелачиванію водою, въ которой растворено 1—5% уксусной кислоты, такимъ же порядкомъ, какъ и углекислою водою.

При обыкновенныхъ способахъ анализа пользуются для растворенія почвы

*) Landwirthsch. Versuchstat. V. 200.

соляною кислотою. Для этого берутъ 450 грам. почвы, въ которой опредѣляютъ предварительно количество гигроскопической воды и соответственно ему надо взять большую навѣску почвы, дѣйствуютъ 1500 сс. соляной кислоты, уд. вѣса 1,15 (30% HCl). Вытяжка производится или при обыкновенной температурѣ (14 — 18° С.) въ теченіи двухъ сутокъ, или при кипяченіи.

с) При обработкѣ почвы холодною соляною кислотою въ высокую узкую склянку съ притертою пробкою помещаютъ 450 грам. почвы и 1500 сс. кислоты, сильно взбалтываютъ смѣсь и оставляютъ на 48 часовъ, слегка открывъ пробку, для удаленія образующейся отъ разложенія карбонатовъ углекислоты, время отъ времени смѣсь взбалтываютъ, а затѣмъ даютъ отстояться и сливаютъ сифономъ жидкость, которую и изслѣдуютъ.

д) При дѣйствіи горячею соляною кислотою берутъ 150 грам. почвы и обливаютъ въ колбѣ 300 сс. кислоты той же крѣпости, смѣсь кипятятъ въ продолженіе часа, затѣмъ разбавляютъ двойнымъ объемомъ воды, даютъ отстояться и сливаютъ сифономъ, промывая остатокъ почвы горячею водою до тѣхъ поръ пока не исчезнетъ реакція на хлоръ. Для того чтобы удалить въ фильтратѣ органическія вещества, прибавляютъ въ началѣ немного азотной кислоты.

Полученный въ томъ и другомъ случаѣ отъ дѣйствія соляной кислотою фильтратъ вынашиваютъ до-суха, разбавляютъ водою и окисляютъ гуминовыя вещества, перешедшія въ растворъ, кипяченіемъ съ крѣпкою азотною кислотою въ теченіе 1—2 часовъ, пока жидкость достаточно не просвѣтлится, при этомъ все органическое вещество сгораетъ, соли закиси желѣза переходятъ въ окисъ и жидкость изъ темнокрасной становится болѣе свѣтлой. Затѣмъ весь растворъ вынашиваютъ до-суха, смачиваютъ сперва азотною кислотою, вынашиваютъ, увлажняютъ опять соляною кислотою и наконецъ окончательно высушиваютъ остатокъ въ воздушной банѣ. Затѣмъ растворяютъ въ горячей подкисленной водѣ и отфильтровываютъ бѣлый порошокъ кремнезема, количество котораго опредѣляютъ взвѣшиваніемъ.

Жидкость, полученную послѣ отдѣленія SiO_2 , доводятъ до 1000 сс. и раздѣляютъ на три части: 200 сс. (соотвѣтств. 60 грам. почвы) служатъ для опредѣленія Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Mn_2O_3 , CaO и MgO ; 400 сс. (соотв. 120 грам. почвы) служатъ для опредѣленія фосфорной кислоты и наконецъ 400 сс. для опредѣленія сѣрной кислоты и щелочей обыкновенными способами количественнаго анализа.

Анализъ солянокислой вытяжки (холодной или горячей) однако не показываетъ еще содержанія всего количества веществъ въ почвѣ, потому что при дѣйствіи кислоты остается всегда нерастворимая часть, которую необходимо изслѣдовать независимо отъ вытяжки.

Въ этомъ остаткѣ надо опредѣлять кремнеземъ, глиноземъ, окисъ желѣза, известь, магнезію и щелочи, такъ какъ эти основанія находятся здѣсь

частью въ видѣ остатка отъ разложенія цеолитной части почвы, частью въ видѣ безводныхъ кремнекислыхъ соединений, входящихъ въ составъ скелета.

Для изслѣдованія этого нерастворимаго остатка его обрабатываютъ горячею соляною кислотою, высушиваютъ на воздухѣ и тщательно отдѣляютъ отъ фильтра. То, что не растворилось въ соляной кислотѣ, подвергаютъ дѣйствию крѣпкой сѣрной кислоты. Но и послѣ этого получается еще остатокъ, въ которомъ находятя главнымъ образомъ кварцъ и безводные силикаты. Жидкости, полученныя отъ дѣйствія соляной и сѣрной кислотъ, изслѣдуются по предыдущему. Въ остаткѣ же опредѣляютъ кремнеземъ кипяченемъ съ бѣднымъ и углекислымъ натромъ (въ теченіе двухъ часовъ) и находятъ количество кремнезема, бывшаго въ цеолитной части почвы и глины. Послѣ выдѣленія такого кремнезема въ остаткѣ будетъ находиться кварцъ и безводные силикаты. Въ немъ опредѣляютъ только количество послѣднихъ, кварцъ находятъ по разности *).

Но при вышеозначенныхъ способахъ анализа не опредѣляются нѣкоторыя важныя составныя части почвъ, каковы, наприм., гумусъ, азотистыя соединения, химически связанная вода и пр. Всѣ такія вещества могутъ быть опредѣлены лишь въ отдѣльныхъ пробахъ почвы.

Опредѣленіе гумуса, можетъ быть произведено различными способами, но такъ какъ составъ органическихъ веществъ почвы въ точности не извѣстенъ, то всѣ методы его количественнаго опредѣленія будутъ отличаться болышею или меньшею приближительностью и тѣмъ меньшею, чѣмъ бѣднѣе будетъ изслѣдуемая почва гумусомъ. Сущность опредѣленія состоитъ въ томъ, что находятъ въ почвѣ количество углерода (собственно углекислоты) и, принявъ въ среднемъ содержаніе его въ гуминовыхъ веществахъ равнымъ 58%, умножаютъ найденное анализомъ количество углерода на 1,721, или найденный вѣсъ углекислоты на 0,471.

Большинство опредѣленій гумуса въ почвѣ сдѣлано по способу Кюпа, состоящему въ томъ, что органическое вещество почвы окисляютъ хромовою кислотою ($K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$), выдѣляющуюся при этомъ углекислоту собираютъ и взвѣшиваютъ. Но такъ какъ почва всегда содержитъ углекислыя соли, то, во избѣжаніе крупной ошибки, сначала опредѣляютъ количество углекислоты, выдѣляющейся отъ разложенія углекислыхъ солей, а уже послѣ этого находятъ ту угольную кислоту, которая образуется при окисленіи органическихъ веществъ дѣйствіемъ хромоваго ангидрида. Но изслѣдованія способа Кюпа показали, что при такомъ окисленіи далеко не весь углеродъ гумуса превращается въ углекислоту. Анализы Варингтона, Логеса и Густавсона показали, что при этомъ четвертая часть углерода ускользаетъ отъ опредѣленія. Въ виду этого проф. Густавсонъ предложилъ для изслѣ-

*) См. напр. Фрезеніусъ. Минеральный количественный анализъ. 1875, стр. 473. Меншуткинъ. Аналитическая химія и пр.

дованія содержанія гумуса въ почвѣ упрощенный методъ элементарнаго анализа, т. е. сжиганіе почвы (5 грам.) въ струѣ кислорода, образующагося при накаливаніи окиси мѣди *). Выгода этого способа опредѣленія состоитъ въ томъ, что нѣтъ надобности обрабатывать почву кислотами для разложенія углекислыхъ солей, какъ это необходимо въ способѣ Кюна, такъ какъ при нагреваніи почвы съ окисью мѣди углекислыя соли почти не разлагаются, наприм., количество образующейся при этомъ углекислоты, въ девяти изслѣдованныхъ почвахъ, не превышало 0,001—0,002%. Далѣе самый анализъ производится быстро и даетъ количество углерода болѣе соответствующее дѣйствительности, нежели при всѣхъ другихъ способахъ, которыми опредѣлялось до сихъ поръ содержаніе гумуса. Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что пока намъ не будетъ точно извѣстна химическая натура гуминовыхъ соединений почвы, до тѣхъ поръ способъ проф. Густавсона, для опредѣленія количества гумуса, долженъ считаться наиболѣе подходящимъ.

Часто о содержаніи гумуса судятъ по потерѣ въ вѣсѣ при прокаливаніи почвы. Эта потеря однако происходитъ не только отъ сгорания гумуса, но и при этомъ удаляется гигроскоп. вода, угольная кислота (изъ углекислыхъ солей), а также химически связанная вода, находящаяся главнымъ образомъ въ цеолитной части почвы.

Опредѣленіе химически связанной воды не можетъ быть произведено прямымъ путемъ, а потому о ея количествѣ судятъ по разности, именно если изъ общей потери вѣса отъ прокалыванія сухой почвы вычесть вѣсъ углекислоты и гумуса, то остатокъ укажетъ количество химически связанной воды.

Количество угольной кислоты можетъ служить указаніемъ на содержаніе углекислыхъ солей въ почвѣ, а потому при анализѣ слѣдуетъ опредѣлять ея содержаніе. Оно можетъ быть найдено различными способами: посредствомъ разложенія почвы кислотами и опредѣленія протекующей при этомъ потери въ вѣсѣ (наприм. въ аппаратахъ Гейслера, Мора и т. п.), или прямымъ взвѣшиваніемъ трубокъ съ натриестою известью, ѣдкимъ кали и пр., въ которыхъ улавливается вытѣсняемая кислотами изъ почвы углекислота, или наконецъ посредствомъ объемнаго анализа.

Общее содержаніе азота въ почвѣ опредѣляется по способу Кьельдаля, весьма пригодному по своей простотѣ и точности не только въ отношеніи почвы, но и всякихъ азотистыхъ органическихъ веществъ. Основаніе способа Кьельдаля состоитъ въ томъ, что почву нагреваютъ съ крѣпкою сѣрною кислотой до кипѣнія, причемъ весь содержащийся въ почвѣ азотъ переходитъ въ амміакъ, который съ избыткомъ кислоты дастъ сѣрнокислы аммоній, а изъ послѣдняго можно путемъ объемнаго анализа найти количество азота. Берутъ навѣску почвы 5—10 грам. (торфяныхъ почвъ 0,5—2

*) Густавсонъ. „Двадцать лекцій агрономической химіи“. М. 1889 г. стр. 95.

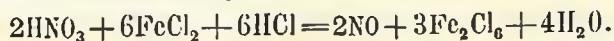
грам., песчаныхъ больше) и смѣшиваютъ съ 20 сс. сѣрной кислоты (16 объемовъ чистой концентрированной кислоты, 4 объема дымящейся и 2 грам. фосфорнаго ангидрида). Вильфартъ рекомендуетъ брать 20 сс. сѣрной кислоты (на 1—2 грам. почвы), которая составляется изъ объемовъ чистой, концентрированной и 2 объемовъ дымящейся кислоты съ прибавкою капли металлической ртути. Смѣсь почвы съ кислотою нагреваютъ въ шарообразной колбѣ изъ тугоплавкаго стекла съ длиннымъ горломъ, емкостью 100 сс. и болѣе. Нагреваніе надо вести осторожно до кипѣнія, которое продолжается до тѣхъ поръ (1½—2 часа), пока перестанутъ выдѣляться бѣлые пары сѣрнистаго ангидрида. Послѣ этого жидкость слегка охлаждають, но въ еще горячій растворъ прибавляютъ малыми порціями марганцовокаліевои соли въ нѣкоторомъ избыткѣ, для полноты окисленія азотистыхъ веществъ. Послѣ окончательнаго охлажденія содержимое переливаютъ въ эфирную колбу, разбавивъ его 200 сс. воды и перегоняютъ жидкость съ 80 сс. ѣдкаго натра (сод. 50 грам. NaHO), а дестиллятъ собираютъ въ коническій сосудъ (Эрленмейерову колбу), въ которомъ находится 20 сс. титрованной $\frac{1}{10}$ нормальной сѣрной кислоты. Штуцеръ рекомендуетъ, для упрощенія манипуляцій, перегонять жидкость въ той же колбѣ, въ которой производилось окисленіе, но употреблять лишь ее большей емкости (до 500 сс.). Отогнавъ приблизительно двѣ трети жидкости, титруютъ въ дестиллятъ свободную сѣрную кислоту ѣдкимъ баритомъ или щелочью. Изъ полученныхъ данныхъ вычисляютъ процентное содержаніе азота во взятой почвѣ.

Способъ Кьельдаля, при небольшомъ содержаніи азотнокислыхъ солей въ почвѣ, весьма пригоденъ, такъ какъ при дѣйствіи сѣрной кислоты онѣ нѣлкомъ переходятъ въ амміакъ, который выдѣляется изъ амидныхъ и амміачныхъ соединений, превращаясь въ сѣрноамміачную соль. Если же почва содержитъ болѣе или менѣе значительное количество азотнокислыхъ солей, то М. Юдльбауръ совѣтуетъ на 0,2—0,3 грам. почвы брать 20 сс. концентрированной сѣрной кислоты и 2,5 сс. феноло-сѣрной кислоты, получающейся раствореніемъ 50 грам. фенола въ концентрированной сѣрной кислотѣ (66° по Боме) до 100 сс. общаго объема. Къ смѣси прибавляютъ еще 2—3 грам. цинковой пыли и 5 капель раствора хлор. платины (сод. 0,4 грам. платины въ 1 сс.). Послѣ 4-часоваго нагреванія жидкость становится безцвѣтною и удобною прямо для дестилляціи. Этотъ способъ съ небольшими измѣненіями принятъ на германскихъ опытныхъ станціяхъ*).

Найденное общее количество азота выражаетъ сумму всехъ его соединений въ почвѣ, т.-е. азотнокислыхъ солей, амміачныхъ и сложныхъ азотистыхъ веществъ (въ видѣ растительныхъ остатковъ, бѣлковыхъ, амидныхъ соединений и т. п.).

*) Постановленіе съѣзда въ Боннѣ 15 сент. 1888 г. См. Landw. Versuchstat. Ibid.

Определение азотной кислоты въ почвѣ имѣеть то значеніе, что указываетъ на степень нитрификаціи, а потому часто производится при анализѣ почвы. Проще всего содержаніе нитратовъ можетъ быть найдено въ водной вытяжкѣ почвы, такъ какъ азотнокислыя соли ею не поглощаются и всегда могутъ быть извлечены водою. Способы опредѣленія настолько точны, что даже малое количество нитратовъ можетъ быть найдено. Берутъ 1000 грам. воздушно-сухой почвы и оставляютъ ее на 48 часовъ съ 1000 сс. воды, при частомъ взбалтываніи, затѣмъ отфильтровываютъ и выпариваютъ до возможно малаго объема (100 сс.), прибавивъ немного натроваго целюка. Если въ растворѣ переходятъ органическія вещества, то къ жидкости необходимо прибавить известковаго молока и послѣ процеживанія осадка избытокъ извести удаляютъ, пропуская токъ углекислоты. Отфильтрованная послѣ этого жидкость служитъ для опредѣленія азотной кислоты, которую изслѣдуютъ различными способами. Наиболѣе распространенъ методъ Шлѣзинга-Шульце, видоизмѣненный Тиманомъ, основанный на томъ, что азотная кислота въ присутствіи хлористаго желѣза и соляной кислоты возстановляется въ окись азота, которую собираютъ, при кипяченіи жидкости въ эвдиометрѣ надъ 10% ѣдкой щелочью *). Химическій процессъ, при этомъ происходящій, состоитъ въ слѣдующемъ:



Измѣренное количество окиси азота перечисляется въ азотную кислоту, помножившемъ на 0.₀₀₂₁₁₃.

Другой способъ, предложенный Зивертомъ **), состоитъ въ томъ, что водный растворъ, сгущенный выпариваніемъ до 75 — 100 сс., возстановляютъ посредствомъ спиртоваго раствора ѣдкаго кали и цинковыхъ или желѣзныхъ опилокъ, при чемъ азотная кислота переходитъ въ амміакъ, который опредѣляютъ перегонкою и титрованіемъ сѣрною кислотой. Найденное количество амміака перечисляется на азотную кислоту.

Амміакъ въ почвѣ находится, во-первыхъ, въ формѣ амміачныхъ солей, далѣе въ видѣ амидныхъ соединеній, продуктовъ разложенія сложныхъ азотистыхъ соединеній, которыя легко выдѣляютъ амміакъ при дѣйствіи основаніи, наконецъ амміакъ можетъ также быть въ газообразномъ состояніи. Всѣ амміачныя соединенія подъ вліяніемъ жизни организмовъ обыкновенно очень скоро окисляются въ почвѣ въ азотную кислоту, а потому почва всегда содержитъ очень мало амміака. Для опредѣленія послѣдняго лучше всего брать почву въ естественномъ состояніи влажности, помѣстивъ ее въ плотно закрытую стеклянку съ длиннымъ горломъ, и по возможности тотчасъ по взятіи пробы произвести анализъ.

*) Устройство прибора Тимана см. наприм. Wahnschaffe. Anleitung. 95. Вагнеръ устроялъ приборъ для той же цѣли см. также у König'a: „Die Untersuchung“. 157.

***) Ibidem. 159.

Способы опредѣленія амміака основаны на вытѣсненіи его изъ водной вытяжки почвы ѣдкимъ натромъ или жженою магнезіей, но при этомъ, по указаннымъ причинамъ, не получается вполне вѣрныхъ результатовъ, такъ какъ кромѣ амміачныхъ солей разлагаются съ выдѣленіемъ амміака и органическія вещества.

По способу Буссенго берутъ 100—200 грам. почвы, обливаютъ ихъ въ колбѣ 500 сс. воды и перегоняютъ съ 5—10 грам. жженою магнезію, выдѣляющіеся водный амміакъ собираютъ въ титрованную сѣрную кислоту и опредѣляютъ количество амміака обыкновеннымъ путемъ объемнаго анализа. Но при этомъ способѣ не получается вѣрныхъ результатовъ въ томъ смыслѣ, что амміакъ выдѣляется главнымъ образомъ изъ амміачныхъ солей, на амидныя же соединенія, значеніе которыхъ въ почвѣ тождественно съ послѣдними, магнезія оказываетъ весьма слабое дѣйствіе.

Для опредѣленія общаго количества амміака въ почвѣ, особенно богатой гумусомъ, употребляется способъ Шлезинга. Для этого берется 100 грам. почвы высушенной при 125° С., или соотвѣтственное количество воздушно-сухой и обливаютъ въ 1—2 литровой чашкѣ 100 сс. воды и 50 сс. разведенной соляной кислоты (одинъ объемъ на четыре объема воды) до тѣхъ поръ, пока не выдѣлится вся углекислота и не получится избытокъ кислоты, которой прибавляютъ еще 100 сс. Затѣмъ помѣщаютъ все въ колбу, приливаютъ дистиллированной воды до 40 сс. общаго объема, оставляютъ въ покой и сливаютъ сифономъ до 200 сс. отстоявшейся жидкости, а если она не достаточно прозрачна, то отфильтровываютъ и перегоняютъ съ избыткомъ ѣдкаго натра, собирая выдѣляющіеся амміакъ въ титрованную сѣрную кислоту. Въмѣсто ѣдкаго натра можно взять магнезію, которая, какъ показали изслѣдованія Логеса, Берто и др., почти не вытѣсняетъ амміака изъ амидныхъ соединеній,—слѣдовательно, можно получить прямое количество амміака изъ его солей.

Изъ другихъ составныхъ частей почвы имѣетъ значеніе опредѣленіе свободныхъ кислотъ, хлора, сѣры и закиси желѣза.

Присутствіе *свободныхъ кислотъ* можетъ быть обнаружено въ водныхъ вытяжкахъ почвы посредствомъ испытанія ихъ растворомъ лакмуса.

Опредѣленіе хлора можетъ указать на присутствіе въ почвѣ хлористыхъ солей, въ особенности поваренной соли. Съ этою цѣлью берутъ изъ водной вытяжки почвы 500 сс. и вывариваютъ, прибавивъ немного соды, а при большомъ содержаніи органическихъ веществъ, также марганцоваго камія, фильтруютъ, насыщаютъ азотною кислотой и осаждаютъ растворомъ азотно-кислаго серебра. Полученный осадокъ хлористаго серебра высушиваютъ, прокалываютъ и взвѣшиваютъ. Цѣлесообразнѣе же предварительно удалить изъ водной вытяжки сѣрную кислоту (осажденіемъ азотнокислымъ баритомъ), которая почти всегда переходитъ въ растворъ изъ почвы, и затѣмъ опредѣлять хлоръ. Въ большинствѣ случаевъ найденное количество хлора можетъ

быть прямо перечислено на натрій, такъ какъ обыкновенно въ почвахъ, кромѣ солончаковыхъ, другихъ хлористыхъ солей и бываетъ весьма незначительное количество.

Определение сѣры въ почвахъ можетъ дать понятіе о присутствіи вредныхъ соединеній, каковы, наприм., сѣрнокислая закись желѣза, сѣрнистое желѣзо и даже свободная сѣрная кислота, а также сѣра органическихъ веществъ. Общее количество сѣры можетъ быть найдено различными способами.

По Флейнеру, для опредѣленія сѣры въ почвахъ берутъ 20 граммовъ обработанной водою и высушенной почвы и прокалываютъ въ трубкѣ въ струѣ воздуха, — торфяныя почвы лучше въ струѣ кислорода, — причеиъ все сѣрнистыя соединенія разлагаются и переходятъ въ сѣрнистую и сѣрную кислоты, которыя улавливаются жидкимъ кали. Образовавшуюся смѣсь сѣрнистокислаго и сѣрнокислаго калия насыщаютъ соляною кислотой и прибавляютъ брома для того, чтобы перевести всю сѣрнистую кислоту въ сѣрную. Затѣмъ бромъ удаляютъ кипяченіемъ, а жидкость осаждаютъ хлористымъ баріемъ.

Определение закиси желѣза въ болотныхъ или песчаныхъ почвахъ можетъ быть произведено, если на водную вытяжку почвы подѣйствовать растворомъ красной соли (железосинеродистаго калия); синее окрашиваніе (турбулова синь) укажетъ на присутствіе закиси желѣза. Количественное опредѣленіе закиси желѣза даетъ приблизительные результаты въ присутствіи органическихъ веществъ, которыя мѣшаютъ изслѣдованію.

Этими изслѣдованіями можетъ быть окончено собственно опредѣленіе химическихъ составныхъ частей почвы, но для сужденія о достоинствахъ боитируемой почвы важно имѣть понятіе о степени ея вѣвѣтрѣлости, т.-е. о количествѣ въ ней такихъ соединеній, которыя прямо или косвенно содѣйствуютъ питанію растений. Понятіе о степени подготовленности почвы въ этомъ отношеніи можетъ дать изслѣдованіе ея *поглотительной способности*, которая, какъ извѣстно, находится въ прямомъ отношеніи къ количеству соединеній, образующихся при болѣе или менѣе полномъ вѣвѣтриваніи почвы. Такое изслѣдованіе можно произвести или по отношенію къ одному аммиаку, или ко всемъ важнѣйшимъ питательнымъ веществамъ, для чего употребляютъ нормальные растворы хлористаго аммонія, азотнокислаго калия, азотнокислаго кальція, сѣрнокислой магнезии и кислаго фосфорнокислаго кальція $[\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2]$, при чемъ берутъ $\frac{1}{10}$ молекулярнаго вѣса въ граммахъ, слѣдовательно надо взять для этого: $\text{NH}_4 \text{Cl}$ —5,35 грам., KNO_3 —10,11, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ —16,40, MgSO_4 —24,60, $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ —23,4 грам. — и растворяютъ въ литрѣ воды (при 16° С.). Опыты поглощенія производятся надъ воздушно-сухою почвою, просѣянною чрезъ сито съ отверстіями 0,5 мм.; 50 грам. почвы оставляютъ въ продолженіе 48 часовъ съ 200 се. означенныхъ растворовъ, при постоянномъ взбалтываніи, затѣмъ фильтруютъ и

опредѣляютъ въ фильтрататѣ количество той соли, поглощеніе которой желательнo изслѣдовать. По предложенію Феска, количество поглощенного вещества, выраженное въ граммахъ на 100 частей почвы, обозначаетъ *коэффициентъ поглoшенія*.

Для бонитировочныхъ цѣлей достаточно имѣть понятіе о коэффициентѣ поглощенія какого-либо одного вещества. Съ этою цѣлью Кнопъ предлагаетъ изслѣдовать поглотительную способность амміака, такъ какъ въ почвахъ находится обыкновенно очень мало амміачныхъ солей, а съ другой стороны самый методъ опредѣленія амміака въ растворахъ представляетъ большіе удобства и точности, нежели другихъ веществъ *).

Результаты изслѣдованія почвы въ отношеніи механическаго состава, физическихъ свойствъ, химическаго состава и поглотительной способности выражается обыкновенно въ процентахъ въ видѣ таблицы.

Но для полученія такихъ данныхъ при изслѣдованіи почвы требуется много времени и труда, притомъ же опредѣленіе нѣкоторыхъ веществъ имѣетъ мало практическаго значенія (наприм. окиси желѣза, веществъ извлекаемыхъ фтористо-водородною кислотою и т. п.), да и самый полный химическій анализъ почвы не дастъ возможности вывести на основаніи представленныхъ результатовъ прямыхъ заключеній о степени ея плодородія. Поэтому для практическихъ цѣлей удобнѣе пользоваться *упрощенными методами бонитировки*, состоящими лишь въ механическомъ анализѣ почвы, отношеніи ея къ водѣ и теплу и наконецъ въ изслѣдованіи химическаго состава мелкозема, которымъ опредѣляется количество запасныхъ питательныхъ веществъ, количество непосредственно удобоусвояемыхъ веществъ и главнѣйшія физическія свойства почвы. А потому при упрощенномъ изслѣдованіи производятъ отмучиваніе почвы, опредѣленіе волосности и влагоемкости, испареніе воды, содержаніе гумуса, углекислыхъ соединеній, азота, фосфорной кислоты, химически связанной воды (цеолитная часть почвы) и общее количество веществъ, переходящихъ въ растворъ при дѣйствіи воды и соляной кислоты.

Кнопъ рекомендуетъ **) для бонитировки почвъ производить слѣдующія опредѣленія: скелета и мелкозема, потерю при прокаливаніи почвы, которую онъ считаетъ хорошимъ признакомъ для пахотной земли, потому что она указываетъ или на значительное содержаніе гигроскопической и химически связанной воды, или же перегноя; далѣе необходимо производить опредѣленіе растворимыхъ и не растворимыхъ оснований (водныхъ и безводныхъ окисловъ, цеолитовъ и пр.), ибо они оказываютъ вліяніе на измѣненіе погло-

*) Опредѣленію основано на разложеніи амміака (хлористаго аммонія) посредствомъ бромоватистаго натра, причемъ измѣняется количество происшедшаго азота (въ азотометрѣ Кнопа).

**) Кноп: Bonitirung der Ackererde.

щазмыхъ почвою питательныхъ веществъ и являются поэтому дѣятельными членами пахотныхъ земель; далѣе имѣеть значеніе опредѣленіе карбонатовъ (извести и магнезін), отъ которыхъ зависятъ нѣкоторыя физическія свойства и поглотительная способность почвы, наконецъ опредѣленіе кремнезема и силикатовъ (песку и глины) и поглотительной способности, которая составляетъ важный факторъ плодородія почвы.

Кнопъ изслѣдовалъ по своему методу много различныхъ почвъ. Но по результатамъ такихъ изслѣдованій нельзя еще вполне рѣшить вопросъ о продуктивности почвъ, даже и самое полное изслѣдованіе внутреннихъ свойствъ почвы не опредѣляетъ ея значенія въ сельскохозяйственномъ смыслѣ, потому что цѣнность почвы и ея продуктивность обуславливаются не только физическими и химическими свойствами, но въ значительной степени подпочвою, уровнемъ грунтовой воды и т. п., — словомъ, мѣстными или *этно-почвенными условіями*, изученіе которыхъ весьма важно для правильной практической оцѣнки данной почвы.

Прежде всего должна быть изслѣдована *подпочва*, такъ какъ она оказываетъ влияніе не только на физическія и химическія свойства верхняго слоя или вообще почвы, но часто имѣеть прямое значеніе для растений, корни которыхъ, распространяясь въ подпочвѣ, должны находить въ ней достаточный запасъ питательныхъ веществъ, иначе говоря, подпочва имѣеть значеніе въ томъ отношеніи, что, служа запаснымъ магазиномъ питательныхъ веществъ, основнымъ фондомъ, она можетъ поддерживать продуктивную дѣятельность верхняго слоя. Вслѣдствіе всего этого подпочва должна быть изслѣдована со стороны всѣхъ этихъ отношеній къ верхнему слою. Толщину подпочвы опредѣляютъ посредствомъ измѣренія высоты слоя отъ линіи, отграничивающей почву отъ подпочвы, для этого выкапываютъ длинныя (сажени 4—5) и узкія (вверху 14—20 дюймовъ) каналы до глубины 4 фузъ и т. п., или менѣе, смотря по мощности почвенныхъ наслоеній, до материнской породы. Въ такихъ продольныхъ канавахъ можно видѣть и измѣрять не только толщину подпочвы, но и способъ ея залеганія или ея рельефъ, т.-е. представляетъ ли она слой правильной одинаковой мощности, или имѣеть не однородное напластованіе: въ однихъ мѣстахъ толще, въ другихъ тоньше (нормальный и не нормальный рельефъ). Изслѣдованіе толщины подпочвы можетъ быть произведено, но съ меньшими удобствами, посредствомъ почвеннаго бурава, такъ какъ при выемкѣ небольшихъ сравнительно пробъ, обзорнѣе залеганія подпочвы становится менѣе нагляднымъ, чѣмъ при выкапываніи продольныхъ канавъ. Изъ физическихъ свойствъ подпочвы важно знать главнымъ образомъ ея проницаемость для воды, потому что она существенно измѣняетъ отношеніе къ водѣ верхняго слоя, дѣлая его или сухимъ, при его мелкости и значительной проницаемости подпочвы, или очень сырýmъ при вязкой, непроницаемой подпочвѣ.

Проницаемость подпочвы можетъ быть видна уже изъ механическаго ана-

лиза, который покажетъ количество крупныхъ и мелкихъ частицъ, находящихся въ подпочвѣ, причемъ значительное содержаніе частицъ выше 0,5 мм. въ діаметрѣ указываетъ на проницаемую подпочву, а при большомъ содержаніи мелкозема надо сдѣлать обратное заключеніе, т.-е. что подпочва не проницаема. О проницаемости подпочвы можно судить также по непосредственнымъ наблюденіямъ въ полѣ, по присутствію въ ней оршштейновъ, болотнаго известняка и др. непроницаемыхъ для воды образований; присутствіе песку, хряща, галекъ, глины также легко можетъ быть констатировано на полѣ. Химическія свойства подпочвы, главнымъ образомъ ея состава, определяются анализомъ средняго образчика. Анализъ можетъ дать понятіе о количественномъ отношеніи составныхъ частей подпочвы, а также о степени ея вѣтвѣрлости, изъ чего можно сдѣлать заключеніе о значеніи подпочвы, какъ основного фонда питательныхъ веществъ и отношеніи ея къ верхнему слою. Изслѣдованіе физическихъ и химическихъ свойствъ дастъ такимъ образомъ данныя для сужденія о техническомъ значеніи подпочвы вообще.

Кромѣ подпочвы необходимо имѣть данныя о состояніи *уровня грунтовой воды*. Количество грунтовой воды и ея уровень, т.-е. высота, до которой поднимается эта вода въ различное время года, при данныхъ свойствахъ почвы и подпочвы, вліяетъ весьма различно на развитіе растений, а потому здѣсь весьма важно выяснитъ, какимъ измѣненіямъ подвергается уровень грунтовой воды главнымъ образомъ въ такой періодъ вегетации, когда растения менѣе обезпечиваются верховою водою, т.-е. атмосферными осадками. Иначе говоря, въ сухое время года высота, до которой поднимается грунтовая вода, можетъ имѣть, при малой влагоемкости почвы, ея наклонномъ или возвышенномъ положеніи и при вліяніи сухихъ господствующихъ вѣтровъ, рѣшающее дѣйствіе на развитіе растений. Съ другой стороны, высота уровня грунтовой воды, при значительной влагоемкости почвы, низменномъ положеніи (въ закрытыхъ долинахъ, котловинахъ и т. п.), можетъ имѣть вредное значеніе для растений по причинѣ заболачиванія поверхности, определяя такимъ образомъ прямое хозяйственное назначеніе почвы и вызывая необходимость различныхъ культурныхъ мѣръ въ видѣ осушенія почвы и проч.

Изслѣдованіе высоты уровня грунтовой воды можно произвести въ колодцахъ или въ ямахъ, вырытыхъ на данномъ мѣстѣ до непроницаемаго слоя въ нѣсколькихъ мѣстахъ данной площади, а не въ одномъ только пунктѣ, потому что непроницаемый слой можетъ имѣть неправильный рельефъ, соотвѣтственно которому грунтовая вода, какъ объяснено выше, въ однихъ мѣстахъ можетъ стоять близко отъ поверхности, а въ другихъ находится очень глубоко. Наблюдая самый низкій уровень грунтовой воды въ такихъ ямахъ и самый высокій (въ сухое и влажное время года), можно такимъ образомъ заключить объ ея вліяніи на верхніе слои почвы, а слѣдовательно и объ общемъ значеніи грунтовой воды для данного пространства. При этомъ однако надо помнить, что высота уровня грунтовой воды будетъ имѣть рѣ-

шающее значеніе только при извѣстныхъ физическихъ свойствахъ, проводящихъ воду слоевъ, т.-е. капиллярности и проницаемости. Зная эти два главнѣйшихъ свойства промежуточныхъ слоевъ, можно судить о значеніи грунтовой воды при пониженіи ея уровня. О свойствахъ же промежуточныхъ слоевъ и состояніи въ нихъ влажности легко можно судить, извлекая въ разныхъ мѣстахъ, посредствомъ зонда или бурава, почвенныя пробы и опредѣляя ихъ влагоемкость. Такія изслѣдованія, ведущіяся систематически, могутъ дать достаточный опытный матеріалъ для правильныхъ заключеній о приходѣ и расходѣ воды въ данной почвѣ, и на этомъ матеріалѣ собственно и должны быть основаны все культурныя мѣропріятія, предпринимаемыя для борьбы съ засухами и съ убылью естественныхъ водъ. Полученіе такихъ опытныхъ данныхъ о состояніи влажности не требуетъ къ тому же никакихъ сложныхъ приспособленій, достаточно одного взвѣшивания почвенныхъ пробъ до и послѣ высушивания ихъ, при постоянной температурѣ, чтобы судить болѣе или менѣе вѣрно о содержаніи влаги въ почвѣ и тѣхъ колебаніяхъ, которымъ она подвергается въ зависимости отъ времени года, состоянія поверхности, стренія, свойствъ растительности, энтоническаго характера почвы и т. п. Такими наблюденіями можно воспользоваться при рѣшеніи различныхъ практическихъ вопросовъ, наприм. объ умѣстности той или другой культуры, о времени обработки, посѣва и проч.

Наконецъ о достоинствахъ почвы часто судятъ по *составу покрывающей ее растительности*, такъ какъ уже при бѣгломъ наблюденіи свойствъ растительнаго покрова между почвами наблюдается различіе и уже давно стремились изслѣдовать отношенія, существующія между почвою и растительностью, и вывести изъ этихъ отношеній практическія заключенія для оцѣнки качествъ почвы по составу ея растительности. Франц. проф. Ж. Виаль предложилъ даже методъ опредѣленія качествъ почвы на основаніи подбора нѣсколькихъ растений, требующихъ отъ почвы разныхъ количествъ тѣхъ или другихъ питательныхъ веществъ. Такія растения разводятъ на участкахъ даннаго поля съ различнымъ удобреніемъ и по развитію и урожайности растений судятъ о достоинствахъ почвы. Если подобные опыты и не могутъ быть вполне пригодными для сужденія о достоинствахъ почвы, то изученіе отношеній, возникающихъ между почвою и развивающимися на ней растеніями, какъ дикими, такъ и культурными, должно имѣть большое научное и практическое значеніе.

Составъ растительнаго покрова до извѣстной степени можетъ служить указаніемъ на свойства данной почвы, хотя на этомъ основаніи стремились не только дать средство для оцѣнки почвъ, но и группировали послѣднія по составу флоры. Въ этомъ отношеніи необходимо однако избѣгать крайностей и считать составъ флоры только вспомогательнымъ средствомъ для боцитировочныхъ цѣлей, а не обобщать его для всехъ возможныхъ почвъ

Извѣдуя, наприм., составъ растительности и находя между видами глубоко-укореняющіяся растенія (наприм. бобовыя), можно заключить до извѣстной степени о свойствахъ подпочвы, состояннн уровня грунтовой воды и проч.; присутствие на почвѣ растеннн сырхх мѣсть (какъ наприм. видовъ *Carex*, *Cirsium palustre*, *Stachys palustris*, *Nasturtium palustre*, *Potentilla anserina*, *Euphorbia*, *Equisetum* и т. п.) указываетъ на большую влагоемкость и плотность почвы, склонность ея къ заболачиванню; такія растенія, какъ *Spergula pentandra*, *Arenaria rubra*, *Digitaria sanguinalis*, *Thymus serpyllum*, *Festuca ovina*, *Bromus tectorum*, *Dianthus arenarins*, *Gnaphalium arenarium*, *Poa bulbosa*, *Apera spica venti* и др. указываютъ на сухость почвы и мелкнн пахотный слой; преобладанне сложно-цвѣтныхъ растеннн въ составѣ почвеннаго покрова (наприм. *Bellis perennis*, *Carduus nutans*, *Sonchus arvensis*, *Tanacetum vulgare* и т. п.) служитъ указаннємъ на содержанне глинны и плотность верхняго слоя почвы.

Достоинства луговыхъ почвъ въ большинствѣ случаевъ удачно оцѣниваются по составу произрастающихъ травъ: такъ, наприм., глинистыя, влажныя луговыя почвы характеризуются произрастаннємъ такихъ растеннн, какъ *Avena elatior*, *Holcus lanatus*, *Festuca pratensis*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense*, *Poa compressa*, *Trifolium pratense*, *Achillea millefolium*, *Pimpinella saxifraga*, *Sanguisorba officinalis* и т. п.; на песчаныхъ луговыхъ почвахъ произрастаютъ: *Aira flexuosa*, *Festuca ovina*, *Anthoxanthum odoratum*, *Briza media*, *Festuca rubra*, *Medicago media*, *Melilotus albus*, *Trifolium repens*, *Plantago lanceolata* и т. п. Руководствуясь этимъ, Зенфть предложилъ даже классифицировать почвы по составу растительности. Онъ указываетъ, что растенія развиваются на почвахъ соотвѣтственно физическимъ и химическимъ свойствамъ послѣднихъ: такъ, на суглинистыхъ почвахъ хорошо произрастаютъ всѣ растенія, которыя любятъ не плотную, легко проницаемую для корней, не сырую, но и не сухую почву, съ не рѣзкими колебаннями температуры. Къ такимъ растеннямъ принадлежатъ всѣ, имѣющія простые, пучковатыя корни, высокнн стебель и длинную листву, каковы, наприм., хорошнн луговыя травы (*Alopecurus pratensis*, *Avena elatior*, *Festuca elatior*, *Dactylis glomerata*, *Phleum*, *Aira*, нѣкоторые виды *Anagallis*, *Fumaria officinalis*, *Veronica verna*, *Equisetum* и пр.). Напротивъ, тѣ растенія, которыя развиваютъ волокнистыя, боковыя побѣги, искривленные корни, образуютъ плотный, густой кустъ, производятъ листья, покрытые волосками, соотвѣтствуютъ болѣе супесчанымъ почвамъ, или также мергельно-глинистымъ и мергельно-суглинистымъ почвамъ. Къ подобнымъ растеннямъ относятся напр.: *Avena pratensis*, *Briza media*, *Agrostis vulgaris*, *Nigella arvensis*, *Melampyrum arvense*, *Papaver Argemone* и пр. Для известковыхъ почвъ характерны: *Onobrychis sativa*, *Lathyrus silvestris*, *Melilotus officinalis*, *Sesleria coerulea* и т. п.

Само собою разумѣется, что группировка почвъ, на основаннн такихъ неопредѣленныхъ данныхъ, не можетъ служить для опредѣленнн продуктив-

ности почвы, потому что, не имѣя никакихъ другихъ бонитировочныхъ данныхъ, кромѣ состава растительности, мы не можемъ вѣрно судить объ урожайности неизвѣстной въ другихъ отношеніяхъ почвы. При бонитировкѣ почвы прежде всего необходимо имѣть точное представление о такъ-называемой естественной продуктивности почвы, т. - е. о всѣхъ тѣхъ ея свойствахъ, которыя прямо или косвенно вліяютъ на количество и качество производимыхъ ею продуктовъ, т. - е. на величину и составъ урожаяевъ. Свойства почвеннаго покрова, служба выраженіемъ всѣхъ качествъ почвы, не могутъ въ то же время точно указать на степень ея продуктивности, ибо между развитіемъ дикорастущихъ растений и культурныхъ существуетъ различіе, на основаніи котораго и нельзя въ большинствѣ случаевъ вѣрно рѣшить вопроса о пригодности почвы для производства опредѣленныхъ урожаяевъ. Поэтому ботаническая бонитировка можетъ дать лишь общія указанія о качествахъ почвы, можетъ только дополнить всѣ тѣ данныя, которыя получаютъя прямымъ изслѣдованіемъ состава и свойствъ почвы.

Кромѣ такой бонитировки пользуются составомъ растительности, произрастающей на почвѣ, для опредѣленія ея плодородія другимъ путемъ, сущность котораго основана на слѣдующихъ соображеніяхъ. Такъ какъ химическимъ анализомъ почвы нельзя прямо опредѣлить количества тѣхъ питательныхъ веществъ, которыя находятся въ удобоусвояемомъ состояніи, то стараются заключать объ этомъ по содержанію питательныхъ веществъ въ тѣхъ растеніяхъ, которыя выросли на данной почвѣ. Съ этою цѣлью пользуются опредѣленіемъ состава растеній или дикорастущихъ, или разводимыхъ.

Вейнгольдъ, наприм., сравниваетъ составъ золы различныхъ сорныхъ травъ, выросшихъ на одной и той же почвѣ, и по сходству состава полагасть, что ихъ развитіе служить указаніемъ на химическія и физическія свойства данной почвы.

Эммерлингъ анализировалъ золу различныхъ сортовъ сѣна и сравнивалъ ея составъ съ составомъ нормальнаго сѣна и по различію между ними заключаетъ о томъ, какія питательныя вещества въ бонитируемой луговой почвѣ находятся въ недостаточномъ количествѣ.

Гельригель рѣшаетъ этотъ вопросъ другимъ путемъ. Онъ культивировалъ ячмень въ кварцевомъ пескѣ, почти не содержащемъ солей калия, и прибавлялъ къ нему питательный растворъ, въ которомъ измѣнялъ только содержаніе калия. При изслѣдованіи состава выращенныхъ растеній оказалось, что количество калия въ соломѣ ячменя, смотря по количеству внесеннаго калиеваго раствора, измѣнялось отъ 6,43% до 0,40% сухого вещества, причемъ послѣднее количество выражало приблизительно минимумъ калия, нужный для развитія вегетативныхъ органовъ ячменя. Въ зернахъ содержаніе калия падало до 0,18% сухого вещества. Найдя, что изъ внесеннаго калия въ урожай перешло 66 — 100%, Гельригель заключаетъ, что такимъ же путемъ можно опредѣлить въ культивируемыхъ на полѣ растеніяхъ содержаніе удо-

боусвоемаго калия, какъ главнаго изъ минеральныхъ веществъ. Но противъ послѣдняго заключенія можно замѣтить, что въ почвѣ калий находится въ другой формѣ, чѣмъ онъ былъ въ кварцевомъ пескѣ, именно въ поглощенномъ состояннн, поэтому изъ отношеній растенія, развившагося въ кварцевомъ пескѣ, обогащенномъ солями калия, нельзя заключать объ отношеніяхъ его къ соединеніямъ, находящимся въ почвѣ, хотя, несомнѣнно, растенія могутъ принимать калий и въ поглощенномъ состояннн.

Гейнрихъ считаетъ *), что для достиженія цѣли необходимо изслѣдовать не все растенія, а только отдѣльные органы и лучше всего корни, такъ какъ въ нихъ замѣчается больше всего и яснѣе разница въ содержаннн питательныхъ веществъ, нежели въ другихъ органахъ растеній. Это заключеніе основано на томъ, что отдѣльные органы обнаруживаютъ различное содержаннн минеральныхъ веществъ. Для опытовъ Гейнрихъ беретъ овесъ, такъ какъ онъ можетъ произрастать на самыхъ разнообразныхъ почвахъ.

Овесъ выращивался частью въ почвѣ очень богатой, частью въ очень бѣдной удобоусвоемымъ азотомъ. Почва обогащалась посредствомъ удобрения ея азотомъ и кали, или азотомъ и фосфорною кислотою, для того чтобы въ бѣдной почвѣ было достаточно также фосфорной кислоты или кали. Такимъ путемъ были найдены въ сухомъ веществѣ корней овса слѣдующія минимальныя количества веществъ:

азота	0,50	—	0,60%
кали	0,108	—	0,10 "
фосфорной кислоты	0,03	—	0,10 "
известнн	0,37		
магнезин	0,01		
сѣрной кислоты	0,03		

Показанное количество извести выразитъ вѣроятно не minimum, но можетъ быть должно уменьшаться еще далѣе. Ниже этихъ минимальныхъ количествъ питательныхъ веществъ развитіе овса не можетъ происходить, но чѣмъ болѣе оно возрастаетъ въ корняхъ овса, тѣмъ менѣе необходимо искусственное удобреніе для внесенія питательныхъ веществъ въ почву. Зная наприм. содержаннн сухого вещества въ корняхъ овса:

	I.	II.	III.
азота	1,24%	0,82%	0,51%
кали	0,87	1,23	0,36
фосфорной кислоты .	0,18	0,31	0,21

можно заключить, что въ первомъ случаѣ необходимо только внесеніе фосфорной кислоты, а въ остальныхъ внесеніе только азота.

Чѣмъ бѣднѣе будутъ корни питательными веществами, тѣмъ бѣднѣе ими

*) K. Heinrich: „Grundlagen zur Beurtheilung der Ackerkrume“. S. 49 u. s. f.

будетъ и соответственный слой почвы, а чѣмъ богаче нормальные корни, тѣмъ богаче должна быть и почва, изъ которой эти вещества принимаются растеніемъ. Если корни показываютъ высокое содержаніе питательныхъ веществъ и одновременно почва содержитъ высокое абсолютное ихъ количество, то отсюда можно имѣть понятіе о дальнѣйшемъ ходѣ вывѣтриванія почвы и можемъ послѣдовать полномъ возвратѣ отнятыхъ отъ нея питательныхъ веществъ. Если абсолютное содержаніе этихъ веществъ въ почвѣ больше такового же въ корняхъ, то соответственными культурами и примѣненіемъ навоза или косвенныхъ удобреній (известки, гипса, повар. соли) этотъ запасъ питательныхъ веществъ можно перевести въ удобоусвояемую для растеній форму.

Имѣя въ виду, что культурныя растенія развиваютъ полную корневую систему главнымъ образомъ въ тѣхъ слояхъ почвы, въ которыхъ они находятъ необходимыя питательныя вещества, Гейнрихъ заключаетъ, что для означенной оцѣнки почвы надо принимать во вниманіе преимущественно только пахотный слой и, слѣдовательно, его толщину, такъ какъ этотъ лишь слой обогащается питательными веществами или естественнымъ путемъ вывѣтриванія, или искусственно посредствомъ удобреній.

А. Диковъ провѣрялъ методъ Гейнриха относительно *minimum'a* питательныхъ веществъ въ почвѣ и корняхъ растеній *). Онъ бралъ легкую песчаную почву, разбивалъ ее на нѣсколько участковъ и вносилъ въ каждый изъ нихъ различныя удобрительныя вещества и въ разныхъ количествахъ. Опытнымъ растеніемъ служилъ ячмень. Изъ опытовъ оказалось, что законъ *minimum'a* справедливъ, но возможно также существованіе закона *maximum'a* питательныхъ веществъ; корни растеній указываютъ на потребность въ тѣхъ или иныхъ удобренияхъ, но содержаніе веществъ въ корняхъ не можетъ служить точнымъ показателемъ количества удобоусвояемыхъ веществъ почвы. При этомъ было замѣчено, что удобрение достигаетъ цѣли, т.-е. увеличенія массы органическаго вещества въ растеніяхъ, только тогда, когда содержаніе питательныхъ веществъ въ корняхъ достигнетъ *maximum'a*.

Такимъ образомъ посредствомъ анализовъ растительныхъ органовъ (корней) можно судить объ относительномъ содержаніи питательныхъ веществъ въ почвѣ, хотя повидимому такой анализъ не дастъ совершенно точныхъ указаній на количество удобоусвояемыхъ соединений. Подобный методъ оцѣнки плодородія почвы все-таки заслуживаетъ вниманія и при дальнѣйшей разработкѣ и увеличеніи опытныхъ данныхъ въ этомъ отношеніи можно будетъ сдѣлать окончательный выводъ о пригодности этого метода для сужденія о качествахъ почвы. Попытки примѣнить его въ большихъ размѣрахъ, обобщить немногочисленныя еще данныя, нельзя не считать посильными, такъ какъ мы не можемъ еще составить вполне точнаго учета о приходѣ

*) Journal für Landw. B. 39, 1891 Hefto 2, S 134.

и расходъ питательныхъ веществъ почвы, а потому выводить на основаніи развитія растеній заключенія о производительности почвы можно лишь съ извѣстною приближительностью.

Бонитировка почвъ, давая въ результатъ различныя данныя относительно внутреннихъ качествъ почвы и внешнихъ вліяній, которымъ она подвержена при извѣстномъ положеніи, служитъ средствомъ для опредѣленія практической пригодности данной почвы. Основываясь на механическомъ составѣ, физическихъ и химическихъ свойствахъ, можно рѣшить вопросы о наиболѣе выгодныхъ пріемахъ обработки и удобрения почвы. Разборъ энтопическихъ условій въ связи со всеми внутренними качествами дастъ возможность опредѣлить, какія растенія всего лучше разводить на почвѣ при данныхъ условіяхъ, или какихъ улучшеній и измѣненій требуетъ почва для производства тѣхъ или другихъ хозяйственныхъ растеній. Такими техническими изслѣдованіями рѣшаются наконецъ вопросы объ экономическомъ значеніи почвы, величинѣ поземельнаго налога, чистомъ доходѣ, который можно ожидать отъ почвы при занятіи ея тѣми или другими культурами, если кромѣ собственно бонитировочныхъ данныхъ будутъ приняты во вниманіе разныя условія, которымъ подчиняется почва, какъ средство для извлеченія изъ нея, при данныхъ экономическихъ условіяхъ хозяйства, наибольшаго и постояннаго дохода.

ХII. Почвенныя карты.

Для того, чтобы наглядно судить о достоинствахъ почвы, результаты бонитировки ея изображаются въ видѣ почвенныхъ картъ. Такія карты, въ зависимости отъ точности и полноты нанесенія на бумагу бонитировочныхъ данныхъ, могутъ давать болѣе или менѣе полную картину о свойствахъ почвъ и ихъ отношеніи къ культурамъ растеній. Слѣдовательно почвенныя карты получаютъ важное практическое значеніе только въ томъ случаѣ, когда при ихъ составленіи были приняты во вниманіе все существенныя условія, опредѣляющія ихъ техническую пригодность, т.-е. положеніе почвы на мѣстности, ея механическій составъ, физическія и химическія свойства, залеганіе и свойства подпочвы и т. п. Одностороннее же изображеніе почвы, наприм. со стороны ея геологическаго происхожденія, для сельскохозяйственной оцѣнки почвы имѣетъ мало значенія.

Поэтому задача картографіи почвъ должна заключаться въ выработкѣ способовъ изображенія, если не всѣхъ, то по крайней мѣрѣ главнѣйшихъ отношеній почвы, опредѣляющихъ ея продуктивность. Иначе говоря, почвенныя карты должны давать наглядное изображеніе важнѣйшихъ факторовъ развитія растеній въ зависимости отъ почвы, а поэтому на почвенныхъ картахъ должны быть обозначаемы: географическое и топографическое поло-

женіе почвы, ея внутреннія свойства (механическія, физическія и химическія) и условія залеганія, т.-е. свойства составляющихъ почву слоевъ (собственно растительнаго слоя и подпочвы).

Положеніе почвы главнымъ образомъ по отношенію къ горизонту и высотѣ надъ уровнемъ моря, имѣющее важное значеніе относительно количества влаги, освѣщенія и нагрѣванія почвы, опредѣляется посредствомъ нивелировки и наносится на карту горизонтальными кривыми линіями на разстояніяхъ, соответствующихъ возвышеніямъ, существующимъ на данной мѣстности. Такія линіи даютъ ясное понятіе о рельефѣ данной почвы и могутъ служить нагляднымъ руководствомъ при различныхъ культурныхъ мѣропріятіяхъ, наприм. при устройствѣ способовъ осушенія или орошенія почвы, при проложеніи полевыхъ дорогъ и т. п. Если можно было при этомъ опредѣлить высоту различныхъ пунктовъ надъ уровнемъ моря, то на горизонтальныхъ проекціяхъ отмѣчается цифрами то или другое положеніе. Если нельзя было произвести нивелировки, то важно во всякомъ случаѣ показать на картѣ (стрѣлками) направленіе склона и степень наклоненія къ горизонту подъ извѣстнымъ числомъ градусовъ.

Свойства почвъ обозначаются на картахъ различными условными знаками, при этомъ необходимо выразить общій механическій характеръ почвы на основаніи данныхъ механическаго анализа, т.-е. изобразить на картѣ песокъ, известь, глину, суглинокъ, перегной и прочія составныя части, которыми обуславливаются физическія и химическія свойства почвы. Далѣе на картѣ должно быть отмѣчено отношеніе почвы къ водѣ (влагоемкость) и ея относительное плодородіе. Другія физическія свойства, наприм. связность, скважность, отношеніе къ газамъ и теплотѣ, нельзя, безъ излишней пестроты, нанести непосредственно на карту, да въ этомъ и не предстоить особенной надобности, потому что объ этихъ отношеніяхъ, равно какъ и о влагоемкости почвы, можно до нѣкоторой степени вѣрно судить по механическому составу, отмѣченному на картѣ. Но при этомъ необходимо, чтобы на картѣ отмѣчались не только верхніе, но и глубже лежащіе слои, главнымъ образомъ подпочва, которая очень часто измѣняетъ вышеуказанныя отношенія верхнихъ слоевъ. Поэтому условія напластованія, примѣрно до глубины 1,5 — 2 метровъ отъ поверхности, должны быть обозначаемы на почвенныхъ картахъ съ особою тщательностью.

Такое обозначеніе производится на вертикальныхъ разрѣзахъ въ видѣ *почвеннаго профиля*. Профиль долженъ показывать толщину слоевъ, ихъ механическій составъ и геологическое происхожденіе и бываетъ необходимымъ особенно въ томъ случаѣ, когда почвенные слои имѣютъ ненормальное залеганіе; при этомъ можетъ понадобиться даже большое число такихъ профилей для того, чтобы имѣть понятіе о свойствахъ слоевъ въ различныхъ мѣстахъ данной площади; при нормальномъ напластованіи достаточно изобразить одинъ почвенный профиль. Если же почвенные слои на указанной

глубинѣ не отличаются по своимъ свойствамъ, а болѣе или менѣе однородны, то составленіе почвеннаго профиля будетъ имѣть второстепенное значеніе. Кромѣ наслоеній не лишне отмѣчать въ профиляхъ также уровень грунтовой воды, такъ какъ это даетъ ближайшее понятіе объ отношеніяхъ слоевъ къ влажности и обезпеченіи верхняго слоя водою.

Способъ составленія почвенныхъ картъ заключается въ томъ, что сначала представляютъ всѣ добытыя бонитировочныя данныя въ видѣ сводныхъ таблицъ или *бонитировочнаго реестра*, въ которомъ должны быть перечислены всѣ тѣ свойства регистрируемой почвы, которыя могутъ имѣть значеніе для изображенія на почвенной картѣ. Такія сводныя таблицы будутъ имѣть значеніе тѣмъ большее, чѣмъ полнѣе и разнообразнѣе будетъ ихъ содержаніе, которымъ можетъ быть непосредственно опредѣлена техническая цѣнность почвы. Въ бонитировочномъ реестрѣ отмѣчается: химическій составъ почвы, въ которомъ должно быть показано примѣрное содержаніе ассимилируемыхъ питательныхъ веществъ (по анализамъ корней), мощность почвеннаго слоя, абсолютное содержаніе въ почвѣ главнѣйшихъ минеральныхъ веществъ, вредныя для растеній составныя части почвы (сѣринное желѣзо, свободныя кислоты и т. п.), далѣе физическія свойства почвы: влажность, пропускаемость для воздуха, связность, прилипаніе, отношеніе къ теплу должно быть обозначено цвѣтомъ почвы, наклонъ къ горизонту (уголъ и направленіе склона), климатическія условія, именно: температура воздуха, степень инсоляціи, количество атмосферныхъ осадковъ. Наконецъ въ бонитировочный реестръ заносятся общія данныя, касающіяся высоты урожаявъ, оцѣнки растительныхъ продуктовъ и условія хозяйства. Гейнрихъ полагаетъ, что всѣ подобныя данныя систематическаго изслѣдованія почвъ дадутъ вѣрную картину о потребностяхъ и отношеніи къ почвѣ культурныхъ растеній, особенно въ будущемъ, когда наберется достаточное количество бонитировочнаго матеріала. Но надо замѣтить, что не всѣ подобныя данныя могутъ быть изображены на почвенныхъ картахъ.

Собранныя въ бонитировочномъ реестрѣ данныя наносятся затѣмъ на бумагу условными знаками. Съ этою цѣлью давно примѣняется обозначеніе свойствъ почвы посредствомъ красокъ, причемъ различныя почвы обозначаются *отдѣльными цвѣтами* или сплошь, или обводятся только граничными линиями, соответственнаго цвѣта. Толщина почвенныхъ слоевъ и ихъ различіе обозначаются цвѣтами разной интенсивности или разною шириной граничныхъ линій; свойства подпочвы выражаются посредствомъ знаковъ, наприм. пропущаемая подпочва обозначается точками, плотная непронцаемая подпочва—посредствомъ линій различной толщины.

Такое обозначеніе особенностей почвы на картахъ даетъ очень неопредѣленное, а часто даже сбивчивое, указаніе на распредѣленіе и свойства почвъ данной мѣстности. Самый существенный недостатокъ цвѣтной регистраціи

почвъ состоитъ въ томъ, что посредствомъ закрашиванія нельзя нанести на карту особенностей данной почвъ съ достаточною подробностью, поэтому такой способъ для наглядной практической оцѣнки почвъ въ техническомъ отношеніи слишкомъ общъ и пригоденъ лишь для обозначенія распредѣленія почвенныхъ образованій, подобно тому какъ это примѣняется на геологическихъ картахъ, гдѣ геогностическія особенности мѣстности, выражающіяся въ распредѣленіи различныхъ пластовъ въ системахъ, обозначаются красками извѣстнаго цвѣта и интенсивности. Но и въ области геологическихъ картъ цвѣтная регистрація имѣетъ недостатки, между прочимъ, въ томъ, что изображеніе цвѣтами различныхъ геологическихъ системъ не выражаетъ точно характерныхъ для нихъ пластовъ, такъ какъ въ составъ каждой геологической системы входятъ напластованія, состоящія изъ различныхъ горныхъ породъ, отличающихся другъ отъ друга не только цвѣтомъ, но и строеніемъ, химическими свойствами, палеонтологическими особенностями и т. п. Само собою разумѣется, что при такихъ условіяхъ обозначеніе цвѣтами геологическихъ особенностей мѣстности не будетъ правильно по причинѣ отсутствія связи между характеромъ данной системы и цвѣтомъ, долженствующимъ выразить на геологической картѣ ея особенности. Для почвенныхъ картъ цвѣтная регистрація имѣетъ тѣ же неудобства, которыя будутъ еще ощутительнѣе въ томъ случаѣ, если для каждаго почвеннаго типа не примѣняется опредѣленныхъ цвѣтовъ, такъ какъ при разнообразіи ихъ такое обозначеніе носитъ случайный характеръ и уже поэтому дѣлаетъ пользование подобными картами неудобнымъ и порождаетъ массу недоразумѣній и неточностей. Съ другой стороны, такой методъ картографіи, не удобенъ для практическихъ цѣлей еще потому, что при немъ ускользаетъ много весьма существенныхъ бонитировочныхъ данныхъ, которыя могутъ служить указаніемъ на техническое значеніе почвъ, потому что при этомъ, по существу дѣла, нельзя выразить цвѣтами все эти данныя безъ излишней пестроты, а еслибы это было возможно, то такія карты сдѣлались бы неудобочитаемыми и слѣдовательно самая цѣль картографіи почвъ не была бы достигнута. Если будутъ выработаны опредѣленные цвѣта для обозначенія почвъ, то во всякомъ случаѣ при цвѣтной регистраціи на почвенной картѣ можетъ быть выраженъ лишь общій характеръ распредѣленія различныхъ почвенныхъ образованій.

Проф. Ф. Габерландтъ предложилъ для обозначенія почвенныхъ особенностей различные *ситуаціонные знаки*: линіи, точки, кружки и т. п., которыми должны быть выражаемы не только главные составныя части почвенныхъ слоевъ (песокъ, хрящъ, известь, суглинокъ, глина, гумусъ и пр.), но также ихъ относительная толщина. Последнее достигается тѣмъ, что длина ситуаціонныхъ знаковъ должна соответствовать толщинѣ изображаемаго слоя, такъ наприм. для толщины почвеннаго слоя въ 0,1 метра длина ситуаціоннаго знака должна быть 1 миллиметръ. Свойства каждаго отдѣльнаго

слоя въ ихъ взаимномъ соотношеніи выражаются такимъ образомъ, что извѣстные ситуационные знаки наносятся на карту на опредѣленномъ разстояніи одинъ отъ другого. Для обозначенія песку употребляются пунктирные линіи, для галекъ и валуновъ — рядъ кружковъ, известь изображается короткими штрихами, суглинокъ—въ видѣ тонкой линіи, глина—толстою чертою, перегной — волнистою линіей и пр. Смѣсь тѣхъ или другихъ составныхъ частей выражается комбинаціею соответственныхъ ситуационныхъ знаковъ, наприм. глина, богатая перегноемъ, обозначается волнистою линіей, посрединѣ которой проводится толстая черта и т. д.

Такіе ситуационные знаки наносятся на карту на тѣхъ мѣстахъ, которыя были изслѣдованы и, притомъ не сплошь, потому что на картѣ же необходимо обозначить и другія важныя отношенія почвы, наприм. влагоемкость, количество мелкозема, химическій составъ и пр.

Проф. Ортъ придастъ наибольшее значеніе изображенію тѣхъ почвенныхъ слоевъ, которые вообще могутъ быть достигнуты корнями растений, и съ этою цѣлью примѣняетъ способъ построенія *почвенныхъ профилей*. Такіе профили изображаютъ наслоенія до глубины 1,5 метра и показываютъ: составъ почвы и различныхъ нижежелезанныхъ слоевъ, ихъ толщину и рельефъ, уровень грунтовой воды, т.-е. отношеніе почвенной влаги къ растительному слою, такъ какъ оно имѣетъ важное значеніе при оцѣнкѣ культурной пригодности почвъ. При составленіи почвенныхъ профилей примѣняется цвѣтное обозначеніе и ситуационные знаки. Такъ Ортъ составилъ много почвенныхъ профилей для наносныхъ почвъ Сѣв. Германіи и Бранденбурга на основаніи данныхъ, полученныхъ при ихъ бонитировкѣ. Ортъ полагаетъ, что подобныя профили, изображающіе свойства повѣвшихъ наносовъ Германіи, могутъ дать понятіе и о другихъ подобныхъ образованіяхъ, которыя вообще съ нѣкоторыми видоизмѣненіями (рельефа, формации, уровня грунтовой воды и т. п.) распространены въ большомъ числѣ на земной поверхности.

Значеніе почвенныхъ профилей въ картографіи весьма важно, потому что, представляя положеніе и свойства различныхъ почвенныхъ слоевъ, они могутъ служить руководствомъ при рѣшеніи вопросовъ сельскохозяйственнаго свойства. Такъ, наприм., для меліорацій почвы (орошенія, осушенія и т. п.) профили имѣютъ основное значеніе, ибо даютъ ясное понятіе о примѣнмости и цѣлесообразности такихъ улучшеній. Точно также почвенные профили могутъ служить большимъ пособіемъ при распредѣленіи земли подъ разныя угоды, при выборѣ сѣвооборота и т. п., такъ какъ наглядно изображаютъ болѣе важные факторы оцѣнки почвъ и даютъ много данныхъ въ этомъ отношеніи. Почвенные профили имѣютъ важное значеніе для классификаціи почвъ, такъ какъ даютъ возможность, на основаніи изображенныхъ данныхъ, группировать почвенныя образованія съ болѣею точностью. Многія почвенныя классификаціи составлены на основаніи изслѣдованій и

данныхъ прежняго времени, когда состояніе почвенной науки и хозяйственныя условія были совершенно иныя, чѣмъ въ настоящее время, а потому правильное составленіе почвенныхъ классификацій возможно лишь при точномъ представленіи и полнотѣ техническихъ данныхъ, которыя и изображаются на почвенныхъ профиляхъ. Наконецъ, подобное изображеніе почвы имѣеть общее значеніе въ хозяйственномъ отношеніи, такъ какъ даетъ для руководства весьма наглядныя данныя, которыя могутъ служить къ правильной оцѣнкѣ почвы и подпочвы, а этою оцѣнкой обуславливаются пріемы организациі полевого хозяйства, отношеніе между культурами и тѣ вообще вспомогательныя средства, которыя ведутъ къ лучшему и болѣе выгодному использованию производительной способности данной почвы.

Такимъ образомъ составленіе почвенныхъ профилей имѣеть большое практическое значеніе; еще большее значеніе должны имѣть почвенныя карты, которыя, по самой ихъ сущности, полнѣе выражаютъ свойства почвъ и отношеніе ихъ къ растеніямъ. Надо однако замѣтить, что до настоящаго времени составлено еще очень мало почвенныхъ картъ, несмотря на всю ихъ практическую важность; да и большинство тѣхъ картъ, которыя уже составлены, могутъ имѣть лишь общее значеніе. Такой недостатокъ въ этомъ отношеніи можно объяснить отчасти малымъ распространеніемъ бонитировочнаго метода, слѣдовательно относительною скудностью матеріала, служащаго для построения почвенныхъ картъ, отчасти недостаточною разработкою самаго картографическаго метода, который до сихъ поръ еще не получилъ необходимой точности и однообразія при регистраціи почвъ и составляетъ отдѣлъ научнаго почвовѣдѣнія наименѣе разработанный. Въ послѣднее время, впрочемъ, составленіе почвенныхъ картъ все-таки значительно подвинулось впередъ, благодаря трудамъ Лоренца, Беннигсена-Фердера, Орта, Феска и др.

Большая часть составленныхъ почвенныхъ картъ имѣють ограниченное мѣстное значеніе и касаются преимущественно геогностическихъ особенностей изображаемой мѣстности. Такова почвенная карта, составленная Беннигсенемъ-Фердеромъ для окрестностей Галле, въ масштабѣ 1:25000 и раздѣленная на четыре отдѣла (Делау, Галле, Дейтменталь, Брукдорфъ).

Громадное изданіе почвенныхъ картъ Пруссіи и Тюрингіи королевскаго министерства публичныхъ работъ содержитъ геолого-агрономическое изображеніе почвъ, составленное по методу цвѣтныхъ обозначеній, съ описаніемъ всѣхъ напесенныхъ на карту почвенныхъ образованій съ дополнительными картами и изслѣдованіями Орта, Берендта, Лауфера и Ваишаффе, касающимися почвъ окрестностей Рюдередорфа, Берлина и пр.

Картографія нѣмецкихъ почвъ въ особенности тщательно разрабатывалась проф. Ортомъ, который участвовалъ въ составленіи указанныхъ картъ, предпринятомъ въ 1865 году по инициативѣ прусскаго министерства. Ортъ же цѣлымъ рядомъ картографическихъ работъ обратилъ вниманіе на высо-

кое значеніе почвенныхъ картъ и профилей наносовъ Силезіи, сѣверныхъ германскихъ низменныхъ почвъ и среднегерманскихъ возвышенныхъ для сельскаго хозяйства и лѣсоводства, на важность подобныхъ картъ при обсужденіи гигиеническихъ вопросовъ и т. п. Его работы въ этомъ направленіи, благодаря настойчивости и обширному матеріалу, положенному въ ихъ основаніе, имѣли значительный успѣхъ въ дѣлѣ распространенія вообще правильныхъ понятій научнаго почвовѣдѣнія и необходимости картографическихъ работъ.

Во Франціи была издана въ 1853 году карта Лежандра, названная „*Carte agricole et climatologique de la France*“, при составленіи которой преслѣдовалась главнымъ образомъ цѣль изображенія лишь тѣхъ почвенныхъ слоевъ, которые имѣютъ наибольшее значеніе для развитія подземныхъ органовъ растений, причемъ были приняты во вниманіе только главнѣйшія культурныя растенія.

Другая карта, составленная инженеромъ Деллесомъ подъ названіемъ „*Carte agricole de la France, par Dellese*“, представляетъ попытку изображенія на картѣ урожаявъ и потому имѣетъ извѣстное экономическое значеніе. На этой картѣ нанесены данныя объ урожайности почвъ всей Франціи, но притомъ масштабъ, въ которомъ построена эта карта, не возможно было изобразить детально большое количество данныхъ, относящихся до урожаявъ.

Карта окрестностей Парижа (*Carte agronomique des environs de Paris, par Dellese*) имѣла цѣлью представить, графически, состояніе исторіи культуры во взаимныхъ отношеніяхъ составляющихъ ее частей. Такая задача, помимо всего прочаго, представляется вообще очень сложною и затруднительною для выполненія, даже примѣнительно къ небольшимъ пространствамъ, на картѣ Деллеса, конечно, она и не разрѣшена болѣе или менѣе полно. Есть и нѣкоторыя другія карты.

Въ Австріи опытъ построенія почвенныхъ картъ впервые былъ предпринятъ въ 1861 году, но особенное развитіе картографія получила тамъ, благодаря изслѣдованіямъ Лоренца, который стремился установить опредѣленные принципы для составленія почвенныхъ картъ. Въ своемъ докладѣ 26 сѣзду хозяевъ въ Вѣнѣ (1868 г.) Лоренцъ настойчиво указывалъ на необходимость составленія почвенной карты всей австрійской территоріи. Одновременно онъ принужденъ былъ запятыся составленіемъ почвенной карты при одной агрономо-статистической работѣ, которую Лоренцъ производилъ въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Верхней Австріи, причемъ стремился выработать основанія для бонитировки почвъ. Эти изслѣдованія привели къ заключенію, что почвенныя карты должны составляться на слѣдующихъ главныхъ основаніяхъ, которыми, по мнѣнію Лоренца, слѣдуетъ руководствоваться при почвенныхъ картографическихъ работахъ. При обыкновенныхъ ручныхъ картахъ, по принципѣ малаго масштаба (1 дюймъ=30—120000

фут.), невозможно изобразить растительный слой со всеми, или существенными его особенностями. Въ этомъ случаѣ можно представить только общія свойства верхняго слоя, безъ отношенія его къ другимъ наслоеніямъ и обозначить красками, въ предѣлахъ масштаба, песокъ, хрянецъ, глину и т. п. Подобныя карты Лоренцъ называетъ *общими (генеральными) почвенными картами*. Но совершенно другое будетъ въ томъ случаѣ, когда для почвенныхъ картъ берутся большіе масштабы (1 д. = 2400—3600 ф.). Здѣсь возможно представить почвенный слой съ главнѣйшими его свойствами и отношеніями къ подпочвѣ. При еще большихъ масштабахъ (1 д. = 240 ф., 1 д. = 400—600 фут.) изображеніе почвенныхъ особенностей производится съ большими подробностями, причемъ указываются не только свойства верхняго слоя, но и геологическія условія его залеганія, отношеніе къ подстилающей породѣ и т. п. Подобныя изображенія Лоренцъ называетъ *частными (детальными) почвенными картами*. Такое раздѣленіе и характеризуетъ собственно существующія почвенныя карты, большинство которыхъ принадлежитъ къ типу общихъ картъ, имѣющихъ мало агрономическаго значенія. Частныя или детальныя карты и должны давать представленіе о тѣхъ слояхъ, которыя выражаютъ наиболѣе полно свойства и отношенія къ растеніямъ; на этихъ картахъ и то и другое должно быть изображено съ надлежащею точностью и наглядностью. Составленіе профилей не только почвы, но и подстилающихъ ее слоевъ имѣетъ въ этомъ смыслѣ большое значеніе, какъ для наносныхъ, такъ, быть можетъ, еще большее для коренныхъ образованій. Въ этомъ именно отношеніи картографическій методъ Орта является особенно цѣннымъ.

Въ Россіи почвенная картографія получила начало еще въ концѣ прошлаго столѣтія, когда впервые начали собираться географическія свѣдѣнія о черной землѣ или черноземѣ Шторхомъ *), но были ли изображены эти данныя на картѣ и въ какомъ видѣ, на это не имѣется опредѣленныхъ указаній. Въ изданной въ 1842 году Министерствомъ Финансовъ «Картѣ промышленности Европ. Россіи» нанесены красками границы распространенія чернозема, о другихъ же почвахъ не приводится никакихъ данныхъ.

Работами кадастровыхъ комиссій были собраны многочисленныя матеріалы, хотя и не совсѣмъ полныя и точныя, о хозяйственныхъ условіяхъ различныхъ губерній, а также о количествѣ и технической оцѣнкѣ почвъ, на основаніи чего была составлена академикомъ Весселовскимъ общая почвенная карта Европ. Россіи, изданная Департаментомъ Сельскаго Хозяйства въ 1851 году въ видѣ хозяйственно-статистическаго атласа. Составленію этой карты предшествовало собраніе данныхъ о распространеніи почвъ съ наставленіемъ относительно группировки и обозначенія почвъ на карточныхъ бланкахъ особыми знаками для черноземной, глинистой поч-

*) Докучаевъ: „Картографія русскихъ почвъ“. Спб. 1879 г.

вы, песку, суглинка или супеска, иловатой почвы, солонцовъ, мѣловой и каменной почвы. Собранныя данныя были дважды провѣрены по различнымъ свѣдѣнiямъ, имѣвшимся въ Министерствѣ Государственныхъ Имуществъ и сличены съ сочиненiями разныхъ ученыхъ путешественниковъ по Россiи (наприм. Палласа, Мурчисона, Озерецковскаго, Рычкова, Попова, Эйхвальда и др.), а затѣмъ изданы въ видѣ почвенной карты. Въ 1852 и 1857 гг. эта общая карта была переиздана, причемъ въ послѣднемъ изданiи были сдѣланы дополненiя и измѣненiя главнымъ образомъ относительно черноземной полосы.

Изъ картъ подобнаго же рода надо отмѣтить карту черноземной полосы, составленную Рупрехтомъ (въ 1866 г.), въ которой, на основанiи собственныхъ изслѣдованiй автора, были измѣнены прежнiя границы распространенiя чернозема.

Такъ какъ съ теченiемъ времени изданныя почвенныя карты успѣли отстать отъ новыхъ географическихъ данныхъ, касавшихся русскихъ почвъ, то Министерство Государственныхъ Имуществъ издало въ 1869 г. новую почвенную карту, составленную, впрочемъ, по тому же типу, какъ и прежнiя. Эта общая карта, съ приложеннымъ къ ней описанiемъ Вильсона, направлена по позднѣйшимъ даннымъ: такъ по нѣкоторымъ губернiямъ были приняты въ основанiе оконченыя труды кадастровыхъ комиссiй, для другихъ губернiй показанiя прежней карты провѣрены и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ исправлены согласно описанiю губернiй, изданному Генеральнымъ Штабомъ, по географическому словарю, изданному Имп. Русск. Географич. Обществомъ, по нѣкоторымъ частнымъ описанiямъ и статьямъ. По своему содержанiю, способамъ обозначенiя и точности эта новая карта напоминаетъ во многомъ прежнiя; измѣненiя касались лишь географическаго распространенiя чернозема.

Послѣдняя почвенная карта была составлена Чаславскимъ въ 1879 г. Она, вмѣстѣ съ схематическою картою черноземной полосы Европ. Россiи, составленною проф. Докучаевымъ и приложенною къ его сочиненiю «Русскiй черноземъ», можно сказать, исчерпываетъ почти совершенно картографическiй матеріалъ русскихъ почвъ. Для составленiя почвенной карты Чаславскiй пользовался матеріаломъ, такъ сказать, вышшаго свойства, получавшимся, подобно составленiю всѣхъ предыдущихъ картъ, не на основанiи непосредственныхъ изслѣдованiй, а побочными косвенными путями. Чаславскiй собиралъ данныя о русскихъ почвахъ въ почтовомъ и военномъ вѣдомствахъ, въ отчетахъ хлѣбныхъ экспедицiй, въ почвенныхъ картахъ нѣкоторыхъ банковъ поземельнаго кредита, въ литературныхъ геологическихъ трудахъ (Рупрехта и Леваковскаго) и, наконецъ, на основанiи личныхъ посѣщенiй и наблюденiй въ центральной и юго-западной Россiи. Полученная на основанiи подобныхъ матеріаловъ почвенная карта хотя и отличается большими точностями относительно географическаго распредѣленiя почвъ

(главнымъ образомъ чернозема), по страдаетъ всѣми недостатками тѣхъ картографическихъ приѣмовъ, которые примѣнялись при составленіи всѣхъ русскихъ картъ. Эти недостатки заключаются главнымъ образомъ въ томъ, что карты составлялись совершенно произвольно, безъ руководящихъ бонитировочныхъ принциповъ, ибо до послѣдняго времени русскія почвы, за весьма рѣдкими исключеніями, не подвергались никакой бонитировкѣ, не было сдѣлано ни одного химическаго анализа и изслѣдованія физическихъ свойствъ, почвенный матеріалъ собирался приѣмами, отдаленными отъ приѣмовъ научнаго метода. Достаточно указать на то, что большая часть почвеннаго матеріала была получена на основаніи личныхъ наблюденій почвъ (ихъ цвѣта) и мѣстныхъ названій и характеристикъ. Само собою понятно, какое значеніе могли имѣть собранныя подобнымъ путемъ данныя для почвенной картографіи и какое приблизительное значеніе получили составленныя почвенныя карты.

Проф. Докучаевъ впервые поставилъ вопросъ о картографическомъ методѣ по отношенію къ русскимъ почвамъ на научное основаніе и указалъ на необходимость точныхъ бонитировочныхъ изслѣдованій при составленіи почвенныхъ картъ. Собранный имъ почвенный матеріалъ, — правда, только по отношенію къ одному чернозему, — имѣетъ поэтому научную цѣнность и дѣлаетъ составленную имъ карту черноземной полосы болѣе или менѣе удовлетворяющею цѣлямъ почвенной картографіи, хотя изображеніе сдѣлано по методу цвѣтной регистраціи, для которой Докучаевъ предлагаетъ примѣнять разъ навсегда установленные цвѣта, именно для черноземныхъ почвъ — различные оттѣнки темно-бураго цвѣта, для болотно-наземныхъ (по его классификаціи) — темно-синяго, для сѣверныхъ песчаныхъ — желтаго и для глинистыхъ почвъ — красноватаго цвѣта. Подъ его же руководствомъ исполнена первая бонитировка мѣстныхъ почвъ, хотя и не совсѣмъ полная, но тѣмъ болѣе важная, что служить примѣромъ, почти единственнымъ въ Россіи, непосредственнаго детальнаго изслѣдованія почвъ. Такое изслѣдованіе произведено именно надъ почвами Нижегородской губ. *) и результаты его, въ видѣ отчета нижегородскому губернскому земству, носятъ названіе «Матеріаловъ къ оцѣнкѣ земель Нижегородской губерніи». Издано 14 томовъ съ двумя картами (геологическою и почвенною). Въ этомъ обширномъ трудѣ, составленномъ подъ руководствомъ проф. Докучаева, при участіи Левинсонъ-Лессинга, Баракова, Краснова, Яковлева, Земятченскаго, Амалницкаго, Сибирцева, Бурмачевскаго, Ферхмина, Зайцева и Барановскаго, разсмотрѣны приѣмы, примѣнявшіеся раньше при оцѣнкѣ земель Европ. Россіи и предложены методы для правильной оцѣнки почвъ вообще, съ указаніемъ классификаціи.

*) Подобныя изслѣдованія производятся въ Полтавской губ., еще въ Казанской губ. и предположены въ нѣкоторыхъ другихъ.

фикации русских почвъ (составл. Докучаевымъ), съ подробнымъ описаніемъ геологическихъ особенностей Нижегородской губ., свойствъ климата, растительности и распространенныхъ почвенныхъ типовъ, которые изслѣдованы приемами механическаго, физическаго и химическаго анализа. Словомъ, методы научной бонитировки почвъ получили здѣсь надлежащее примѣненіе, которое, разумѣется, только и можетъ сдѣлать правильнымъ сужденіе о достоинствахъ мѣстныхъ почвъ. Для технической оцѣнки должно быть произведено хозяйственно-статистическое описаніе почвъ, которое отчасти уже опубликовано, отчасти продолжается.

Подобное изслѣдованіе мѣстныхъ почвъ, требующее массы кропотливаго труда и матеріальныхъ затратъ, предпринято въ видахъ болѣе правильнаго и равномернаго поземельнаго обложенія и, несомнѣнно, практическая цѣль въ этомъ отношеніи будетъ совершенно удовлетворена.

Почвенная карта Нижегородской губерніи, составленная по указанному Докучаевымъ методу цвѣтныхъ обозначеній, относится также къ типу общихъ картъ, такъ какъ на ней не обозначены важнѣйшія техническія свойства и отношенія нижележащихъ слоевъ, а потому эта карта даетъ понятіе лишь о распредѣленіи тѣхъ или другихъ наземныхъ образованій. Болѣе полное понятіе о нижегородскихъ почвахъ получается при сопоставленіи почвенной карты съ геологическою. Приложенное къ картѣ графическое изображеніе химическаго, физическаго характера и геологическихъ особенностей растительно-наземныхъ почвъ Нижегородской губ. въ видѣ кривыхъ поглонительной способности относительно амміака, средней физической кривой и пр., хотя имѣютъ нѣкоторое значеніе, но съ бонитировочной точки зрѣнія все-таки меньшее, нежели нанесеніе на карту болѣе подробныхъ данныхъ химическаго состава, физическихъ и техническихъ свойствъ, а также почвенныхъ профилей по способу Орта. На геологической картѣ Нижегородской губ. изображено нѣсколько профилей (геологическихъ разрѣзовъ), показывающихъ свойства рельефа и пр.

При будущихъ мѣстныхъ изслѣдованіяхъ подобнаго рода надо ожидать изображенія на почвенныхъ картахъ возможно большаго числа такихъ почвенныхъ данныхъ, которыя имѣютъ ближайшее практическое значеніе, т.-е. обозначенія на почвенныхъ картахъ не только внутреннихъ качествъ, но и главнѣйшихъ техническихъ свойствъ, опредѣляющихъ культурную продуктивность регистрируемыхъ почвъ, такъ какъ для практической оцѣнки почвы важны именно отношенія ея къ растительности, а потому агрономическая почвенная картографія должна всегда преслѣдовать подобную задачу.

Изъ предыдущаго обзорѣнія картографическихъ работъ видно, что всѣ русскія почв. карты принадлежатъ къ типу общихъ, т.-е. даютъ понятіе преимущественно о географическомъ распредѣленіи почвенныхъ образованій и то лишь въ предѣлахъ внутренней части Европ. Россіи, потому что поч-

венныя образованія, находящіяся по окраинамъ Имперіи, въ Азіатской Россіи подвергались вообще наименьшимъ наблюденіямъ и изслѣдованіямъ. Въ сущности и относительно внутреннихъ частей Русскаго государства можно съ большею или меньшею увѣренностью трактовать о положеніи лишь одного чернозема, распределеіе же другихъ почвенныхъ типовъ можетъ быть опредѣляемо съ большою приближительностью не только со стороны географическихъ границъ залеганія, но и со стороны природы обозначаемыхъ на картахъ почвенныхъ образованій.



Періодическія измѣненія почвенной температуры на различной глубинѣ. Измѣ-
реніе температуры почвы. Слои постоянной температуры. Средній го-
довой, мѣсячный и суточный ходъ температуры на большой глубинѣ.
Температура верхнихъ слоевъ почвы. Колебанія температуры въ зависи-
мости отъ отѣненія и атмосферныхъ осадковъ 184

VI. Вліяніе строенія почвы на ея физическія свойства. Естественное и ис-
кусственное состояніе почвы. Дѣятельность разрыхленія почвы. Дѣйствіе мороза,
разрыхляющее дѣйствіе корней растений, вліяніе животныхъ на измѣненіе
строенія почвы, дѣятельность дождевыхъ червей. Искусственныя средства
разрыхленія: механическая обработка и удобреніе почвы 190

Грубое и пѣжное строеніе. Измѣненіе физическихъ и химическихъ свойствъ
подъ вліяніемъ строенія. Сѣблость почвы. Потеря почвою первоначаль-
наго строенія и средства для его возстановленія 189

VII. Мѣстныя свойства почвы (энтопическій характеръ). Значеніе поло-
женія почвы на мѣстности для отношеній къ свѣту, теплу, влажности и пр. 210

Вліяніе географическаго положенія почвы, высоты надъ уровнемъ моря,
направленія къ странамъ горизонта и наклона почвы на ея физическія
свойства 211

Вліяніе мѣстныхъ наслоеній и рельефа почвы на ея мощность и отноше-
ніе къ водѣ 232

Вліяніе лѣсовъ и водныхъ бассейновъ на температуру и влажность почвы . . . 245

Вліяніе снѣжнаго покрова на почву 261

Дѣйствіе вѣтра на почву 265

VIII. Химическія свойства почвы. Понятіе о химическихъ свойствахъ почвы
и ихъ значеніе. Способъ изслѣдованія состава почвы посредствомъ хими-
ческаго анализа 286

Минеральныя вещества почвы: кремнеземъ, каолинъ, цеолиты. Соединеніе
основаній въ почвѣ: калия, натрія, извести, магnezія, желѣза, глинозема
и проч. Соединенія кислотъ въ почвѣ: соляная, сѣрная, азотная и фосфор-
ная кислота 290

Гуминовыя вещества почвы. Химическія явленія превращенія органическихъ
остатковъ въ гумусъ, его виды: колпрогенный и растительный гумусъ. Отно-
шеніе между составомъ органическихъ остатковъ и составомъ гумуса 307

Составныя части гумуса: гуминъ и ульминъ, ихъ значеніе. Гуминовая ки-
слота, ея полученіе и свойства. Гуматы. Минерально-гуминовыя соеди-
ненія. Апокреповая кислота, апокреваты. Креповая кислота и ея значе-
ніе въ почвѣ 313

Отношеніе гуминовыхъ веществъ къ минеральнымъ составнымъ частямъ почвы.
Количество гумуса въ почвѣ и его значеніе. Гумусовая и минеральная
теорія Тэера и Либиха. Изслѣдованія надъ гумусо-минеральными соедине-
ніями. Выводъ изъ предыдущаго 320

Поглотительная способность почвы. Явленія поглощенія въ почвѣ. Исторія
вопроса о поглотительной способности. Поглощеніе почвою основаній и
кислотъ. Причины поглощенія почвою различныхъ соединеній. Раствореніе
и передвиженіе поглощенныхъ солей въ почвѣ. Значеніе поглотительной
способности для почвы и для растений 325

IX. Описаніе почвъ (частное почвовѣдѣніе). Различіе почвенныхъ образова-
ній по механическимъ, физическимъ и химическимъ свойствамъ 343

Камонистыя и хрящоватыя почвы 345

Песчанья почвы, ихъ свойства и культурное значеніе. Случайі песокъ, сухая песчаная почва, сунесь	346
Глинистыя почвы, общія свойства, значеніе примѣсей, подпочвы и антропо-ческаго характера; разновидности глинистыхъ почвъ	351
Суглинистыя почвы, ихъ связь съ предъидущими видами, свойства и разновид-ности суглинка	354
Подзолистыя почвы. Механическія, физическія и химическія свойства под-зола. Условія образованія подзолистыхъ почвъ	358
Лѣссовыя почвы. Происхожденіе, строеніе и свойства лѣсса, распростране-ніе его	362
Мергольныя почвы. Основныя свойства мергеля и его значеніе для почвъ. Разновидности мергельныхъ почвъ	365
Известковыя почвы, ихъ образованіе и свойства, значеніе примѣсей. Известковая флора. Распространеніе известковыхъ почвъ и ихъ видоиз-мѣненія	368
Доломитовыя и гипсовыя почвы. Солитряныя земли	371
Перегонныя почвы. Свойства и условія происхожденія перегонныхъ почвъ. Торфяныя почвы. Лѣсныя перегонныя почвы. Вересковыя почвы	373
Наносныя перегонныя почвы. Рѣчные, озерные и морскіе наносы. Марши, ихъ образованіе и культурное значеніе. Лѣссово - перегонныя наносныя почвы. Качества рѣчныхъ наносовъ	379
Черноземъ, распространеніе въ Россіи. Строенію, механической составъ, мощность, физическія и химическія свойства, плодородіе русскаго чернозема. Черноземы другихъ странъ. Фосфоритный черноземъ. Сырыя земли	382
Солончаковыя почвы. Понятіе о солончакахъ. Солончаки прикаспійскихъ и черноморскихъ степей, средней Европы и Азии. Химическія и физическія свойства солончаковъ. Опрѣшеніе солончаковъ, какъ мѣра для ихъ улучшенія	394
X. Классификація почвъ. Задачи классификаціи почвъ. Классификаціи есте-ственныхъ и искусственныхъ. Научныя классификаціи: геологическія, химиче-скія и физическія, ихъ значеніе. Ботаническая классификація	402
Техническія классификаціи, ихъ задачи и практическое значеніе	415
Экономическія классификаціи, основанія для раздѣленія почвъ по роду пользованія	418
Общая классификація почвъ и значеніе синтетическаго метода для этой цѣли	423
XI. Бонитировка почвъ. Понятіе объ оцѣнкѣ почвъ и задачахъ ихъ бонитировки. Предварительныя изслѣдованія. Выборъ средняго образчика почвы. Опре-дѣленіе механическаго состава (глины и песка), минералогическихъ, физи-ческихъ и химическихъ свойствъ почвы	425
Изслѣдованіе техническихъ свойствъ бонитируемой почвы. Ботаническое изу-ченіе почвы. Общій выводъ изъ данныхъ бонитировки	
XII. Почвенныя карты. Задачи картографіи почвъ. Свойства почвъ изображаемыя на картахъ. Способы составленія почвенныхъ картъ. Почвенный профиль. Карты Германіи, Франціи и Австріи. Русскія почвенныя карты	459
Литература по почвовѣдѣнію	

Литература по почвовѣдѣнію.

- М. Афонинъ.—Слово о пользѣ, знаніи, собираніи и размноженіи чернозему. Москва. 1771 г.
- Saussure.—Recherches chimiques sur la végétation. 1805.
- A. Thaer.—Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. IV Bd. Berlin. 1809—1812 (Neue Ausgabe 1880). (Есть въ русскомъ переводѣ Маслова).
- A. Thaer.—Ueber die Wertschätzung des Bodens. Berlin. 1811.
- G. E. W. Crome.—Der Boden und sein Verhältniss zu den Gewachsen. Hannover. 1812.
- H. Davy.—Elemente der Agriculturchemie. 1814.
- A. Дѣйхманъ.—Мысли объ основаніи земледѣлческой науки. Спб. 1829.
- F. Unger.—Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nördlichen Tyrols. Wien. 1836.
- Schübler.—Grundsätze der Agriculturchemie. 1838.
- Hlubeck.—Die Ernährung der Pflanzen und die Statik des Landbaues. 1841.
- Sprengel.—Bodenkunde. 1844.
- I. Liebig.—Theorie und Praxis in der Landwirthschaft. 1850.
- H. W. Pabst.—Die landwirthschaftliche Taxationslehre. Wien. 1853.
- Н. Борисякъ.—О черноземѣ. (Рѣчь, читанная въ торж. собраніи Харьковскаго университета). Харьковъ. 1852 г.
- Schulze.—Chemie für Landwirthe. II Bd. 1853.
- Желѣзновъ.—Испытаніе вязкости почвъ динамометрическимъ ломомъ. Москва. 1853 г.
- C. Trommer.—Die Bonitierung des Bodens vermittelt der wildwachsenden Pflanzen. Groiswald. 1853.
- Dr. Grebe.—Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimat lehre in ihrer Anwendung auf Forstwirthschaft. Wien. 1 Auflage. 1852 (2-е Aufl.—1858, 3-е Aufl.—1865).
- E. Wolff.—Naturgesetzliche Grundlagen des Ackerbaues. II Bd. 1854.
- I. Liebig.—Die Grundsätze der Agriculturchemie. 1855.
- Heyer.—Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie. Erlangen. 1856.
- C. Trommer.—Lehrbuch der Bodenkunde. Ein Handbuch für Land und Forstwirthe, Boniteure, Gärtner und s. w. Berlin. 1857.
- B. Cotta.—Deutschlands Boden, sein geologischer Bau und dessen Einwirkung auf das Leben der Menschen. II Bd. Leipzig. 1858.
- Boussingault.—Agronomie, chimie agricole et physiologie. 2-е édition. 3 vol. Paris. 1860—1864.
- Б. Котта.—Практическая геогнозія для сельскихъ хозяевъ, лѣсничихъ и техниковъ. Перев. подъ ред. Пузыревскаго. Спб. 1862.

Песчанья почвы, ихъ свойства и культурное значеніе. Случайный песокъ, сухая песчаная почва, супесь	346
Глинистыя почвы, общія свойства, значеніе примѣсей, подпочвы и энтопическаго характера; разновидности глинистыхъ почвъ	351
Суглинистыя почвы, ихъ связь съ предыдущими видами, свойства и разновидности суглинка	351
Подзолистыя почвы. Механическія, физическія и химическія свойства подзола. Условія образованія подзолистыхъ почвъ	358
Лѣссовыя почвы. Происхожденіе, строеніе и свойства лѣсса, распространеніе его	362
Мергельныя почвы. Основныя свойства мергеля и его значеніе для почвъ. Разновидности мергельныхъ почвъ	365
Известковыя почвы, ихъ образованіе и свойства, значеніе примѣсей. Известковая флора. Распространеніе известковыхъ почвъ и ихъ видоизмѣненія	368
Доломитовыя и гипсовыя почвы. Селитряныя земли	371
Перегноинныя почвы. Свойства и условія происхожденія перегноинныхъ почвъ. Торфяныя почвы. Лѣсныя перегноинныя почвы. Вересковыя почвы	373
Наносныя перегноинныя почвы. Рѣчныя, озерныя и морскія наносы. Марши, ихъ образованіе и культурное значеніе. Лѣссово - перегноинныя наносныя почвы. Качества рѣчныхъ наносовъ	379
Черноземъ, распространеніе въ Россіи. Строеніе, механическій составъ, мощность, физическія и химическія свойства, плодородіе русскаго чернозема. Черноземы другихъ странъ. Фосфоритный черноземъ. Сырыя земли	382
Солончаковыя почвы. Понятіе о солончакахъ. Солончаки прикаспійскихъ и черноморскихъ степей, средней Европы и Азии. Химическія и физическія свойства солончаковъ. Опрѣсненіе солончаковъ, какъ мѣра для ихъ улучшенія	394
X. Классификація почвъ. Задачи классификаціи почвъ. Классификаціи естественныя и искусственныя. Научныя классификаціи: геологическія, химическія и физическія, ихъ значеніе. Ботаническая классификація	402
Техническія классификаціи, ихъ задачи и практическое значеніе	415
Экономическія классификаціи, основанія для раздѣленія почвъ по роду пользованія	418
Общая классификація почвъ и значеніе синтетическаго метода для этой цѣли	423
XI. Бонитировка почвъ. Понятіе объ оцѣнкѣ почвъ и задачахъ ихъ бонитировки. Предварительныя изслѣдованія. Выборъ средняго образчика почвы. Опредѣленіе механическаго состава (глины и песку), минералогическихъ, физическихъ и химическихъ свойствъ почвы	425
Изслѣдованіе техническихъ свойствъ бонитируемой почвы. Ботаническое изученіе почвы. Общій выводъ изъ данныхъ бонитировки	425
XII. Почвенныя карты. Задачи картографіи почвъ. Свойства почвъ изображаемыя на картахъ. Способы составленія почвенныхъ картъ. Почвенный профиль. Карты Германіи, Франціи и Австріи. Русскія почвенныя карты	459
Литература по почвовѣдѣнію	

Литература по почвовѣдѣнію.

- М. Афонинъ.—Слово о пользѣ, знаніи, собираніи и размноженіи чернозему. Москва. 1771 г.
- Saussure.—Recherches chimiques sur la végétation. 1805.
- A. Thaer.—Grundsätze der rationellen Landwirthschaft. IV Bd. Berlin. 1809—1812 (Neue Ausgabe 1880). (Есть въ русскомъ переводѣ Маслона).
- A. Thaer.—Ueber die Wertschätzung des Bodens. Berlin. 1811.
- G. E. W. Crome.—Der Boden und sein Verhältniss zu den Gewächsen. Hannover. 1812.
- H. Davy.—Elemente der Agriculturchemie. 1814.
- А. Дѣйхманъ.—Мысли объ основаніи земледѣлательной науки. Спб. 1829.
- F. Unger.—Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nördlichen Tyrols. Wien. 1836.
- Schubler.—Grundsätze der Agriculturchemie. 1838.
- Hlubeck.—Die Ernährung der Pflanzen und die Statik des Landbaues. 1841.
- Sprengel.—Bodenkunde. 1844.
- I. Liebig.—Theorie und Praxis in der Landwirthschaft. 1850.
- H. W. Pabst.—Die landwirthschaftliche Taxationslehre. Wien. 1853.
- Н. Борисякъ.—О черноземѣ. (Рѣчь, читанная въ торж. собраніи Харьковскаго университета). Харьковъ. 1852 г.
- Schulze.—Chemie für Landwirthe. II Bd. 1853.
- Желѣзновъ.—Испытаніе вязкости почвъ динамометрическимъ ломомъ. Москва. 1853 г.
- C. Trommer.—Die Bonitierung des Bodens vermittelst der wildwachsenden Pflanzen. Greiswald. 1853.
- Dr. Grebe.—Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimat lehre in ihrer Anwendung auf Forstwirthschaft. Wien. 1 Auflage. 1852 (2-е Aufl.—1858, 3-е Aufl.—1865).
- E. Wolff.—Naturgesetzliche Grundlagen des Ackerbaues. II Bd. 1854.
- I. Liebig.—Die Grundsätze der Agriculturchemie. 1855.
- Heyer.—Lehrbuch der forstlichen Bodenkunde und Klimatologie. Erlangen. 1856.
- C. Trommer.—Lehrbuch der Bodenkunde. Ein Handbuch für Land und Forstwirthe, Boniteure, Gärtner und s. w. Berlin. 1857.
- B. Cotta.—Deutschlands Boden, sein geologischer Bau und dessen Einwirkung auf das Leben der Menschen. II Bd. Leipzig. 1858.
- Boussingault.—Agronomie, chimie agricole et physiologie. 2-е édition. 3 vol. Paris. 1860—1864.
- Б. Котта.—Практическая геогнозія для сельскихъ хозяевъ, дѣлвичихъ и техниковъ. Перев. подъ ред. Пузыревскаго. Спб. 1862.

- F. A. Fallou.—Pedologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde. Dresden. 1862.
- F. Senft.—Die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildungen als Erzeugungsmittel neuer Erdrindelagen. Leipzig. 1862.
- G. Mulder.—„De Scheikunde der Bouwbare Aarde“. Die Chemie der Ackerkrume, übersetzt von Dr. Grimm. IV Bd. 1862.
- Bischof.—Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie. 2-e Auflage. IV Bd. 1863.
- Benningsen-Förder.—Das nordeuropäische und besonders das vaterländische Schwemmland in tabellarischer Ordnung seiner Schichten. Berlin. 1863.
- W. Schumacher.—Physik des Bodens in ihren theoretischen und praktischen Beziehungen zur Landwirthschaft. 1864.
- К. Бирнбаумъ.—Почвовѣдѣніе и климатологія. Перев. съ нѣм. Сиб. 1864.
- F. A. Fallou.—Anfangsgründe der Bodenkunde. Dresden. 1865 (1-e Auflage 1857).
- I. Liebig.—Die chemischen Briefe. 1865.
- I. R. Lorenz.—Die Bodenkulturverhältnisse des Oesterreichischen Staates. Wien. 1866.
- Ф. Рупрехтъ.—Гео-ботаническія изслѣдованія о черноземѣ. Съ картою расироотра-ненія чернозема въ Россіи. Сиб. 1866.
- F. Senft.—Der Steinschutt und Erdboden nach Bildung, Bestand, Eigenschaften, Veränderungen und Verhalten zum Pflanzeleben, für Land- und Forstwirthe, wie auch für Geognosten. Hannover. 1867 (idem 1889).
- M. Wilkens.—Bodenkunde und Geologie. Eine kritische Grundlegung der Bodenkunde als Sendschreiben an H-n F. A. Fallou. 1867.
- E. Schöne.—Ueber Schlamm-analyse und einen neuen Schlammapparat. Berlin. 1867.
- I. R. Lorenz.—Grundsätze für die Aufnahme landwirthschaftlichen Bodenkarten. Wien. 1868.
- Girard.—Grundlagen der Bodenkunde für Land- und Forstwirthe. Halle. 1868.
- F. A. Fallou.—Grund und Boden des königreichs Sachsen und seiner Umgebung in sämtlichen Nachbarstaaten, in volks-land- und forstwirthschaftlicher untersucht. Dresden. 1868.
- Meitzen.—Der Boden und die landwirthschaftlichen Verhältnisse des preussischen Staates. II Bd. 1868.
- Р. Гофманъ.—Земледѣльческая химія. Съ дополненіями проф. Энгельгардта. Сиб. 1868.
- K. Birnbaum.—Ueber die Grundlagen der Bodentaxation. Georgika. 1869.
- Vogel.—Die Entwicklung der Agriculturchemie. 1869.
- Gasparin.—Cours d'agriculture. 3-e édition. Paris. 1869. T. IV.
- F. Senft.—Die Unkräuter als Bestimmungsmittel der Bodenarten. Georgika. 1870.
- Химическія изслѣдованія почвъ и продуктовъ съ опытныхъ полей Симбирской, Смоленской, Московской и С.-Петербургской губ. Съ пред. проф. Менделѣева. Сиб. 1870 и 1871 г.
- A. Orth.—Die geologischen Verhältnisse des norddeutschen Schwemmlandes und die Anfertigung geognostisch-agronomischer Karten. Halle. 1870.
- A. Orth.—Wandtafeln für Bodenkunde. Berlin. 1875. Mit Text.
- A. Orth.—Die wichtigsten Bodenkarten für die Zuckerrübenkultur im Deutschen Reiche. 22 Profile mit geognostischer Colorirung. Mit Text.
- A. Orth.—Zur Kenntniss des Bodens und seines Gewerbes. Zwei Vorträge. 1872.
- A. Orth.—Ueber Untersuchung und kartographische Aufnahme des Bodens und Untergrundes grosser Städte. 1873.

- A. Orth.—Das geologische Bodenprofil nach seiner Bedeutung für den Bodenwirth und die Landescultur. 1873.
- A. Orth.—Der Untergrund und Bodeurente mit Bezug auf einige neuere geologische Karten arbeiten. 1872.
- Леваковскій.—Матеріалы для изученія чернозема. 1872 г.
- A. Сидоровичъ.—Черноземная полоса юго-западнаго края Россіи. 1872.
- П. Ильенковъ.—О химическомъ составѣ черноземныхъ почвъ (Актовая рѣчь, чит. въ Петровской Академіи). 1872.
- B. Cotta.—Die Geologie der Gegenwart. 3-e Auflage. Leipzig. 1872.
- Ю. Либихъ.—Химія въ приложеніи къ земледѣлію и физиологій растений. Пер. проф. Ильенкова. Москва. 1870, 2 изд.
- Deherain.—Cours de chimie agricole. Paris. 1873.
- E. Ebermayer.—Die phisikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung. Berlin. 1873.
- П. Пальцовъ.—О физическихъ свойствахъ почвы. 1873 (изъ Трудовъ Импер. Вол. Экон. Общ.).
- Кноп.—Bonitirung der Ackererde. 1873. Nachträge. 1877.
- Кноп.—Kreislauf des Stoffes. II Bd. 1868.
- Кноп.—Lehrbuch der Agriculturchemie. II Bd.
- A. Энгельгардтъ.—Химическія основы земледѣлія. Смоленскъ. 1875 г.
- Людоговскій, Стебуть, Чернопятковъ и Фадѣевъ.—Настольная книга для русскихъ сельскихъ хозяевъ. Т. I. 1875 г.
- E. Wolff.—Anleitung zur chemischen Untersuchungen landwirths. wichtiger Stoffe. Berlin. 1875. (Въ русскомъ переводѣ подъ ред. проф. Густавсона).
- A. Orth.—Die geognostisch-agronomische Kartierung. Berlin. 1875.
- A. Шербаковъ.—Способы нѣкоторыхъ санитарныхъ изслѣдованій. Температура почвы. Углекислота и влажность почвеннаго воздуха. Уровень почвенной воды. Анализъ водъ. Казань. 1875 г.
- B. Н. Васильчиковъ.—Черноземъ и его будущность въ связи съ истребленіемъ лѣсовъ. Москва. 1876 г.
- B. В. Докучаевъ.—Итоги о русскомъ черноземѣ. Сиб. 1877 г.
- F. Senft.—Lehrbuch der Gesteins- und Bodenkunde. 2 Auflage. 1877.
- Dr. Sacc.—Chimie du sol. 4-e édition. Paris. 1870.
- R. Braungart.—Die Wissenschaft in der Bodenkunde. Ein Leitfaden für geobotanisch-ökonomische Studien. Berlin und Leipzig. 1876.
- W. Detmer.—Die naturwissenschaftlichen Grundlagen der allgemeinen landwirthschaftlichen Bodenkunde. Loipzig und Heidelberg. 1876.
- Benningsen-Förder.—Bodenkarte des Erd-oder Schwemm-und des Felslandes der Umgegend von Halle a. S. 1876.
- Boden karte.—Geologisch-agronomische von Preussen und den Thüringischen Staaten. Herausgegeben durch das Königl. Preussische Ministerium der öffentlichen Arbeiten (Masstab 1:25000, Blattgrosse $\frac{57}{60}$ centim.). Nebst einem Heft Erläuterungen zu jedem Blatt.
- Th. v. Gohren.—Boden und Atmosphäre. Mit Holzschnitten, Tabellen und 2 color. Tafeln. Leipzig. 1878.
- Г. Рудинскій.—Способность почвы всасывать воду и значеніе этого свойства почвы въ дѣлѣ земледѣлія. Варшава. 1878.
- E. Wollny.—Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur-Physik. (Издается съ 1878 года до настоящаго времени. Вышло 16 томовъ).

- F. Senft.—Die Thonsubstanzen nach Entstehungsweise, Bestand, Eigenschaften und Ablagerungsorten. 1879. Berlin.
- F. Haberlandt.—Der allgemeine landwirthschaftliche Pflanzenbau. Wien. 1879.
- M. Fesca.—Die agronomische Bodenuntersuchung und Kartierung auf naturwissenschaftlicher Grundlage. 1879.
- L. Grandeau.—Chémie et Physiologie appliquées à l'agriculture et à la sylviculture 1879. Paris.
- L. Grandeau.—Traité d'analyse des matières agricoles. 1879. (Въ нѣмецкомъ переводѣ: Handbuch für Agriculturchemische Analysen. Berlin. 1884).
- В. Чаславскій.—Почвенная карта Европ. Россіи. Съ объяснительнымъ текстомъ. Изд. Департамента Земледѣлія и Сельской Промышленности. Спб. 1879 г.
- В. В. Докучаевъ.—Картографія русскихъ почвъ. Спб. 1879 г.
- Шмидтъ.—Физико-химическія изслѣдованія почвы и подпочвы Европ. Россіи. Вып. I и II. 1879.—1881 г.
- В. В. Докучаевъ.—Какія мѣры могли бы способствовать поднятію крайне низкаго уровня почвовѣднія въ Россіи. Спб. 1880 г.
- А. Ширяевъ.—Механическій анализъ почвъ помощью прибора Шене. Харьковъ. 1880 г.
- П. Смоленскій.—Объ угольной кислотѣ почвеннаго воздуха. Спб. 1880 г.
- А. Nosäus.—Grundzuge der Agriculturchemie. Mit Holzschnitten und 2 Karten. 1879.
- P. Oemler.—Die Bodenkunde in populär-wissenschaftlicher Darstellung für Landwirthe. Berlin. 1874.
- I. Kirchbach.—Handbuch für Landwirthe oder Zusammenstellung der Grundsätze, Ansichten und Angaben verschiedener Schriftsteller in Betreff der wichtigsten Gegenstände der Landwirthschaft. 8-е изданіе этой книги совершенно переделано и заново пересмотрѣно К. Бирбаумомъ. 1874 г. 2 части.
- П. Костычевъ.—Нерастворимыя фосфорно-кислыя соединения почвъ. Спб. 1881 г.
- В. В. Докучаевъ.—Ходъ и главнѣйшіе результаты предпринятаго Имп. Вольно-Эконом. Обществомъ изслѣдованія русскаго чернозема. Спб. 1881 г.
- В. В. Докучаевъ.—Схематическая почвенная карта черноземной полосы Россіи. Спб. 1882 г.
- А. Миддендорфъ.—Очерки Ферганской долины. 1882 г.
- Ч. Дарвинъ.—Образованіе растительнаго слоя дѣятельностью дождевыхъ червей и наблюденія надъ жизнедѣятельностью послѣднихъ. Перев. съ англійскаго М. А. Мензбира. Москва. 1882 г.
- R. Heinrich.—Grundlagen zur Beurtheilung der Ackerkrume. 1882.
- M. Fesca.—Beiträge zur agronomischen Bodenuntersuchung und Kartierung. 1882.
- Wehnen.—Boden und Steine. Leitfaden der Mineralogie, Geologie und Bodenkunde zum Gebrauche an Real- und Landwirthschafts-Schulen. 1882.
- В. В. Докучаевъ.—Русскій черноземъ. Съ почвенною картою и 12 рис. Спб. 1883 г.
- H. Hellriegel.—Beiträge zu den wissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig. 1883.
- I. Hann.—Handbuch der Klimatologie. Stuttgart. 1883.
- W. Кноп.—Ackererde und Kulturpflanze. Leipzig. 1883.
- Павловъ.—О распространеніи газовъ въ почвѣ. Спб. 1883 г.
- Калуатовъ.—О проницаемости почвы для воды. Спб. 1884 г.
- Gruner.—Die Bedeutung der geologisch-agronomischen Boden kartierung und die beste Methode sie für die Praxis verwertbar zu machen. 1883.
- Lorenz von Liburnau.—Die geologischen Verhältnisse von Grund und Boden. Berlin. 1883.

- I. Früh.—Ueber die Bildung des Torfes und des Dopplerit. Zürich. 1833.
- E. Braun.—Die Humussäure in ihrer Beziehung zur Entstehung der festen fossilen Brennstoffe und zur Pflanzenernährung. Darmstadt. 1884.
- G. Krafft.—Lehrbuch der Landwirthschaft I. Ackerbaulehre. 1885.
- Th. Nördlinger.—Der Einfluss des Waldes auf die Luft und Bodenwärme. Berlin. 1885.
- A. Совѣтовъ и В. Докучаевъ.—Материалы по изученію русскихъ почвъ. Спб. 1885. Вып. I—VIII.
- F. Dafert.—Klienes Lehrbuch der Bodenkuude. Bonn. 1885.
- A. Nowacki.—Kurze Anleitung zur einfachen Bodenuntersuchung. Berlin. 1885.
- A. Mayer.—Lehrbuch der Agriculturchemie. II Th. 3-e verbesserte Auflage. Heidelberg. 1886.
- G. Wilhelm.—Die natürlichen Grundlagen der Landwirthschaft. I Theil. Atmosphäre, Klima und Boden. 1886.
- П. Костычевъ.—Почвы черноземной области России. I ч. Спб. 1886.
- A. Schmied.—Die Bodenlehre. Ein Handbuch für Theorie und Praxis. 1886.
- C. Keller.—Humusbildung und Bodencultur unter dem Einfluss thierischer Thätigkeit. Leipzig. 1887.
- В. Докучаевъ.—Материалы къ оцѣнкѣ земель Нижегородской губ. Естественно-историческая часть. Вып. I—XIV. Отчетъ нижегор. губ. земству.
- H. Mohn.—Grundzüge der Meteorologie. 4-e Auflage. Berlin. 1887.
- E. Laurent.—Du rôle des bactéries dans la fixation de l'azote dans le sol. Bruxelles. 1887.
- P. E. Müller.—Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. 1887.
- F. Wahnschaffe.—Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. Berlin. 1887.
- C. Коржинекій.—Сѣвнорная граница черноземно-степной области восточной полосы Европ. России въ ботанико-географическомъ и почвенномъ отношеніи. Казань. 1888 (Труды Общ. Естествоисп. при Импер. Каз. университетѣ).
- R. Sachse.—Lehrbuch der Agriculturchemie. Leipzig. 1888.
- W. Detmer.—Bodenkunde. 1888. (Separat-abzug aus der Handbuch der gesammte Landwirthschaft von Th. Freiherr v. d. Goltz).
- I. Soyka.—Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse. Wien. 1888.
- G. Appert.—Pflanze und Boden mit besonderer Berücksichtigung des Ackerbaues. Breslau. 1889.
- Г. Густавсонъ.—Двадцать лекцій агрономической химіи. 2-е изд. Москва. 1889.
- F. Steinriede.—Anleitung zur mineralogischen Bodenanalyse. Leipzig. 1889.
- И. В. Мушкетовъ.—Физическая геологія. т. I и II. Спб. 1891.
- I. König.—Die Untersuchung landwirthschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Berlin. 1891.
- A. Nowacki.—Praktische Bodenkunde. 2-e verbesserte Auflage. 1892.
- М. И. Трухановскій.—Почвы и меліораціи ихъ. Саратовъ. 1893.
- E. Ramann.—Forstliche Bodenkunde und Standorthslehre. Berlin. 1893.
- Геологическая карта Европейской России. Изданіе Геологическаго Комитета. На 6 листахъ. Спб. 1893. Съ текстомъ.

**Періодическія изданія, въ которыхъ помѣщено много
изслѣдованій касающихся почвы.**

Comptes rendus, hebdomadaires des seances de l'academie de sciences. Paris. № 52.
Annales agronomiques (Publiées par Deherain et sous les auspices du ministère
de l'agriculture et du commerce). № 12.

Journal d'agriculture pratique. № 52.

Die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen. Herausgegeben von Dr. F. Nobbe
(von 1857—1877 und von 1878).

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Herausgegeben von Dr. H. Thiel. 6 Hefte
(von 1872).

Jahresbericht über Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Agricultur-
Chemie. Herausgegeben von Dr. A. Hilger. (von 1858 bis 1877—Erste Folge
von 1878—Neue Folge).

Bedermann's Central-Blatt für Agriculturchemie und rationellen Land-
wirthschafts-Betrieb. Fortgesetzt unter der Redaction von Prof. Dr. M. Flei-
scher und Dr. U. Kreuzler (von 1870).

Извѣстія Петровской Земледѣльческой и Лѣсной академіи.

Сельское Хозяйство и Лѣсоводство.

Труды Императорскаго Вольнаго Экономическаго Общества.

