

~~354.5~~
631.8
Г-907

631.8
П.

Гусятинсон

Двадцать летний
агрономической школы

628799

в
ec
T 63:54
831.8
63:54
Г-907
g
с.т.

ДВАДЦАТЬ ЛЕКЦІЙ

АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ.

КУРСЪ,

ЧИТАЕМЫЙ ВЪ ПЕТРОВСКОЙ ЗЕМЛЕДѢЛЬЧЕСКОЙ АКАДЕМІИ

ПРОФЕССОРОМЪ

ГУСТАВСОНОМЪ.

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ.

МОСКВА.

Типо-литографія Высочайше утвержден. Т-ва И. Н. Кушнеревъ и Ко,
Пименовская улица, собствен. домъ.

1889.

~~11287/99~~

9161
1916
41016



Двадцать лекцій агрономической химіи.

Изъ сравненія содержанія различныхъ учебниковъ и руководствъ по агрономической химіи легко усмотрѣть, что та совокупность знаній, которая извѣстна въ настоящее время подъ этимъ названіемъ, весьма обширна. Обширность содержанія зависитъ отъ задачъ агрономической химіи, имѣющей цѣлью рассмотреть, поставить въ связь, и дать научное объясненіе тѣмъ явленіямъ и процессамъ, совершающимся въ природѣ, съ которыми приходится имѣть дѣло сельскому хозяину. Одной химіи, конечно, недостаточно для выполнения этой задачи: приходится прибѣгать и къ помощи другихъ естественныхъ наукъ. Хотя мы, въ нашемъ курсѣ, ограничимся рассмотрѣніемъ только тѣхъ процессовъ и явленій въ природѣ, имѣющихъ значеніе для земледѣлія, въ объясненіи которыхъ химія играетъ преобладающую роль, и которые не могли быть рассмотрѣны съ достаточною полнотою на общихъ курсахъ химіи, но и намъ нерѣдко придется, при полномъ рассмотрѣніи вопросовъ, опираться на факты, принадлежащіе къ области другихъ наукъ. Изъ нашего курса будутъ исключены многіе отдѣлы, часто входящіе въ руководства по агрономической химіи, наприм., ученіе о питаніи растений, о физическихъ свойствахъ почвы и т. п., такъ какъ эти отдѣлы входятъ въ составъ другихъ курсовъ, читаемыхъ въ Петровской академіи. Считаю необходимымъ также поставить на видъ, что агрономическая химія у насъ излагается послѣ всѣхъ другихъ отдѣловъ химіи, а потому въ слушателяхъ предполагается полное знакомство со всѣми частями этой науки.

Содержаніе курса будетъ слѣдующее. Первая половина его будетъ посвящена изученію съ *химической* стороны почвы.

Этотъ отдѣлъ будетъ заключенъ изложеніемъ методовъ химическаго анализа почвъ, сознательное отношеніе къ которому возможно только послѣ предварительнаго знакомства съ химическою стороною ученія о почвахъ. Во второй половинѣ курса будетъ разсмотрѣна *химія* удобреній. При этомъ выяснится, на какія стороны химическаго анализа удобреній должно быть обращено особое вниманіе. Наконецъ, въ видѣ добавленія, будутъ изложены методы анализа растительнаго корма, молока и нѣкоторыхъ другихъ продуктовъ.

О происхожденіи и о ближайшихъ минеральныхъ составныхъ частяхъ почвъ.

Почвы представляютъ весьма сложную смѣсь соединений. Для огромнаго большинства почвъ уже поверхностное изслѣдованіе приводитъ къ тому заключенію, что онѣ состоятъ изъ минеральной и органической части. Путемъ отмучиванія легко доказать въ почвахъ присутствіе песка и глины; выдѣленіе газа при дѣйствіи кислотъ указываетъ на присутствіе въ почвахъ углекислыхъ солей. Но вполне отдѣлить другъ отъ друга соединенія, входящія въ составъ этой смѣси, извѣстными намъ приемами, для того, чтобы изучить ихъ въ отдѣльности, мы не можемъ. Правда, нѣкоторыя изъ соединений можно извлечь растворителями, наприм. водою извлекаются растворимыя соли и нѣкоторыя органическія соединенія; но существенная часть почвы, состоящая изъ нерастворимыхъ, водныхъ, кремнекислыхъ соединений, не поддается выдѣленію изъ почвы и раздѣленію. Мы можемъ разложить ихъ, подвергнувъ почву дѣйствію кислотъ, опредѣлить отдѣльно основанія и кремневую кислоту, но этимъ мы достигнемъ опредѣленія только конечныхъ составныхъ частей почвы, натура же ближайшихъ составныхъ частей ея, которая можетъ быть весьма различна, останется неизвѣстною. Для разрѣшенія занимающаго насъ вопроса приходится обратиться къ исторіи почвы и примѣнить къ изученію ея методъ историческій, т. е. тотъ методъ, къ которому часто прибѣгаютъ при изученіи сложныхъ вопросовъ во всѣхъ областяхъ знанія. Надо бросить взглядъ на то, изъ чего и какимъ образомъ произошла

почва, прослѣдить тѣ измѣненія, которымъ подвергались первоначальныя соединенія при превращеніи ихъ въ почву—тогда мы будемъ въ состояніи сдѣлать вѣроятное предположеніе о томъ изъ чего состоитъ почва и въ какомъ направленіи она можетъ измѣняться далѣе. На помощь этому методу, т. е. изученію почвы во времени, является другой, состоящій въ изслѣдованіи химическихъ свойствъ почвы въ данный моментъ. Если химическія свойства почвы будутъ согласоваться съ предположеніемъ о существованіи въ ней извѣстныхъ соединеній, то тогда наши выводы пріобрѣтутъ еще бѣольшую вѣроятность. Если при этомъ и не будетъ достигнуто полнаго представленія о всѣхъ соединеніяхъ, находящихся въ данной почвѣ, что, въ виду постоянныхъ измѣненій, происходящихъ въ почвахъ, и не можетъ имѣть существеннаго значенія, то все-таки съ вѣроятностью опредѣлятся различныя категоріи соединеній, различающіяся по ихъ химическимъ функціямъ, и явится возможность предвидѣть и объяснять химическое воздѣйствіе на почву различныхъ тѣлъ, наприм. удобреній и отношеніе ближайшихъ составныхъ частей почвы къ питанію растений.

При изученіи занимающаго насъ вопроса, я въ началѣ брошу взглядъ на происхожденіе минеральной части почвъ, затѣмъ съ большею подробностью остановлюсь на образованіи и измѣненіяхъ органическихъ веществъ почвы и, наконецъ, укажу на взаимныя отношенія этихъ двухъ составныхъ частей.

Минеральная часть почвъ произошла изъ первобытныхъ горныхъ породъ, составляющихъ твердую кору земнаго шара. Эти породы, какъ наприм., гранитъ, порфиръ, трахитъ, сіенитъ и друг., разрушаясь путемъ вывѣтриванія, даютъ начало почвамъ. Правда, не всегда этотъ переходъ совершается непосредственно. При нѣкоторыхъ условіяхъ, породы, разрушаясь, могутъ давать начало особеннымъ образованиямъ, наприм. пластамъ глины, песку и т. п. Но, не касаясь разсмотрѣнія этого вопроса, относящагося къ геологіи, замѣчу только, что, въ концѣ-то концовъ, минеральные элементы почвы перешли въ нее изъ первобытныхъ горныхъ породъ. Это доказывается, между прочимъ, тѣмъ, что конечныя минеральныя составныя части почвъ тѣ же самыя, что и въ горныхъ

породахъ. Какъ тутъ, такъ и тамъ анализомъ доказывается присутствіе глинозема, кремнезема, желѣза, марганца, извести, магнезій, щелочей, сѣрной кислоты, фосфорной кислоты, хлора. Изъ находенія въ почвѣ соединеній какого-либо элемента, не заключающагося въ атмосферѣ или находящагося въ ней лишь весьма въ малыхъ количествахъ, можно предположить о присутствіи того же элемента и въ горныхъ породахъ. Въ этомъ отношеніи имѣются поучительные примѣры. Такъ, постоянное находеніе въ почвахъ фосфорной и сѣрной кислотъ заставило искать этихъ соединеній и въ горныхъ породахъ. Оказалось, что дѣйствительно въ гранитѣ, гнейсѣ, сіенитѣ, базальтѣ заключаются соли этихъ кислотъ. причемъ количество фосфорной кислоты достигаетъ иногда до одного процента *).

Почвы отличаются отъ первобытныхъ горныхъ породъ въ физическомъ отношеніи тѣмъ, что представляютъ смѣсь мелкихъ частицъ, въ химическомъ же отношеніи—различіе проявляется въ дѣйствиіи однихъ и тѣхъ же реактивовъ на тѣ и другія. Такъ, кислоты, наприм. соляная, на холоду уже разлагаютъ часть почвы, переводя въ растворъ минеральныя вещества, наприм. известь, щелочи, кремневую кислоту и т. п., а на кремнеземистыя горныя породы, при тѣхъ же условіяхъ. не дѣйствуютъ. Значить, при образованіи почвы, должно было произойти измельченіе породы и химическое измѣненіе ея составныхъ частей. Процессъ, вслѣдствіе котораго происходятъ эти измѣненія, носитъ названіе *вывѣтриванія*.

Дѣятелей вывѣтриванія дѣлятъ на физическіе или механическіе и на химическіе. Къ первымъ относятъ колебаніе температуры. Вслѣдствіе различнаго расширенія отъ нагрѣванія минераловъ, входящихъ въ составъ породы, наприм. кварца и полеваго шпата въ гранитѣ, происходятъ трещины—и связь минераловъ между собою нарушается. Вода, попадая въ происшедшія этимъ и другими путями трещины и замерзая, расширяется и нарушаетъ еще болѣе связь между составными частями породы, подготавливая ихъ разрушеніе. Наконецъ, отдѣленію обломковъ горныхъ породъ и дальнѣйшему перетиранию ихъ способствуютъ дожди и быстрое движеніе воды въ

*) A. Stöckhard. Versuchsstationen 1859, стр. 178; 1861, стр. 105.

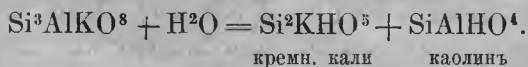
ручьяхъ, горныхъ потокахъ и рѣкахъ, уносящихъ обломки породъ.

Къ химическимъ дѣтелямъ вывѣтриванія относятъ воду, углекислоту, кислородъ и амміакъ; дѣйствіе послѣдняго, впрочемъ, весьма ограничено. Въ природѣ всегда наблюдается совмѣстное дѣйствіе воды съ перечисленными газами, потому что въ атмосферѣ всегда находятся пары воды, а жидкая вода всегда содержитъ эти газы въ растворѣ. Химическое воздѣйствіе названныхъ факторовъ на породу влечетъ за собою измельченіе ея. Такъ, наприм., кислородъ, дѣйствуя на соли закиси желѣза, находящіяся въ нѣкоторыхъ минералахъ, переводитъ закись желѣза въ окись, вслѣдствіе чего связь между частицами минерала нарушается и онъ распадается. Вообще же кислородъ дѣйствуетъ на составныя части горныхъ породъ окисляющимъ образомъ. Онъ переводитъ, наприм., желѣзный шпатель въ бурый желѣзнякъ, а желѣзные колчеданы въ сѣрнокислыя соли окиси желѣза, причемъ изъ части сѣры колчедановъ происходитъ сѣрная кислота, въ свою очередь дѣйствующая на горныя породы, образуя сѣрнокислыя соли.

Главную роль въ процессъ вывѣтриванія горныхъ породъ слѣдуетъ приписать совмѣстному дѣйствію углекислоты и воды. Дѣйствіе углекислоты основывается на томъ, что она отнимаетъ основанія отъ солей, входящихъ въ составъ горныхъ породъ, образуя кислыя углекислыя соли, растворяющіяся въ водѣ. Дѣйствіе углекислоты, конечно, весьма медленно, потому что, вопервыхъ, это есть кислота очень слабая, а вовторыхъ въ атмосферѣ ея заключается очень немного (въ 10.000 объемахъ воздуха 3 объема). Надо, впрочемъ, замѣтить, что горныя породы, подобно другимъ твердымъ тѣламъ, обладаютъ способностью сгущать на своей поверхности газы, и этимъ конечно разрушающее дѣйствіе углекислоты и другихъ газовъ на нихъ увеличивается. Такъ, по опытамъ Соссюра *), одинъ объемъ глинистаго сланца сгущаетъ

*) *Chemie der Ackerkrume von Mulder I, 185. Ammon (Centr. Bl. f. agr. Chemie 1879, 511)* также пришелъ къ тому заключенію, что породы сгущаютъ газы, хотя числа имъ полученныя разнятся отъ данныхъ Соссюра. Изъ продуктовъ вывѣтриванія окись желѣза отличается сильнымъ поглощеніемъ газовъ, особенно амміака, азота и углекислоты.

на своей поверхности при 15°—2 объема углекислоты, 113 объемов NH³, 0,7 объема кислорода. Кварцъ сгущаетъ 0,6 объема CO², 10 объемовъ NH³, 0,45 объема кислорода изъ атмосферы этихъ газовъ. Водяной паръ, всегда находящійся въ атмосферѣ, также сгущается на породахъ. При начавшемся разложеніи сгущеніе газовъ усиливается, потому что порода представляетъ тогда шероховатую поверхность. Разложеніе горныхъ породъ углекислотою совершается, слѣдовательно, не только тогда, когда на нихъ дѣйствуетъ вода, содержащая въ растворѣ углекислоту, но и въ томъ случаѣ, если онѣ открыты дѣйствию на нихъ атмосферы. Въ томъ и другомъ случаѣ дѣйствіе углекислоты на горныя породы идетъ рядомъ съ дѣйствіемъ на нихъ воды. Роль воды при этомъ не ограничивается только тѣмъ, что въ ней растворяются и ею уносятся происходящія кислыя углекислыя соли, но вода принимаетъ участіе въ самомъ химическомъ процессѣ разложенія, превращая при разложеніи ангидридные соединения первобытныхъ горныхъ породъ въ гидраты, входя, слѣдовательно, въ составъ образующихся продуктовъ. Относительно способности воды и въ отсутствіе углекислоты разлагать горныя породы можно привести опыты Дитриха *), который показалъ, что при дѣйстви 150 СС воды, не содержащей углекислоты, на 200 гр. измельченнаго порфира, въ продолженіе 3-хъ мѣсяцевъ, въ растворъ перешло 0,020 гр. веществъ, а при дѣйстви воды насыщенной углекислотою — 0,040 грам. Доказано также, что полевой шпатъ Si³AlKO⁸[3Si(OH)⁴—4H²O = Si³H⁴O⁸] разлагается чистою водою по слѣдующему уравненію



кремн. кали каолинъ

Размѣры разложенія таковы, что изъ 3 кило полеваго шпата, при постоянномъ перемѣшиваніи его въ особомъ приборѣ съ 5 литрами воды, не содержащей CO², въ продолженіе 192 часовъ, перешло въ растворъ 12,6 гр. кали въ видѣ кремнекислой соли. Приведенный примѣръ указываетъ на то, что дѣйствіемъ воды изъ ангидриднаго соединенія образовались гидраты. Слѣдовательно, въ природѣ дѣйствию

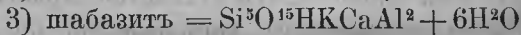
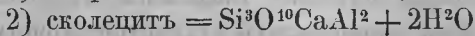
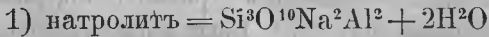
*) Journ. f. pract. Chemie 74, стр. 129.

углекислоты на горныя породы помогаетъ дѣйствіе всегда при этомъ присутствующей воды.

Образованіе кислыхъ углекислыхъ солей при дѣйствіи углекислоты на горныя породы сопровождается часто выдѣленіемъ свободной гидратной кремневой кислоты. Это въ особенности замѣчается въ томъ случаѣ, если углекислота дѣйствуетъ на горныя породы, заключающія известъ, магнезію, закись желѣза въ соединеніи съ кремневою кислотою, т. е. если она дѣйствуетъ на базальтъ, долеритъ, сіенитъ, грюнштейнъ (пироксеновыя породы). Въ этомъ случаѣ, углекислота, разложивъ названныя соли и образовавъ растворимыя въ водѣ кислыя углекислыя соли, оставляетъ на мѣстѣ гидратную кремневую кислоту, которая даетъ растворимыя соли только со щелочами. Но послѣдняя можетъ выдѣляться и изъ растворовъ кремнекислыхъ щелочей, образующихся въ природѣ рядомъ съ углекислыми щелочами при дѣйствіи CO_2 и воды на породы, содержащія въ значительныхъ количествахъ щелочи, какъ наприм. гранитъ, порфиръ, трахитъ (трахитовыя горныя породы). Выдѣленіе въ этомъ случаѣ кремневой кислоты происходитъ вслѣдствіе дѣйствія свободной углекислоты на растворъ кремнекислой щелочи. Углекислота вытѣсняетъ кремневую кислоту; мало-помалу изъ кремнещелочныхъ солей.

Такимъ образомъ изъ вышеизложеннаго можно вывести, что при вывѣтриваніи горныхъ породъ образуются углекислыя, сѣрнокислыя и кремнекислыя соли разныхъ основаній, входившихъ въ составъ горныхъ породъ, и кремневая кислота. Въ природѣ нѣкоторыя изъ названныхъ соединеній являются въ окристаллизованномъ видѣ, наприм. гипсъ, исландскій шпатъ (CaCO_3), другія—хотя и въ аморфномъ, но въ твердомъ состояніи и въ большихъ скопленіяхъ, наприм. агатъ, халцедонъ (кремневая кислота), и существованіе этихъ минераловъ подтверждаетъ дѣйствительность тѣхъ процессовъ вывѣтриванія, которые были изложены выше. Окристаллизованіе этихъ минераловъ происходило при особыхъ условіяхъ въ совершенно спокойной средѣ; въ почвѣ, гдѣ постоянно происходитъ движеніе воды и газовъ, слѣдуетъ ожидать присутствія этихъ соединеній только въ студенистомъ или порошкообразномъ состояніи.

Но результаты вывѣтриванія не ограничиваются образованіемъ непосредственныхъ продуктовъ, происходящихъ при дѣйствіи углекислоты, воды и другихъ разсмотрѣнныхъ дѣятелей на горныя породы. Вслѣдъ за первымъ моментомъ процесса наступаетъ второй, состоящій въ химическомъ дѣйствіи образовавшихся соединеній другъ на друга и на неизмѣненную еще вывѣтриваніемъ горную породу. Вслѣдствіе реакцій взаимнаго обмѣна и реакцій соединенія, играющихъ главную роль въ этой второй стадіи процесса вывѣтриванія, образуются новые многообразные продукты, которые могутъ являться подобно первоначальнымъ и въ состояніи окристаллизованномъ въ видѣ минераловъ и въ некристаллическомъ состояніи—въ почвахъ. Таково, наприм., происхожденіе цеолитной части почвъ, получившей свое названіе отъ цеолитовъ, предполагаемое присутствіе которыхъ въ почвахъ объясняетъ многія ея свойства. Вотъ составъ нѣкоторыхъ изъ этихъ минераловъ:



Первые два можно разсматривать какъ соли ангидрогидрата кремневой кислоты $\text{Si}^3\text{O}^{10}\text{H}^8(3\text{SiH}^4\text{O}^4 - 2\text{H}^2\text{O})$, а послѣдній—какъ соль $\text{Si}^5\text{O}^{15}\text{H}^{10}(5\text{SiH}^4\text{O}^4 - 5\text{H}^2\text{O})$. Въ послѣднемъ, наприм., шесть атомовъ водорода замѣщены алюминіемъ, два—кальціемъ, одинъ—каліемъ, а одинъ остался незамѣненнымъ. Значитъ это будутъ двойныя и болѣе сложныя кремнекислыя соли съ непремѣннымъ содержаніемъ кремнекислаго глинозема. Являясь аналогичными по составу съ полевымъ шпатомъ, съ лабрадоромъ, онѣ существенно отличаются отъ нихъ тѣмъ, что всѣ *содержатъ воду и разлагаются слабыми кислотами*. Что касается до причинъ ихъ образованія при вывѣтриваніи, то онѣ сводятся къ весьма характерному свойству глинозема легко давать двойныя и болѣе сложныя соли. Эта способность глинозема проявляется и въ безводныхъ и водныхъ соляхъ. Не останавливаясь на такихъ примѣрахъ, какъ квасцы, кріолитъ и т. п., укажу на то, что всѣ почти многочисленныя минералы, въ составъ которыхъ входитъ кремнекислый глиноземъ, содержатъ его въ видѣ

двойныхъ и болѣе сложныхъ солей (полевыя шпаты, лабрадоръ, лейцитъ и т. п.). Только весьма немногіе изъ нихъ являются простою солью кремнекислаго глинозема (пиррофиллитъ, вѣртитъ). Вѣроятнымъ является поэтому, что въ подходящихъ условіяхъ будутъ образовываться и изъ продуктовъ вывѣтриванія двойныя и болѣе сложныя соли кремнекислаго глинозема съ кремнекислыми солями другихъ основанийъ.

Опыты Лемберга *) показали, что кремнекислый глиноземъ обладаетъ свойствомъ поглощать изъ растворовъ кремнекислыя щелочи, соединяясь съ ними. Это возможно и въ природѣ, потому что при вывѣтриваніи полевошпатовыхъ породъ образуются кремнекислый глиноземъ (каолинъ) и кремнекислыя щелочи. Натровый цеолитъ (натролитъ) образуется при дѣйствіи растворовъ хлористаго натрія или углекислаго натра на минераль лейцитъ, который встрѣчается во многихъ лавахъ и представляетъ безводное соединеніе кремнекислаго глинозема съ кремнекислымъ кали. Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, дѣятелемъ вывѣтриванія является соль въ водномъ растворѣ, и наступающая реакція обмѣна сопровождается присоединеніемъ воды. Но легко предположить возможность образованія въ природѣ цеолитовъ, заключающихъ кромѣ щелочей и другія основанія, потому что щелочные цеолиты легко обмѣниваютъ заключающіеся въ нихъ щелочные металлы на другіе. Если къ щелочному цеолиту будетъ притекать вода, содержащая въ растворѣ кислую углекислую известь, то условія для обмѣна будутъ даны. Съ другой стороны, является вѣроятнымъ и прямое образованіе не щелочныхъ цеолитовъ. Если растворъ кислой углекислой извести притекаетъ къ продуктамъ вывѣтриванія, содержащимъ кремнекислый глиноземъ и гидратную нерастворимую кремневую кислоту, то послѣдняя, вытѣсняя углекислоту изъ известковой соли, будетъ давать кремнекислую известь, которая, соединясь съ кремнекислымъ кремнеземомъ, дастъ начало цеолиту.

Высказанныя предположенія относительно образованія цеолитовъ приводятъ ко тому заключенію, что и въ почвахъ

*) Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges. 28, стр. 569.

слѣдуетъ ожидать такой составной части, химическія отношенія которой сходствовали бы съ химическими отношеніями цеолитовъ. Это дѣйствительно и замѣчается. Мы увидимъ тому доказательство въ одной изъ слѣдующихъ лекцій, при разборѣ причинъ поглотительной способности почвъ. Теперь же достаточно будетъ указать на то, что часть общаго количества щелочей, заключающихся въ почвахъ, легко переходитъ въ растворъ при дѣйствіи на почву слабыхъ кислотъ, будучи нерастворима въ водѣ. Таково же отношеніе и цеолитовъ: нерастворимые въ водѣ, они разлагаются кислотами. Слѣдовательно щелочи, а также и другія основанія, входя въ составъ цеолитной части почвъ, будутъ сохраняться въ почвѣ, не вымываясь дождями и послужатъ въ то же время ближайшимъ источникомъ минеральной пищи для растений, такъ какъ заключающіяся въ нихъ основанія, подъ влияніемъ кислотъ выдѣленій корней, будутъ восприниматься послѣдними. Значитъ, глиноземъ, не служа непосредственною пищею для растений, такъ какъ въ золѣ его не заключается, тѣмъ не менѣе играетъ существенную роль въ природѣ при питаніи растений, вслѣдствіе указанной способности его давать сложныя нерастворимыя въ водѣ кремнекислыя соли, заключающія нѣкоторые изъ элементовъ, входящихъ въ составъ золы растений.

Изъ вышеизложеннаго легко усмотрѣть, что при вывѣтриваніи процессы гидратации происходятъ въ широкихъ размѣрахъ. Первоначальныя соединенія горныхъ породъ, послѣ ряда измѣненій, воспринимая частію воду, превращаются въ продукты, являющіеся доступною пищею для растений. Достойная вниманія аналогія замѣчается въ этомъ отношеніи между растениями и животными, потому что процессомъ же гидратации принимаемая животными пищевыя вещества превращаются въ усвояемую пищу. Происходящія въ растеніяхъ бѣлковыя вещества, крахмалъ и т. п. передъ усвоеніемъ ихъ животными организмами, гидратируясь въ извѣстной степени, переходятъ въ пептоны, въ глюкозу и т. п., которые собственно и являются настоящею пищею, потому что непосредственно воспринимаются организмами. Такимъ образомъ, *подготовленіе пищи изъ первоначальныхъ соединеній путемъ гидратации является въ природѣ процессомъ общимъ для всего организованнаго міра.*

Роль растений въ образованіи почвы.

Всѣ изложенные процессы вывѣтриванія продолжаются въ почвахъ, потому что почвы содержатъ обломки горныхъ породъ, механически увлеченные при вывѣтриваніи.

Песчанистая часть почвы рѣдко состоитъ изъ чистаго кварца, не поддающагося вывѣтриванію, но чаще является обломками полевого шпата и другихъ минераловъ, бывшихъ въ горныхъ породахъ. Равнымъ образомъ и глина, составляющая вмѣстѣ съ пескомъ главную массу большинства почвъ, содержитъ вмѣстѣ съ кремнекислымъ глиноземомъ не вполне разложившіяся кремнекислыя соединенія.

Въ почвахъ къ разсмотрѣннымъ дѣятелямъ образованія ихъ присоединяется новый — растения. Впрочемъ, роль растений при образованіи почвы начинается при самомъ происхожденіи ея изъ горныхъ породъ. Нѣкоторые растения, наприм. лишайники, появляются на скалахъ при полномъ отсутствіи на нихъ признаковъ почвы. Это первые пионеры растительности. Въ лишайникахъ заключается большое количество щавелевокислыхъ солей: такъ, наприм., въ лишаяхъ рода *Rocella* найдено до 50% щавелевокислой извести. Въ нихъ, слѣдовательно, развивается щавелевая кислота, которая разъѣдаетъ скалы и позволяетъ лишайнику усвоить минеральныя составныя части ему необходимыя. Возможность существованія лишайниковъ на ограниченномъ пространствѣ горной породы указываетъ на присутствіе въ послѣдней минеральныхъ веществъ, необходимыхъ для питанія растений, между прочимъ фосфорной и сѣрной кислотъ. Истлѣвая, лишайники даютъ начало почвѣ, на которой могутъ укореняться уже нѣсколько большія, но неприхотливыя растения, наприм. верескъ. Корни подобныхъ растений и появляющихся впоследствии кустарниковъ и деревьевъ, проникая въ щели горной породы, расширяютъ ихъ и, слѣдоват., служатъ къ механическому разрушенію горной породы. Съ другой стороны, почва, начавшая образовываться изъ породъ на возвышенныхъ мѣстахъ, предохраняется поселившимися на ней растениями отъ смыванія дождями. Такимъ образомъ растениямъ принадле-

жить не только химическая роль въ образованіи почвы, но и механическая. Оставляя безъ дальнѣйшаго разсмотрѣнія послѣднюю, механическую сторону вліянія растительности на почву, разсмотримъ ближе химическое вліяніе живыхъ растений и, главнымъ образомъ, разлагающихся растительныхъ остатковъ на почву и горныя породы.

Опытами нѣсколькихъ наблюдателей, между прочими Дитриха *), доказано, что вывѣтриваніе горной породы совершается энергичнѣе подѣ вліяніемъ растений, чѣмъ безъ нихъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ. Онъ бралъ измельченный пестрый песчаникъ и базальтъ и высаживалъ въ эту среду растенія (горохъ, гречиху, вику и т. п.); хотя питаніе растеній здѣсь и не было вполне нормальнымъ, тѣмъ не менѣе растенія развивались. По окончаніи опыта оказывалось, что порода, въ которую были высажены растенія, вывѣтривалась болѣе, чѣмъ та же порода, въ то же время, но безъ растеній. Такъ, наприм., изъ 5 кило пестраго песчаника вода, содержащая 0,3% азотной кислоты, извлекала 0,6 гр. минеральныхъ веществъ (К, Са, Mg и P_2O_5); а изъ того же количества песчаника послѣ произрастанія на немъ гороха—0,8 гр. Причиной тому были кислыя выдѣленія корней, составъ которыхъ, впрочемъ, ближе неизвѣстенъ. Но главное вліяніе на почву оказываютъ растительные остатки при разложеніи ихъ. Такъ какъ растенія содержатъ сложнѣйшія органическія вещества, то понятно, что въ промежуточныхъ фазахъ ихъ разложенія, совершающагося подѣ вліяніемъ многочисленныхъ низшихъ организмовъ, возможно появленіе разнообразныхъ органическихъ соединений. Въ почвахъ, наприм., были находимы въ малыхъ количествахъ жирныя кислоты, спиртъ (Мюнцъ) и т. п. Но по прямому или посредственному значенію для питанія растеній должно быть обращено вниманіе на образованіе въ почвахъ изъ растительныхъ остатковъ: *углекислоты*, *азотнокислыхъ солей* **) и *умуса*. Разсмотримъ отдѣльно условія образованія въ почвѣ этихъ трехъ главныхъ продуктовъ.

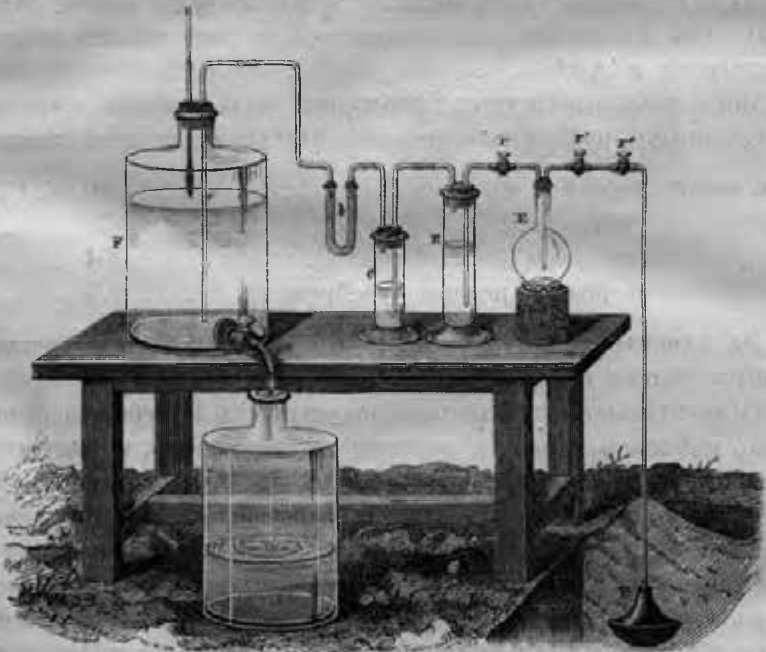
*) Ad. Mayer. Lehrb. der agric. Chemie, II, 56.

**) Образованію азотнокислыхъ солей предшествуютъ во многихъ доказанныхъ случаяхъ образованіе амміака, на что будетъ въ своемъ мѣстѣ обращено вниманіе.

Объ условіяхъ образованія углекислоты въ почвахъ изъ растительныхъ остатковъ.

Фактъ образованія углекислоты, при разложеніи на воздухѣ влажныхъ растительныхъ остатковъ, былъ замѣченъ уже давно. Еще Соссюръ показалъ, что влажныя древесныя опилки (15 гр.), подъ стекляннмъ колоколомъ чрезъ 5 недѣль развили до 198 СС углекислоты. Въ другомъ опытѣ, вмѣсто опилокъ, онъ бралъ гумусъ, и здѣсь точно такъ же констатировалъ образованіе CO^2 *). Существовали также наблюденія относительно образованія углекислоты въ почвахъ, но они

Фиг. 1.



не касались количественнаго содержанія углекислоты въ воздухѣ различныхъ почвъ. Опыты въ послѣднемъ направленіи сдѣланы были Буссенго и Леви **). Эти изслѣдованія, замѣ-

*) Physik d. Bodens v. Schumacher.

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

чательныя по методу и выполнению, состояли въ слѣдующемъ. Въ почву врывалась трубка (фиг. 1), подземная часть которой оканчивалась расширеніемъ въ видѣ воронки, въ отверстіе которой была вставлена металлическая сѣтка; верхняя часть трубки оканчивалась краномъ и была соединена послѣдовательно съ баллономъ (В) и двумя стеклянками (Е и С) для поглощенія углекислоты: послѣднія содержали растворъ ѣдкаго барита; приборъ оканчивался аспираторомъ (F), служившимъ для вытягиванія почвеннаго воздуха, объ объемѣ котораго, прошедшаго чрезъ приборъ, судили по объему вытекшей воды. Количество углекислоты узнавалось изъ вѣса образовавшагося углекислаго барія.

Опыты Буссенго и Леви привели ихъ къ тому общему выводу, что количество углекислоты въ воздухѣ почвы зависитъ отъ количества заключающихся въ ней растительныхъ остатковъ и гумуса.

Вотъ числовыя данныя нѣкоторыхъ ихъ опытовъ, выражающія содержаніе углекислоты въ 10.000 об. воздуха почвы:

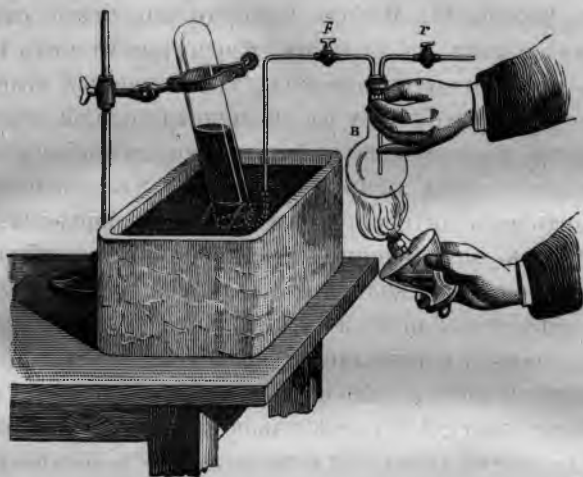
Въ почвѣ песчаной въ лѣсу	86 об. CO ²
” ” луга	179 ” ”
” ” еще болѣе богатой растит. остатками .	364 ” ”
” ” огородной недавно удобренной	974 ” ”

Въ атмосферномъ же воздухѣ въ 10.000 объемахъ заключается только около 3 об. CO².

Относительно результатовъ, полученныхъ Буссенго и Леви, надо замѣтить, что ихъ значеніе не безусловно, потому что, при вытягиваніи изъ почвы воздуха, послѣдній въ ней возобновляется, поступаая изъ другихъ слоевъ почвы и изъ атмосферы,—это возобновленіе можетъ быть весьма различно, смотря потому, съ какой глубины и насколько быстро воздухъ вытягивается, и смотря по болѣе или менѣе плотному строенію почвы. Дальнѣйшими опытами Буссенго и Леви рѣшили слѣдующій существенный вопросъ: образуется ли углекислота въ почвахъ только на счетъ свободнаго кислорода, или въ этомъ процессѣ принимаетъ также участіе связанный кислородъ органическаго вещества. При рѣшеніи вопроса они исходили изъ слѣдующихъ положеній: если углекислота образуется на счетъ атмосфернаго кислорода, то со-

держаніе азота въ воздухѣ почвы не должно различаться отъ содержанія азота въ атмосферномъ воздухѣ, такъ какъ объемъ вновь образовавшейся углекислоты и пошедшаго на ея образованіе кислорода—равны; если же въ этомъ процессѣ участвуетъ и связанный кислородъ, то въ почву выдѣлится газъ (CO^2), и взаимныя отношенія составныхъ частей ея измѣнятся. Для собиранія воздуха почвы служилъ вышеупомя-

Фиг. 2.



нутый баллонъ (фиг. 2). Вотъ, наприм., одинъ изъ результатовъ анализа воздуха почвы, собраннаго въ баллонѣ:

$$N = 79_{,91} \text{ об.}, \text{CO}^2 = 9_{,74} \text{ об.}, \text{O} = 10_{,35} \text{ об.}$$

Сумма послѣднихъ двухъ чиселъ = $20_{,09}$ об. Изъ сравненія этихъ чиселъ съ составомъ атмосфернаго воздуха ($N = 79_{,1}$ и $\text{O} = 20_{,9}$) видно, что сумма объемовъ углекислоты и кислорода весьма близка къ объему кислорода въ атмосферномъ воздухѣ; небольшая разность ($0_{,81}$) зависитъ, по мнѣнію Буссенго и Леви, отъ того, что часть атмосфернаго кислорода пошла въ почву на окисленіе водорода органическаго вещества въ воду и вѣроятно отъ выдѣленія части азота при разложеніи азотосодержащихъ составныхъ частей почвы. Другіе анализы привели къ подобнымъ же результатамъ. Анализъ смѣси газовъ производился въ эвдіометрѣ поглощеніемъ

углекислоты ѣдимъ кали, а кислорода—пирогаллатомъ кали; остатокъ былъ отнесенъ на азотъ.

Опыты Буссенго и Леви не рѣшили однако зависимости образования углекислоты въ почвѣ отъ температуры и влажности; изслѣдованіе же этого вопроса важно потому, что отъ степени развитія углекислоты въ почвѣ зависитъ интенсивность процессовъ вывѣтриванія, а слѣдовательно и переходъ нерастворимыхъ минеральныхъ веществъ въ состояніе доступное для растений. Этотъ вопросъ былъ изслѣдованъ главнымъ образомъ Вольни *). Методъ изслѣдованія былъ слѣдующій: почва помѣщалась въ большія, изогнутыя въ видѣ U, трубки и черезъ нихъ пропускался воздухъ, лишенный углекислоты. Ставя одну и ту же почву въ различныя условія температуры и влажности и опредѣляя въ опредѣленномъ объемѣ воздуха пропущеннаго чрезъ почву, количество углекислоты, можно было судить объ интенсивности процесса окисленія. Для пріданія почвамъ опредѣленной температуры, трубки, наполненныя почвою, опускались въ водяную баню, температуру которой регулировали по желанію. Методъ этотъ крайне простой и удобный въ исполненіи является, впрочемъ, не вполне безукоризненнымъ. Въ началѣ опыта, въ пропускаемомъ чрезъ почву воздухѣ будетъ заключаться не только образующаяся во время опыта углекислота, но и бывшая въ порахъ почвы и образовавшаяся при иныхъ условіяхъ, чѣмъ тѣ, вліяніе которыхъ изслѣдуется. Съ другой стороны, методъ этотъ можетъ имѣть значеніе только при сравнительныхъ опытахъ, потому что отъ скорости тока воздуха чрезъ почву зависитъ большее или меньшее образованіе углекислоты. Опыты Вольни были произведены въ предѣлахъ температуры отъ +10° до +50°. Результаты опытовъ слѣдующіе:

Если влажность почвы оставалась постоянною, то количество углекислоты увеличивалось съ повышеніемъ температуры. Въ приводимыхъ числовыхъ данныхъ показано объемное содержаніе углекислоты въ 1000 объемахъ воздуха, пропущеннаго чрезъ почву: такъ, наприм., влажная компостная земля дала слѣдующіе результаты:

*) Рядъ статей въ Forschungen auf d. Geb. der Agriculturphysik.

при $t^{\circ} = 10$	найдено CO^2	$2,_{08}$	— об.
" " = 30	" " "	$36,_{24}$	— "
" " = 50	" " "	$76,_{32}$	— "

Если температура почвы остается постоянной, количество же влажности в ней увеличивается, то увеличивается и количество углекислоты в воздухъ, пропускаемомъ чрезъ почву. При 10° въ 1000] объемахъ воздуха, пропущеннаго чрезъ почву, найдено:

при $6,_{79}^{\circ}/_{0}$ воды въ почвѣ	содержаніе CO^2	было $2,_{08}$	об.	$\left. \begin{array}{l} \text{на 1000} \\ \text{об. возд.} \end{array} \right\}$
" $26,_{79}^{\circ}/_{0}$	" " "	" "	$18,_{38}$ "	
" $46,_{79}^{\circ}/_{0}$	" " "	" "	$35,_{07}$ "	

Выходитъ, слѣдовательно, что температура и влажность вліяютъ въ одномъ направленіи на количество углекислоты въ почвѣ. Отсюда можно заключить, что одновременное повышение той и другой должно значительно усилить образованіе углекислоты въ почвѣ. Опытъ подтверждаетъ такой выводъ:

при 50° и $6,_{79}^{\circ}/_{0}$ влажности,	CO^2	было $25,_{17}$	об.	$\left. \begin{array}{l} \text{на 1000} \\ \text{об. возд.} \end{array} \right\}$
" 50° $26,_{79}^{\circ}/_{0}$	" " "	" "	$81,_{52}$ "	
" 50° $46,_{79}^{\circ}/_{0}$	" " "	" "	$97,_{48}$ "	

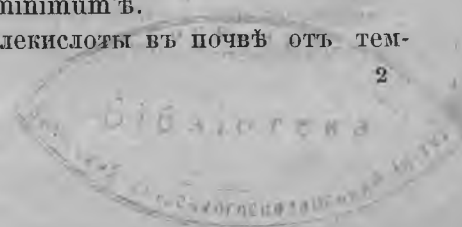
Измѣняя въ своихъ опытахъ условія температуры и влажности въ противоположныхъ направленіяхъ, Вольни получилъ слѣдующіе результаты:

Температура	10°	30°	50°
Влажность почвы	$46,_{79}^{\circ}/_{0}$	$26,_{79}^{\circ}/_{0}$	$6,_{79}^{\circ}/_{0}$
Количество CO^2 въ 1000 об. воздуха .	$21,_{49}$	$83,_{36}$	$10,_{11}$

Въ этомъ случаѣ слѣдовательно, развитіе углекислоты совершалось наиболее интенсивнымъ образомъ при среднихъ условіяхъ температуры и влажности. Это можетъ служить примѣромъ того правила, съ которымъ часто приходится имѣть дѣло въ сельскомъ хозяйствѣ: если данный процессъ зависитъ отъ нѣсколькихъ условій равно необходимыхъ—и если всѣ условія будутъ въ сильномъ развитіи за исключеніемъ одного, находящагося въ *minimum'*, то ходъ процесса будетъ согласоваться съ этимъ послѣднимъ условіемъ, т. е. также будетъ находиться въ *minimum'*.

Зависимость образованія углекислоты въ почвѣ отъ тем-

6/18291



пературы и влажности доставляет часть данных для объяснения значения оставления поля под черным паромъ. Такъ какъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, поле, покрытое растительностью, слабѣ нагревается солнечными лучами, чѣмъ непокрытое, то въ послѣднемъ образованіе углекислоты будетъ идти энергичнѣе, а слѣдовательно и переходъ минеральныхъ веществъ, въ состояніе доступное для корней растений, будетъ совершаться, вслѣдствіе вывѣтриванія, въ болѣе широкихъ размѣрахъ. Но, кромѣ того, развитію этого процесса будетъ способствовать и большее содержаніе влажности въ паровомъ полѣ сравнительно съ полемъ покрытымъ растеніями, потому что послѣднія извлекаютъ изъ почвы массу воды, испаряя ее листовыми органами. Хотя верхній слой пароваго поля и высыхаетъ въ значительной степени вслѣдствіе нагреванія его солнцемъ, но лежащіе подъ нимъ слои сохраняютъ сравнительно болѣе влажности, чѣмъ поле покрытое растительностью. Прямые опыты доказываютъ это. Такъ, опредѣляя содержаніе влажности въ паровомъ полѣ и въ участкѣ рядомъ съ нимъ лежащемъ и покрытомъ растительностью, Вольни нашель, что въ верхнемъ слоѣ отъ поверхности до 2-хъ сантиметровъ влажность пароваго поля была равна 5%, а влажность дуга—12—16%; на глубинѣ же отъ 2 до 20 сантим. влажность перваго оказалась равною 23%, а влажность втораго—13—10%. Сообразно съ этимъ и содержаніе углекислоты въ болѣе глубокомъ слоѣ было:

(Среднее изъ 21 опыта) въ паровомъ полѣ 8,83 объема на 1000 объемовъ воздуха.

(Среднее изъ 21 опыта) въ луговомъ полѣ 1,99 объема на 1000 объемовъ воздуха.

Если паровое поле покрыто отжившими растеніями, соломою и т. п., то, при прочихъ равныхъ условіяхъ, по наблюденіямъ Вольни, развитіе углекислоты въ немъ дѣлается еще болѣе, потому что высыханіе его при этихъ условіяхъ затрудняется. Въ лекціи объ условіяхъ образованія нитратовъ въ почвѣ мы будемъ еще имѣть случай возвратиться къ вопросу о разложеніи органическихъ веществъ въ почвѣ въ отсутствіи растений и увидимъ, что при этомъ, вслѣдствіе вымыванія изъ почвы, теряется много цѣнныхъ для растенія питательныхъ веществъ.

Наблюдения Эбермайера *) надъ содержаніемъ углекислоты въ почвѣ луга и въ почвѣ сосѣдняго съ нимъ лѣса показали, что углекислоты въ почвѣ луга было болѣе, чѣмъ въ лѣсной почвѣ. Это объясняется тѣмъ, что органическіе остатки въ лѣсу скопляются только на поверхности почвы, и что лѣсная почва нагрѣвается солнцемъ слабѣе, чѣмъ почва луга. Надо ожидать поэтому, что вывѣтриваніе лѣсной почвы будетъ совершаться въ слабой степени, что и подтверждается, между прочимъ, сравнительно малымъ содержаніемъ кислой углекислой извести въ водѣ лѣсныхъ ручьевъ.

Такъ какъ отъ физическихъ качествъ почвъ, отъ большей или меньшей крупности ихъ частицъ и отъ степени разрыхленія почвы зависитъ влагоемкость почвъ, нагрѣваніе ихъ, содержаніе въ нихъ большаго или меньшаго количества воздуха, то понятно, что физическія свойства почвъ будутъ вліять на развитіе въ почвахъ углекислоты. Не имѣя возможности входить здѣсь въ подробное разсмотрѣніе этого вопроса, замѣчу въ общихъ чертахъ, что почвы мелкозернистыя, наприм. глинистыя, обладаютъ большею влагоемкостью, чѣмъ почвы крупнозернистыя, наприм. песчаная; но, съ другой стороны, послѣднія нагрѣваются сильнѣе и въ своихъ порахъ заключаютъ воздуха болѣе, чѣмъ первыя. А особые опыты показали, что если въ данный промежутокъ времени чрезъ почву съ извѣстнымъ содержаніемъ органическихъ веществъ пропускать различные объемы воздуха, то при болѣе быстрой вентиляціи количество образующейся углекислоты будетъ болѣе. Слѣдовательно, здѣсь дѣло сводится къ вліянію на развитіе углекислоты въ почвѣ факторовъ уже разсмотрѣнныхъ, которые въ почвахъ съ различными физическими свойствами будутъ находиться въ различной степени развитія. Но сохраненіе углекислоты въ почвахъ зависитъ отъ ихъ строенія и отъ условій провѣтриванія. Въ почвѣ крупнозернистой, или разрыхленной и потому легко провѣтриваемой, углекислота легко будетъ уноситься, особенно изъ верхнихъ слоевъ и при сильномъ вѣтрѣ, а въ почвахъ съ противоположными свойствами—сохраняться долѣе. Вообще же, многими наблюдателями во многихъ случаяхъ дознано,

*) Centralbl. f. Agric. Chemie 1878, 646.

что, по мѣрѣ углубленія, количество углекислоты увеличивается,—и это объясняется съ одной стороны болѣе сильнымъ провѣтриваніемъ верхнихъ слоевъ почвы, а съ другой—тѣмъ обстоятельствомъ, что углекислота тяжелѣе воздуха.

Перехожу теперь къ разсмотрѣнію ближайшихъ причинъ образованія углекислоты изъ органическихъ остатковъ въ почвахъ. Пастёръ*), еще въ 1862 году, на основаніи своихъ опытовъ, высказался въ томъ смыслѣ, что окисляющее дѣйствіе кислорода на органическіе остатки крайне незначительно, если оно совершается въ отсутствіи тѣхъ микроорганизмовъ, которые, по его словамъ, обладаютъ способностью переносить кислородъ воздуха на разлагающееся органическое вещество.

Опыты, произведенные разными наблюдателями въ послѣдніе годы, доказали вѣрность положенія Пастёра. Если при опытахъ пропусканія воздуха черезъ почву, помѣщенную въ изогнутыя трубки, подвергать почву дѣйствію веществъ, убивающихъ микроорганизмы, или значительно понижающихъ ихъ жизнеспособность, то количество углекислоты въ пропущенномъ воздухѣ весьма понижается. Равнымъ образомъ, если при указанныхъ опытахъ трубки съ почвою нагрѣвать до температуръ близкихъ къ 100°, или переходящихъ за этотъ предѣлъ, или, съ другой стороны, понижать содержаніе влажности въ почвахъ до 2%, то содержаніе углекислоты въ пропускаемомъ воздухѣ, равнымъ образомъ, дѣлается крайне малымъ. Такъ, наприм., Вольни, помѣщая въ верхнюю часть трубокъ съ почвою открытые сосуды съ хлороформомъ, пары котораго, при опытѣ, проникали въ почву, нашелъ, что въ 100 объемахъ пропущеннаго воздуха было только 11 объемовъ углекислоты, тогда какъ опытъ съ тою же почвою, но безъ хлороформа далъ въ 1000 объемахъ воздуха 39 объемовъ углекислоты. Впослѣдствіи, при употребленіи болѣе сильно дѣйствующихъ дезинфецирующихъ веществъ, Вольни нашелъ, что развитіе углекислоты еще болѣе понижается. Такъ, при смачиваніи почвы однопроцентнымъ растворомъ сулемы, было найдено въ 1000 объемахъ пропущеннаго воздуха только 1,072 объема углекислоты, тогда какъ опытъ безъ

*) Répertoire de chimie appliquée, 1863, 480.

сулемы даль 23,7 объема углекислоты. Съ другой стороны, Фодоръ *) нашель, что если температуру почвы повышать отъ 60 до 115°, то развитіе углекислоты постепенно уменьшается, а при 115° дѣлается крайне малымъ, — результатъ, который стоитъ въ кажущемся противорѣчій съ ранѣ приведенными опытами Вольни и не поддается объясненію, если за причину развитія углекислоты въ почвѣ принять только непосредственное окисляющее дѣйствіе кислорода на органическіе остатки. Фодоромъ было, наприм., найдено, что та почва, которая развивала при температурѣ 55—65 градусоувъ 30 объемовъ углекислоты, найденныхъ въ 1000 объемахъ пропущеннаго чрезъ нея воздуха, при 65—75° развивала 26 объемовъ CO², при 93—97 градусахъ 16 объемовъ CO², а при 110° только 0,66 объемовъ CO². Имъ же найдено, что, при паденіи влажности въ почвѣ ниже 4%, образованіе углекислоты въ ней, при прочихъ равныхъ условіяхъ, сразу сильно замедляется. Такъ въ одномъ изъ опытовъ:

при 4% влажности содержаніе CO²=24 об. (на 1000 об. возд.).
 „ 2% „ „ „ „ = 2 „ „ 1000 „ „

Приведеннаго опытнаго матеріала достаточно для обсужденія вопроса. Извѣстно, что повышеніе въ извѣстной степени температуры и влажности способствуетъ развитію жизнедѣятельности организмовъ,—и первые изъ приведенныхъ опытовъ Вольни находятся въ соотвѣтствіи съ этимъ. Но дальнѣйшее повышеніе температуры убиваетъ организмы и результаты опытовъ Фодора находятъ себѣ въ этомъ объясненіе. Съ другой стороны, при крайнемъ пониженіи влажности, жизненные процессы останавливаются,—и въ опытахъ Фодора мы видимъ, что пониженіе влажности въ почвѣ ниже 4% влечетъ за собою быстрое паденіе количествъ развивающейся углекислоты. Вліяніе ядовито дѣйствующихъ веществъ на развитіе углекислоты въ почвѣ заставляеть окончательно остановиться на томъ выводѣ, что это развитіе въ преобладающей степени зависитъ отъ процесса физиологическаго и только лишь весьма въ малой степени отъ прямого дѣйствія кислорода на органическіе остатки. Верхніе слои почвѣ, какъ

*) Forschungen auf d. Geb. der Agriculturph. 1882, 428.

показали микроскопическія изслѣдованія, крайне богаты зародышами низшихъ организмовъ—бактерій, грибовъ и т. п., которые живутъ на счетъ разлагающихся растительныхъ остатковъ и которые могутъ быть раздѣлены на аэробіи и анаэробіи. Аэробіи дышатъ кислородомъ воздуха, который, слѣдовательно, необходимъ для ихъ жизни. Анаэробіи образуютъ углекислоту при дыханіи на счетъ связаннаго кислорода органическихъ остатковъ. Бываютъ впрочемъ случаи, когда одинъ и тотъ же организмъ, смотря по условіямъ, является принадлежащимъ то къ той, то къ другой категоріи. Такъ, пивныя дрожжи, въ отсутствіи воздуха или при весьма маломъ количествѣ его, развиваютъ углекислоту на счетъ связаннаго кислорода сахаристыхъ веществъ, а при свободномъ доступѣ воздуха пользуются его кислородомъ, окисляя имъ тотъ субстратъ, на которомъ онѣ живутъ и которымъ онѣ питаются. Большую часть углекислоты развивающейся въ почвахъ, при свободномъ доступѣ воздуха, слѣдуетъ отнести на счетъ жизнедѣятельности тѣхъ организмовъ, которые суть аэробіи или могутъ стать ими. Эти организмы, живя въ почвѣ на счетъ органическихъ остатковъ, поглощаютъ воздухъ и, окисляя имъ часть принятыхъ въ себя углеродистыхъ веществъ, выдѣляютъ углекислоту. Въ этомъ физиологическомъ процессѣ и слѣдуетъ видѣть главную, почти исключительную причину образованія углекислоты въ почвахъ, доступныхъ дѣйствию воздуха.

Дальнѣйшія изслѣдованія объ условіяхъ разложенія органическихъ остатковъ и образованія изъ нихъ углекислоты стоятъ въ полномъ соотвѣтствіи съ высказанною причиною. Не исчерпывая здѣсь вполне этотъ вопросъ, такъ какъ буду еще имѣть случаи возвращаться къ нему, упомяну только о нѣкоторыхъ добытыхъ въ этомъ отношеніи результатахъ. Дознано, что органическіе остатки разлагаются тѣмъ труднѣе, развиваютъ тѣмъ меньшее количество углекислоты, чѣмъ далѣе подвинулось ихъ разложеніе. Въ органическихъ остаткахъ недавняго происхожденія, наприм. въ только-что отжившихъ растеніяхъ, находится много веществъ могущихъ служить весьма доступною пищей для разнообразныхъ микроорганизмовъ, тогда какъ послѣ глубокаго ихъ измѣненія, послѣ превращенія ихъ въ гумусъ давняго происхожденія, зна-

чение ихъ, въ этомъ отношеніи, весьма понижается. Присутствіе азотистыхъ веществъ помогаетъ скорости разложенія. Такъ, по опытамъ Вольни, костяная мука, рыбе гуано, голубиный пометъ, свѣжій навозъ крупнаго рогатаго скота разлагались гораздо быстрѣе торфа, опилокъ или стараго навоза *). Присутствіе щелочей только тогда оказывало на разложеніе ускоряющее дѣйствіе, когда онѣ были взяты въ крайне разбавленныхъ растворахъ. Болѣе же крѣпкіе растворы ихъ останавливали разложеніе, потому что организмы въ щелочныхъ растворахъ погибають. Что касается до вліянія процентнаго содержанія кислорода въ пропускаемомъ воздухѣ на развитіе углекислоты изъ органическихъ остатковъ, то было замѣчено, что количество углекислоты стало уменьшаться только при пониженіи содержанія кислорода ниже 8%. Но и при пропусканіи чистаго азота наблюдалось выдѣленіе углекислоты, хотя и въ весьма маломъ количествѣ. Здѣсь, повидимому, сказалось участіе анаэробіевъ въ разложеніи органическаго вещества. Впрочемъ, при обсужденіи результатовъ, въ которыхъ получаются весьма малыя количества углекислоты, надо принять во вниманіе несовершенства метода, на которыя было мною указано ранѣе. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ не было опредѣлено, выдѣляется ли вмѣстѣ съ углекислотою метанъ, или нѣтъ. Выдѣленіе же метана при этихъ условіяхъ весьма вѣроятно, потому что клѣтчатка при отсутствіи воздуха способна приходить въ особое броженіе, которое знаменуется выдѣленіемъ углекислоты и метана; такъ, наприм., въ болотахъ выдѣленіе углекислоты сопровождается выдѣленіемъ метана; къ этому виду броженія мы будемъ еще имѣть случай возвратиться въ лекціи о навозѣ.

*) Въ изогнутыя трубки помѣщались названныя и нѣкоторыя другія вещества въ смѣси съ кварцевымъ пескомъ и пропускался воздухъ. Смѣсь составлялась такъ, чтобы на 400 гр. песку приходилось 1 гр. углерода разныхъ веществъ. Пропускали при 30° въ 24 часа 1000 объемовъ воздуха. Углекислоты въ объемахъ при этомъ найдено:

Костяная мука	31,769	Навозъ крупнаго рогат. скота свѣжій	13,431
Рыбе гуано	28,453	„ „ „ „ черезъ 12 недѣль	9,721
		„ „ „ „ „ 20 „ „	8,248
Голубин. пометъ	26,716	Торфъ, верхній слой	3,229
Перуанск. гуано	24,855	„ нижній „	2,827
J. f. Landwirth. 1886, 34, 213.			

Объ условіяхъ образованія азотно-кислыхъ солей (нитратовъ) въ почвѣ.

Въ почвахъ слѣдуетъ отличать три категоріи азотистыхъ соединеній: 1) органическія азотистыя соединенія, заключающіяся въ растительныхъ остаткахъ и перегноѣ, 2) азотно-кислыя и азотисто-кислыя соли и 3) амміачныя соли. Относительныя количества такъ-называемаго связаннаго азота, въ почвахъ въ формѣ этихъ соединеній, весьма различны. Всего болѣе его въ растительныхъ остаткахъ и перегноѣ; азотнокислыхъ же и амміачныхъ солей въ почвахъ весьма мало. Обыкновенно, количество азотнокислыхъ и азотисто-кислыхъ солей въ почвахъ болѣе количества амміачныхъ солей. Это подтверждается анализами многихъ почвъ *). Такъ, наприм., при анализѣ почвы въ Нанси (Франція) въ 1000 гр. почвы найдено азота растительныхъ остатковъ 1,432 грамма

”	азотнокислыхъ солей . .	0,04	”
”	амміака	0,004	”

Незначительное количество амміачныхъ солей можно объяснить ихъ постепеннымъ переходомъ въ азотнокислыя, что

*) Фодоръ даетъ слѣдующія среднія цифры для 1 кило почвъ Пешта, выведенныя изъ анализовъ многихъ образцовъ съ малымъ (а) и большимъ (б) содержаниемъ въ нихъ органическаго вещества.

	Углеродъ органическихъ веществъ.		Азотъ органическихъ веществъ		Амміакъ.		Азотная кислота.		Азотистая кислота.	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.	мил-лигр.
На глуб. 1 метр.	4670	11340	466,5	1178,0	16,3	39,3	188,0	262,0	0,80	0,34
” ” 2 метр.	4810	8240	323,6	534,9	12,3	25,1	223,0	246,0	0,85	0,64
” ” 4 метр.	2900	3670	191,0	262,0	4,7	14,8	219,0	172,0	0,68	0,80

Изъ этого сопоставленія видно, что 1) количество азотистокислыхъ солей въ почвахъ весьма незначительно, 2) количество нитратовъ всегда превышаетъ количество амміачныхъ солей, 3) по мѣрѣ углубленія количество амміака быстро падаетъ, тогда какъ уменьшеніе количества нитратовъ мало замѣтно; объясняется это тѣмъ, что амміакъ поглощается почвою, азотная же кислота нитратовъ почвою не поглощается.

и доказано прямымъ опытомъ. Но положительно нельзя сказать, составляютъ ли амміачныя соли неизбѣжную переходную ступень въ превращеніи азота растительныхъ остатковъ въ азотъ нитратовъ,—быть-можетъ нитраты могутъ образоваться и прямо изъ связаннаго азота органическихъ остатковъ. Въ этой лекціи будетъ рассмотрѣно только образованіе нитратовъ въ почвѣ; отношеніе же къ почвѣ атмосферныхъ осадковъ, заключающихъ азотнокислый амміакъ, и образованіе этой соли въ атмосферѣ будетъ рассмотрѣно въ лекціи о круговоротѣ азота въ природѣ.

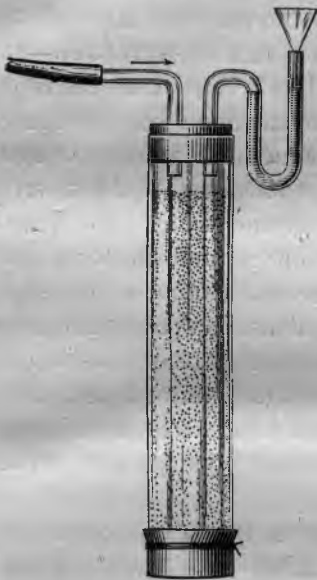
Для открытія азотной кислоты въ почвѣ мы имѣемъ въ ряду нѣсколькихъ другихъ чувствительныхъ реактивовъ—дифениль-аминъ (вторичный аминъ) $\text{NH}(\text{C}_6\text{H}_5)^2$. Онъ даетъ съ азотною кислотой густое синевато-фіолетовое окрашиваніе, замѣтное еще въ растворѣ содержащемъ на двадцать миллионовъ частей воды 1 часть азотной кислоты. При открытіи азотной кислоты этимъ реактивомъ лучше всего поступать такъ: въ пробирку наливаютъ крѣпкой сѣрной кислоты (для освобожденія азотной) и немного весьма слабаго раствора сѣрнокислаго дифениль-аминъ въ крѣпкой сѣрной кислотѣ, затѣмъ къ смѣси прибавляютъ нѣсколько капель той жидкости, которую желаютъ испытать на содержаніе въ ней азотной кислоты, наприм., почвенной водной вытяжки, и взбалтываютъ. Избытокъ воды вредитъ реакціи, уничтожая окрашиваніе.

Въ настоящее время доказано, что нитраты въ почвѣ происходятъ подъ вліяніемъ микроорганизма—азотнаго фермента. Исторія этого замѣчательнаго открытія, сдѣланнаго Шлезингомъ и Мюнцемъ *) въ 1877 г. въ Парижѣ, слѣдующая: оба химика участвовали въ комиссіи, назначенной для изслѣдованія вопроса о наилучшемъ обезвреженіи клоачныхъ жидкостей. Раньше было извѣстно, что обезвреженіе достигается фильтрованіемъ жидкости черезъ почву, причемъ происходитъ окисленіе амміачныхъ солей и азотистыхъ веществъ въ азотную кислоту. Шлезингъ и Мюнцъ желали узнать, нельзя ли замѣнить, при обезвреживаніи жидкостей, почву пескомъ, не

*) Contribution à l'étude de la chimie agricole par Schloesing и рядъ статей въ Comptes rendus.

содержащимъ вовсе органическихъ соединеній. Для этого они произвели слѣдующій опытъ. Вертикально поставленная, широкая стеклянная трубка, нижнее отверстіе которой было затянута металлическою сѣткой съ мелкими отверстіями, была наполнена прокаленнымъ песчанникомъ, къ которому прибавляли нѣсколько известняка, для нейтрализованія могущей образоваться азотной кислоты. Черезъ эту трубку процѣживалась клоачная жидкость (фиг. 3).

Фиг. 3.

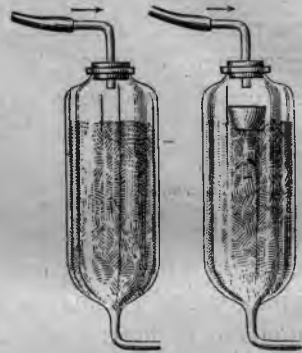


Притокъ жидкости они регулировали такъ, чтобы жидкость проходила трубку въ теченіе 8 дней. Черезъ трубку пропускали медленный токъ воздуха, который необходимъ для нитрификаціи. Первые порціи жидкости, показавшейся изъ нижняго конца трубки на 8-й день, не содержали нитратовъ; но черезъ 20 дней въ вытекавшей жидкости были найдены слѣды азотной кислоты—и съ этого времени образованіе ея шло непрерывно, причемъ въ вытекавшей жидкости амміачныя соли почти совсѣмъ исчезли. То обстоятельство, что азотная кислота начала образовываться не тотчасъ, а черезъ нѣкоторое время, исключало предположеніе, что процессъ зависитъ отъ прямаго окисляющаго дѣйствія кислорода на азотныя соединенія, и навело обоихъ химиковъ на мысль, не участвуютъ ли въ процессѣ образованія азотной кислоты микроорганизмы? Не задолго передъ этимъ, Мюнцъ открылъ, что хлороформъ убиваетъ микроорганизмы, и это открытіе было примѣнено къ рѣшенію даннаго вопроса. Въ верхнюю часть трубки былъ помѣщенъ сосудъ съ хлороформомъ и опытъ продолжался. Черезъ 8 дней жидкость содержала еще слѣды азотной кислоты, образовавшейся еще до помѣщенія въ трубку хлороформа; на 10-й день жидкость была уже вполне свободна отъ нитратовъ:—это и дало подтвержденіе

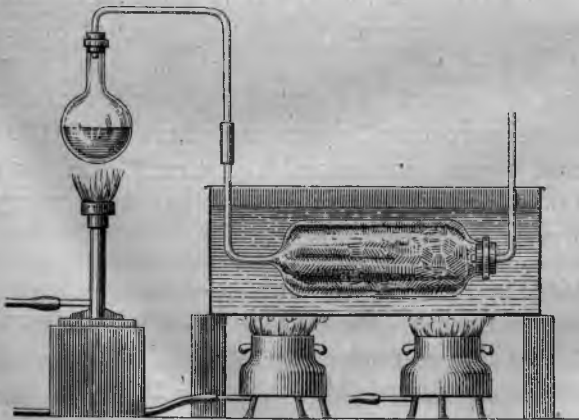
упомянутому предположенію о существованіи особаго азотнаго фермента, продуктомъ жизнедѣятельности котораго являются нитраты.

Въ своихъ дальнѣйшихъ опытахъ, имѣвшихъ цѣлю изслѣдовать причины образованія нитратовъ въ почвѣ, Шлезингъ и Мюнцъ помѣщали почву въ аллонжи (фиг. 4), опредѣливъ въ ней сначала количество нитратовъ, и пропускали черезъ почву атмосферный воздухъ; затѣмъ опять опредѣляли количество нитратовъ. При этихъ условіяхъ оказывалось постоянно, что количество нитратовъ увеличивалось. Если же опытъ производился въ присутствіи хлороформа (фиг. 4), помѣщеннаго въ открытомъ сосудѣ надъ почвою, то количество ихъ не измѣнялось. Желая затѣмъ изслѣдовать, образуются ли нитраты въ почвѣ послѣ того, какъ она была подвергнута температурѣ въ 100° , для убиванія низшихъ организмовъ, они погружали сосудъ съ почвою въ водяную

Фиг. 4.



Фиг. 5.



баню (фиг. 5), при 100° , пропускали чрезъ него для полнаго прогрѣванія почвы водяной паръ и послѣ охлажденія, при-

чемъ были приняты мѣры противъ доступа въ почву изъ атмосферы зародышей низшихъ организмовъ, заставляли проходить черезъ почву, въ продолженіе двухъ мѣсяцевъ, воздухъ, который они подвергали предварительному прокаливанию. Въ почвѣ до опыта и по окончаніи его было опредѣлено количество нитратовъ. Оказалось, что количество нитратовъ при этомъ не увеличилось, но что часть азота растительныхъ остатковъ переходила въ амміачныя соли; параллельный же опытъ съ тою же почвою, но не подвергнутою нагреванію, показалъ, что въ ней количество нитратовъ увеличилось. Значить, въ почвѣ находится азотный ферментъ, который погибаетъ отъ дѣйствія высокой температуры. Все это дало объясненіе тому факту, наблюденному еще ранѣе Вуссенго, что нитрификація органическихъ остатковъ, заключающихъ азотъ, въ отсутствіи почвы можетъ удаваться и не удаваться, но она неизбѣжно начинается при прочихъ благопріятныхъ условіяхъ, если къ органическимъ остаткамъ прибавлено нѣсколько почвы,—это объясняется тѣмъ, что съ почвою вносится азотный ферментъ, который и развивается въ подходящей средѣ, образуя нитраты.

Варингтонъ *) (химикъ при Родгамстедской опытной станціи въ Англіи) повторилъ опыты Шлезинга и Мюнца, нѣсколько ихъ видоизмѣнивъ. Онъ бралъ трубку, наполнял ее почвой, черезъ которую пропускалъ воздухъ, проходившій предварительно различныя дезинфецирующія вещества: хлороформъ, феноль, сѣрнистый углеродъ. Каждый опытъ продолжался 39 дней и для каждаго опыта бралась почва изъ одного и того же запаса. До опыта въ почвѣ было опредѣлено содержаніе нитратовъ, азота которыхъ на 1.000.000 вѣсовыхъ частей почвы оказалось $6_{,12}$ частей. Для сравненія, вначалѣ былъ произведенъ опытъ съ чистымъ воздухомъ. Вотъ результаты этихъ опытовъ:

Въ опытѣ съ чистымъ воздухомъ содержаніе азота нитратовъ повысилась до 40 ч. (съ $6_{,12}$ ч.)

Въ опытѣ съ хлороформомъ содержаніе азота нитратовъ было = $9_{,48}$ " —

*) J. of the chem. Soc. 1878, 44, 1879, 429.

Въ опытѣ съ феноломъ содержаніе азота нитратовъ было = 12 0 —

Въ опытѣ съ CS^2 содержаніе азота нитратовъ было = 6,77 „ —

Опыты не говорятъ за полное прекращеніе процесса, но лишь за его крайнее пониженіе. Это объясняется тѣмъ, что дѣйствіе взятыхъ веществъ не сразу убиваетъ азотный ферментъ. Разница въ дѣйствіи этихъ веществъ объясняется также и степенью ихъ летучести, слѣдовательно и присутствіемъ большаго или меньшаго количества паровъ ихъ въ пропускаемомъ чрезъ почву воздухѣ.

Дальнѣйшею цѣлю опытовъ Шлезинга и Мюнца, а также и Варингтона было выдѣленіе азотнаго фермента изъ массы другихъ, населяющихъ верхніе слои почвы*). Избранъ былъ путь указанный для рѣшенія подобныхъ вопросовъ Пастёромъ и состоящей въ повторенной нѣсколько разъ культурѣ фермента въ растворѣ, соединяющемъ всѣ наиболѣе благоприятныя условія для жизни даннаго фермента. Такою средой для азотнаго фермента оказывается растворъ нашатыря, въ количествѣ около 1 гр. на литръ воды, затѣмъ незначительное количество органическаго вещества, наприм., сегнетовой соли, углекислой извести и фосфорнокислыхъ щелочей. Можно брать также стерилизованную нагрѣваніемъ клоачную воду. Въ этотъ растворъ помѣщаютъ немного почвы, затѣмъ черезъ нѣкоторое время берутъ одну каплю и переносятъ въ свѣжій подобный же растворъ, поступая такъ послѣдовательно нѣсколько разъ и наблюдая, чтобы къ поверхности раствора былъ свободный доступъ воздуха. Послѣдній растворъ будетъ заключать уже чистый ферментъ. Если желаютъ имѣть ферментъ быстро дѣйствующій, то культура его должна производиться, по наблюденіямъ Варингтона, въ растворахъ нѣсколько большей концентраціи, наприм., заключающихъ въ литрѣ раствора до 2 гр. нашатыря.

Азотный ферментъ (*bacillus nitrificans*) не отличается по виѣнности подъ микроскопомъ какими-либо особенными признаками, кромѣ нѣсколько удлиненной формы. Онъ очень

*) Въ 1 гр. почвы изъ верхнихъ слоевъ было найдено до 900.000 зародышей различныхъ низшихъ организмовъ.

сходенъ съ микрококками *) и есть нѣкоторыя основанія предполагать, что Шлезингъ обозначилъ названіемъ азотнаго фермента смѣсь нѣсколькихъ организмовъ, но весьма близкихъ по свойствамъ. Вопросъ этотъ, впрочемъ, для сущности дѣла, не имѣетъ особаго значенія, и мы будемъ держаться взгляда, высказаннаго въ этомъ отношеніи Шлезингомъ.

Ферментъ обладаетъ слабою сопротивляемостью вѣшнимъ дѣятелямъ. При температурахъ даже нѣсколько низшихъ 100° онъ быстро погибаетъ. Высыханіе, хотя бы при обыкновенной температурѣ, весьма для него вредно. Но холодъ его не убиваетъ: Мюнцъ находилъ азотный ферментъ въ живомъ состояніи въ горахъ подъ льдомъ глетчеровъ и подъ снѣгами Пикъ-дю-Миди и Монблана. Жизнедѣятельность фермента проявляется во всей силѣ при температурѣ 35—37°. Вообще же дѣйствіе его замѣтно въ предѣлахъ температуры отъ 3° до 50°. Щелочные и кислые растворы, если только концентрація ихъ не крайне слаба, его убиваютъ; по Варингтону, такое же дѣйствіе оказываетъ свѣтъ, но опыты Шлезинга и Мюнца надъ нитрификаціей тонкаго слоя почвы, пропускавшаго свѣтъ, дали положительный результатъ; вообще этотъ вопросъ нельзя еще считать рѣшеннымъ. Что касается мѣстонахожденія фермента, то онъ находится, главнымъ образомъ, въ верхнихъ слояхъ почвы и на поверхности горныхъ породъ: такъ онъ, найденъ на гнейсѣ Сень-Готарда, на известнигѣ Пикъ-дю-Миди, на гранитахъ Вогезовъ и на многихъ другихъ породахъ. Его находили также въ щеляхъ горныхъ породъ и въ почвѣ на глубинѣ до 6 футовъ **). Кромѣ

*) Бактерій дѣлятъ на микрококки и бациллъ. Послѣднія имѣютъ болѣе удлиненную форму, чѣмъ микрококки. Бактерій называютъ также схизомицетами, потому что онѣ множатся дѣленіемъ; ихъ причисляютъ къ простѣйшимъ грибокѣмъ. Только весьма немногіе микроорганизмы являются принадлежащими къ животному царству, какъ наприм., микробъ болотной лихорадки.

**) Возникаетъ вопросъ, чѣмъ питается азотный ферментъ, находимый на поверхностяхъ скалъ и въ щеляхъ породъ. Какъ организмъ безхлорофильный, азотный ферментъ не можетъ жить на счетъ углекислоты воздуха: ему необходимы органическія соединенія. Недавнія изслѣдованія Муиро показали, что азотный ферментъ можетъ довольствоваться крайне малыми количествами органическаго вещества, причѣмъ отлично окисляетъ растворы амміачныхъ солей. Прибавка же къ раствору органическихъ соединеній вредитъ ему въ томъ смыслѣ, что въ растворѣ появляются другіе микробы. Слѣды органическихъ соединеній

того онъ найденъ въ клоачныхъ жидкостяхъ, въ водѣ рѣкъ, хотя не всегда въ значительныхъ количествахъ; но въ воздухѣ Шлезингомъ не найденъ, что можно приписать относительно малой сопротивляемости фермента высыханію. Отсутствие фермента въ воздухѣ доказывается тѣмъ, что стерилизованные растворы, въ которыхъ соединены благопріятныя условія для его развитія, не развиваютъ азотной кислоты при доступѣ воздуха *). Замедленіе въ образованіи нитратовъ въ опытѣ Шлезинга и Мюнца можно объяснить, на основаніи опытовъ Варингтона, неспособностью фермента тотчасъ проявлять замѣтное дѣйствіе, особенно если крѣпость раствора приближается къ той, при которой онъ вовсе прекращаетъ свою дѣятельность. Въ этомъ случаѣ періодъ инкубаціи фермента продолжался иногда нѣсколько недѣль. Въ клоачной жидкости, взятой Шлезингомъ и Мюнцемъ, ферментъ могъ находиться съ самаго начала, но онъ размножился и развилъ свою дѣятельность до появленія замѣтныхъ количествъ азотной кислоты, только спустя нѣкоторое время. По Шлезингу и Мюнцу, если процессъ нитрификаціи, при содѣйствіи азотнаго фермента, совершается въ жидкой средѣ, то часто происходятъ азотистокислыя соли. Въ почвахъ появленіе азотистокислыхъ солей замѣчается рѣже. Вообще же условія образованія азотистокислыхъ солей при содѣйствіи азотнаго фермента являются до сихъ поръ недостаточно выясненными, хотя, на основаніи нѣкоторыхъ наблюденій, можно предположить, что образованіе ихъ вызывается недостаточнымъ доступомъ воздуха къ той средѣ, гдѣ идетъ нитрификація.

Весьма важно знать условія благопріятныя жизнедѣятельности азотнаго фермента въ почвѣ, потому что хлорофильныя растенія извлекаютъ свой азотъ главнымъ образомъ только изъ нитратовъ, ибо азотъ растительныхъ остатковъ

находятся въ воздухѣ и въ дождевой водѣ, которая содержитъ ихъ не только въ суспендированномъ состояніи, но и въ растворѣ. Въ дождевой же водѣ заключаются азотнокислый и углекислый амміакъ.

*) Существуютъ, впрочемъ, отдѣльныя наблюденія другихъ изслѣдователей, указывающія на то, что азотный ферментъ находится въ атмосферѣ. Станнымъ, дѣйствительно, должно казаться полное отсутствіе въ воздухѣ микроорганизма до такой степени распространеннаго въ почвахъ и вообще на земной поверхности.

для нихъ остается недоступнымъ *), аммиачныхъ же солей въ почвѣ мало, вслѣдствіе быстраго перехода ихъ въ нитраты. Такими условіями являются *температура, влажность, щелочность среды, присутствіе органическихъ веществъ и кислорода*. Вліяніе этихъ условій изучено главнымъ образомъ Шлезингомъ и Мюнцемъ.

Для изученія вліянія *влажности* они брали нѣсколько порцій почвы съ различнымъ содержаніемъ воды и опредѣляли въ почвѣ количество азотной кислоты до опыта и послѣ него. Надо замѣтить, что всѣ эти опыты затруднительны, ибо долго длятся и требуютъ постояннаго сохраненія всѣхъ условій неизмѣнными.

Въ одномъ изъ опытовъ, который продолжался отъ 29-го мая 70-го года до 30-го іюня 71-го г., въ одной и той же почвѣ, но съ различнымъ содержаніемъ влажности, образовались такія количества азотной кислоты:

Въ 1 кил. почвы при	9,3%	влажности	157	миллигр.	HNO_3
„ 1 „ „ „	16%	„	397	„	„
„ 1 „ „ „	20%	„	478	„	„

Отсюда слѣдуетъ, что, съ повышеніемъ влажности въ почвѣ количество нитратовъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, увеличивается. Къ тому же результату позднѣе пришелъ и Дегерень.

Относительно *температуры* Шлезингъ и Мюнцъ не даютъ количественныхъ данныхъ. Считаютъ самую благоприятную температурой для нитрификаціи прѣвы $+37^\circ$; вообще же доказано, что въ предѣлахъ между 3° и 50° нитрификація совершается.

Что касается вліянія *щелочности* среды на ходъ нитрификаціи, то надо замѣтить, что вообще присутствіе веществъ способныхъ доставлять основанія для связыванія образующейся азотной кислоты необходимо; но если щелочныя вещества находятся въ растворѣ, то они должны присутствовать въ весьма маломъ количествѣ. Данныя въ этомъ отношеніи доставлены, главнымъ образомъ, Варингтономъ **). Опы-

*) Ср. примѣчаніе къ опредѣленію амміака въ лекціи объ анализѣ почвы.

**) Annales agronomiques, 1885, стр. 49.

ты нитрификаціи были произведены въ водныхъ растворахъ. Брالی или мочу, разбавляя обыкновенно 4 СС ея водою до литра, или особо приготовленный растворъ, содержащій въ литрѣ по 80 mg. нашатыря и сегнетовой соли, 40 mg. фосфорнокислаго кали и 20 mg. сѣрнокислой магнезиі. Названные растворы вливались, въ количествѣ 100 СС, въ низкія стеклянки съ широкимъ горломъ, такъ что слой жидкости въ нихъ былъ отъ 1 до 5 сант. При такой толщинѣ слоя доступъ воздуха къ жидкости былъ достаточенъ для нитрификаціи. Горло стеклянокъ затыкали ватой и покрывали пропускной бумагой, для предохраненія растворовъ отъ попаданія въ нихъ пыли. Стеклянки нагрѣвали до температуры кипѣнія растворовъ, въ продолженіе 5—6 часовъ, для стерилизованія ихъ, послѣ чего, послѣ охлажденія, онѣ были готовы для опытовъ. Оказалось, что если брать мочу указанной концентраціи и внести въ нее немного почвы (0,1 гр.), то нитрификація идетъ, вслѣдствіе присутствія въ растворѣ углекислаго амміака, крайне медленно,—и въ концѣ концовъ только половина азота мочи превращается въ азотную кислоту, потому что другая половина азота остается въ видѣ амміака и служитъ для насыщенія образующейся азотной кислоты. Если брать нѣсколько болѣе концентрированные растворы мочи, то нитрификація не совершается вовсе, потому что углекислый амміакъ дѣйствуетъ вредно на азотный ферментъ. Но если къ такимъ растворамъ мочи прибавить гипса, то нитрификація совершается, причемъ весь азотъ мочевины превращается въ азотную кислоту. Гипсъ входитъ въ реакцію взаимнаго обмена съ углекислымъ амміакомъ, причемъ происходитъ сѣрнокислый амміакъ и углекислая известь. Послѣдняя доставляетъ основаніе для образующейся азотной кислоты, а сѣрнокислый амміакъ не имѣя щелочной реакціи, не препятствуетъ дѣйствію азотнаго фермента. Вообще, гипсъ, вслѣдствіе указанной причины, дѣйствуетъ благопріятно на ходъ нитрификаціи. Было замѣчено (Пишаръ), что и въ почвѣ, въ присутствіи удобренія развивающаго углекислый амміакъ, прибавленіе гипса усиливаетъ нитрификацію. Средній углекислый натръ и кислая соль дѣйствуютъ на ходъ нитрификаціи подобно углекислому амміаку; если растворъ заключаетъ три тысячныхъ кислаго углекислаго натра, то нитрификація уже

не идетъ. Азотный ферментъ, значить, весьма чувствителенъ къ щелочнымъ растворамъ. Буссенго уже давно замѣтилъ вредное дѣйствіе ѣдкой извести на нитрификацію. По Варингтону, вода, насыщенная известью, останавливаетъ нитрификацію. Поэтому, энергическое известкованіе почвы можетъ остановить нитрификацію на нѣкоторое время, пока известь не превратится въ углекисловую соль; но окончательный результатъ будетъ благопріятенъ для процесса, если въ почвѣ былъ недостатокъ въ извести. Изъ опытовъ Варингтона слѣдуетъ, что углекислая известь является самымъ подходящимъ матеріаломъ для доставленія основанія образующейся азотной кислотѣ (подобно тому, какъ при молочномъ и масляномъ броженіяхъ, гдѣ углекислая известь, насыщая образующіяся кислоты, устраняетъ вредное дѣйствіе ихъ на ферментъ) и, конечно, въ почвахъ, въ этомъ отношеніи, она играетъ первую роль. Вліяніе ея на нитрификацію тѣмъ существеннѣе, что она циркулируетъ въ почвахъ, въ видѣ растворовъ въ водѣ, содержащей углекислоту. Шлезингъ пытался опредѣлить вліяніе количества кислой углекислой извести въ растворахъ въ почвѣ на ходъ нитрификации. Для этого онъ помѣщалъ одну и ту же почву съ однимъ и тѣмъ же содержаніемъ влажности въ нѣсколько аллонжей и пропускалъ чрезъ нихъ воздухъ съ различнымъ содержаніемъ углекислоты, рассчитывая, что тѣмъ болѣе будетъ въ растворѣ кислой углекислой извести, чѣмъ болѣе углекислоты пройдетъ чрезъ почву. Оказалось, однако, что количество образовавшейся азотной кислоты было почти одинаково, хотя каждый опытъ длился нѣсколько болѣе двухъ мѣсяцевъ.

Вліяніе количества *органическихъ веществъ* на нитрификацію Шлезингъ и Мюнцъ изучали надъ сильно песчаною почвой съ небольшимъ содержаніемъ извести; къ почвѣ прибавляли различное количество одной и той же гуминовоизвестковой соли. Количество нитратовъ опредѣлялось до и послѣ опытовъ; оказалось, что при большемъ содержаніи гуминовоизвестковой соли увеличивалось количество нитратовъ. Но ходъ нитрификации органическаго вещества въ почвѣ зависитъ не только отъ количества его, но и отъ степени разложенія и отъ качества его. Вопросъ этотъ до сихъ поръ мало разработанъ. Извѣстно, что въ почвѣ быстрѣе всего нитрифицируются ам-

міачныя соли, наприм. сѣрнокислый амміакъ. Весьма медленно нитрифицируется гумусъ, особенно въ далекихъ стадіяхъ разложенія. Быстрѣ нитрифицируется навозъ и такія удобрения, какъ рыбье гуано и костяная мука. По опытамъ Туксена, при условіяхъ благопріятствующихъ нитрификаціи, 60% всего азота костяной муки, 39% всего азота рыбьяго гуано и 51% азота конскаго навоза превратились въ почвѣ въ продолженіе трехъ мѣсяцевъ въ азотную кислоту, въ то же время нитрифицировалось только 0,23% азота гумуса взятой для изслѣдованія почвы.

Опыты надъ вліаніемъ кислорода затруднялись тѣмъ обстоятельствомъ, что въ каждомъ случаѣ продолжительное время требовалось опредѣленное содержаніе кислорода въ смѣси газовъ (азота и кислорода). Шлезингъ преодолѣлъ, впрочемъ, эти затрудненія помощію весьма остроумныхъ приспособленій. Смѣсь газовъ пропускалась въ аллонжи съ почвой, содержащей 15,9% влажности, 1 кило ея заключало 106 mgr. азотной кислоты. Опыты продолжались съ 5-го іюня до 7-го ноября (1872 года):

Кислородъ	1,25%	6%	11%	16%	21%
Азотъ	98,75%	94%	89%	84%	79%

Прибыль въ HNO^3 45,77 mg. 95,77 mg. 131,78 mg. 162,76 mg. 246,76 mg.

Отсюда видно, что хотя количество нитратовъ въ почвѣ растеть съ увеличеніемъ содержанія кислорода въ почвенномъ воздухѣ, но что и при весьма маломъ содержаніи кислорода нитрификація все таки подвигается впередъ. Значитъ нитрификація возможна не только въ верхнихъ, но и въ болѣе глубокихъ слояхъ почвы, гдѣ содержаніе кислорода незначительно. Процессъ, впрочемъ, принимаетъ діаметрально противоположный характеръ, если въ воздухѣ почвы вовсе не заключается кислорода. При пропусканіи чрезъ почву чистаго азота, Шлезингъ нашель, что количество азотной кислоты, бывшей въ почвѣ въ количествѣ 64 mgr. на 1 кило, не только не увеличилось, но и бывшая въ почвѣ азотная кислота исчезла. Это заставило его ближе изслѣдовать явленіе, значеніе котораго въ природѣ безъ сомнѣнія велико. Онъ взялъ 11,4 кило почвы, имѣвшей 18,2% влажности и прибавилъ къ ней

обыкновенной селитры въ количествѣ 7₀ гр. Последняя была прибавлена для того, чтобы имѣть возможность яснѣе рѣшить вопросъ о натурѣ продуктовъ, происходящихъ при разложеніи азотной кислоты, такъ какъ обыкновенное содержаніе нитратовъ въ почвѣ незначительно. Почву помѣстили въ стлянку, которая была закрыта пробкою со вставленною въ нее изогнутою трубкой, введенной подъ колоколь съ ртутью, для собиранія газовъ. Передъ опытомъ, выкачивая воздухъ изъ стлянки и измѣряя объемъ вновь впущеннаго воздуха, опредѣлили, сколько въ ней находится кислорода и азота. Кислорода оказалось 1₀₁₇ литра, а азота 3₈₇₃ литра. При началѣ опыта ртуть стала подыматься въ трубкѣ, что указывало на поглощеніе кислорода воздуха, причемъ происходящая углекислота растворялась въ почвенной водѣ. Когда весь кислородъ былъ поглощенъ, изъ почвы началъ выдѣляться газъ, который былъ подвергнутъ анализу, равно какъ и остатокъ его, наполнившій стлянку послѣ опыта. Оказалось, что газъ состоялъ изъ азота (4₈₉₈ литра) и углекислоты (3₈₇₃ литра). Итакъ, количество азота увеличилось (до опыта было 3₈₇₃). Если вычислить объемъ азота, заключающагося во взятой селитрѣ, то получимъ 0₈₂₈ литра; вычитая это число изъ 4₈₉₈, получимъ нѣсколько болѣе, чѣмъ 3₈₇₃ литра азота, бывшаго до опыта; этотъ излишекъ могъ образоваться только на счетъ связаннаго азота растительныхъ остатковъ; найдено было, что при этомъ образовалось также незначительное количество амміака (0₁₉₂ гр.). Итакъ, этотъ опытъ показываетъ, что *нитраты въ отсутствіи кислорода разлагаются съ выдѣленіемъ свободного азота*; значеніе этого вывода не нуждается въ поясненіи: изъ азотнокислой соли, то-есть важнаго для растений питательнаго вещества, образуется азотъ. Въ природѣ же, конечно, возможны условія, подобныя только-что разобраннымъ, наприм. въ случаѣ заболаживанія почвы.

Опытъ Шлезинга ничего не говоритъ о болѣе близкихъ причинахъ разложенія нитратовъ. Это было изслѣдовано и объяснено французскими химиками Дегереномъ, Гейономъ и Дюпети *). Первый показалъ, что разложеніе нитратовъ,

*) Comptes rendus XCV, 644, 856.

также какъ и ихъ образованіе, обусловлено жизнедѣятельностью микроорганизмовъ, принадлежащихъ къ той категоріи ихъ (анаэробіи), которые дышатъ на счетъ связаннаго кислорода органическихъ веществъ и развиваются въ отсутствіи свободнаго кислорода. Въ почвѣ находятся зародыши организмовъ той и другой категоріи, и смотря по тѣмъ условіямъ, въ которыя она поставлена, въ ней будутъ замѣчаться явленія коррелятивныя съ жизнью развивающихся организмовъ. При доступѣ свободнаго кислорода воздуха развивается дѣятельность аэробіи: происходитъ окисленіе органическаго вещества на счетъ кислорода воздуха, происходитъ, между прочимъ, и нитрификація; явленій, сопровождающихъ жизнедѣятельность анаэробіи въ почвѣ доступной вліянію воздуха—не замѣчается, но, въ отсутствіи свободнаго кислорода, когда дыханіе организмовъ возможно только на счетъ кислорода соединеннаго, въ почвѣ происходятъ процессы, связанныя съ жизнедѣятельностью анаэробіи, происходитъ, между прочимъ, и *денитрификація*. Напомню, что одинъ и тотъ же организмъ можетъ быть аэробіей и анаэробіей: такими свойствами обладаетъ, повидимому, *bacillus denitrificans* — ферментъ денитрификаціи, выдѣленный Гейономъ и Дюпети. Дегеренъ запаивалъ почву, содержащую нитраты, въ стеклянныя трубки и, вскрывая ихъ, черезъ нѣкоторое время, констатировалъ отсутствіе нитратовъ и кислорода, ушедшаго на образованіе углекислоты; но когда въ трубкахъ былъ помѣщенъ хлороформъ, то возстановленіе нитратовъ не происходило. Тотъ же результатъ, то-есть сохраненіе нитратовъ въ почвѣ, получался при предварительномъ нагрѣваніи запаивной трубки съ почвой до 120°.

Гейонъ и Дюпети показали, что анаэробіи, возстановляющія нитраты (*bacillus denitrificans*), находятся и въ клоачной жидкости. Если къ ней прибавить селитры и устранить отъ дѣйствія воздуха, то селитра возстановляется; если же прибавить хлороформа, сѣрнокислой окиси мѣди, или доставить воздуху свободный доступъ, то возстановленія не происходитъ; продуктами возстановленія являются азотъ, небольшое количество амміака и весьма нерѣдко азотистокислыя соли; прибавляя выдѣленный культурами *bacillus denitrificans* къ стерилизованной почвѣ, чрезъ которую пропускалась струя

углекислоты, для вытѣсненія всего воздуха, Гейонъ и Дюпети замѣтили, что если къ этой почвѣ приливать растворъ селитры, то въ стекающемъ изъ почвы растворѣ заключается только часть взятой селитры. Но разложеніе послѣдней не происходило, и она цѣликомъ оказывалась въ стекавшемъ изъ почвы растворѣ, если чрезъ почву, вмѣсто углекислоты, пропускался воздухъ. Значить, при аэраціи почвы, не происходитъ разрушенія заключающихся въ почвѣ нитратовъ. Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что подобно образованію нитратовъ, возстановленіе ихъ, представляетъ также процессъ біологическій.

Познакомившись съ причинами образованія нитратовъ и съ условіями ему благоприятствующими, перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію нѣкоторыхъ вопросовъ, разъясненіе которыхъ основывается на вышеизложенномъ.

Давно уже стали извѣстны наиболѣе благоприятныя условія искусственнаго полученія селитры для пороха. Эти условія, выработанныя чисто эмпирическимъ путемъ, вполне объясняются тѣми причинами образованія нитратовъ, которыя намъ стали извѣстны только въ послѣднее время. Для заложения селитрянницъ или буртовъ, брали почву рыхлаго сложенія (введеніе азотнаго фермента) и смѣшивали ее съ выщелоченною золой (углекислыя щелочи вредятъ нитрификаціи), мусоромъ, заключающимъ углекислую известь (наиболѣе подходящее основаніе для образующейся при нитрификаціи азотной кислоты) и солоmistымъ навозомъ или растительными остатками (обогащеніе массы азотистыми веществами и приданіе ей пористости). Время отъ времени, кучу, помѣщенную лучше всего подъ крышею, поливали мочою или навозною жижею (доставленіе растворимыхъ амміачныхъ солей). Прибѣгали иногда къ перелопачиванію кучи: послѣднее имѣло повидимому цѣлю не только усиленную аэрацію массы и приданіе ей однородности, но и уничтоженіе плѣсеньей, появляющихся на поверхности кучи и питающихся на счетъ нитратовъ. Въ Швеціи, а также и въ другихъ странахъ, селитрянныя кучи часто помѣщали въ легкихъ деревянныхъ постройкахъ, имѣющихъ только ограниченное число отверстій для доступа воздуха; этимъ предотвращалось охлажденіе и устранялось дѣйствіе свѣта, а слѣдовательно и

развитіе хлорофильныхъ растений на поверхности кучи, сопровождающееся уничтоженіемъ въ ней части нитратовъ. Всѣ вышеизложенныя условія совпадаютъ съ условіями наиболѣе благопріятствующими жизни азотнаго фермента, а приведенный примѣръ есть одинъ изъ многихъ, доказывающихъ, что практика не можетъ ждать соотвѣтствующаго развитія теоріи, и предъявляемая къ ней неотложныя требованія часто удовлетворяетъ весьма совершеннымъ образомъ.

Но, съ другой стороны, теорія, разъ появившись и освѣтивъ предметъ со всѣхъ сторонъ, даетъ возможность обратить вниманіе на тѣ явленія, которыя прежде оставались въ тѣни и не могли быть поняты и оцѣнены должнымъ образомъ. Такъ, наприм., только въ послѣднее время, послѣ открытія Шлезинга и Мюнца, выдвинулся особенно замѣтнымъ образомъ вопросъ объ образованіи и утилизаціи нитратовъ въ почвахъ при различныхъ условіяхъ. Въ этомъ отношеніи изслѣдованія въ Ротгамстедѣ Лооза, Гильберта и Варингтона *), главнымъ образомъ послѣдняго, доставили много интересныхъ результатовъ; названные изслѣдователи нашли, что въ почвѣ незанятой культурою, хотя бы и не удобренной, идетъ усиленное образованіе нитратовъ на счетъ органическихъ остатковъ, въ почвѣ находящихся. За этимъ образованіемъ можно слѣдить, опредѣляя время отъ времени количество нитратовъ въ почвѣ и въ дренажной водѣ, потому что азотная кислота почвою не поглощается, а вымывается изъ нея въ видѣ солей дождями. Конечно, необходимо знать количество дренажной воды, отвѣчающее извѣстной площади почвы, для того, чтобы составить представленіе о потеряхъ, претерпѣваемыхъ почвою въ извѣстный промежутокъ времени. Возьму, наприм., слѣдующія данныя изъ многочисленныхъ наблюденій названныхъ изслѣдователей. Почва, надъ которой были сдѣланы въ этомъ отношеніи опыты, была тяжелая глинистая почва, давно не получавшая удобренія и не подвергавшаяся обработкѣ. Потеря изъ нея нитратовъ, которая опредѣлялась въ продолженіе 4 лѣтъ, выразилась для одного года числомъ 18,8 кил., обозначающимъ вѣсъ азота нитратовъ, найден-

*) Рядъ статей въ *Annales agronomiques*, въ *Centralbl. f. agr. Chemie* и въ нѣкоторыхъ другихъ журналахъ.

ныхъ въ дренажной водѣ, отвѣчающей поверхности въ одинъ акръ (около $\frac{1}{8}$ десятины). Содержаніе нитратовъ въ дренажной водѣ оказалось всего болѣе отъ іюля до сентября, наибольшее же количество вымываемыхъ нитратовъ приходится на періодъ времени отъ октября до февраля, хотя въ это время процентное содержаніе нитратовъ въ дренажныхъ водахъ понижается. Объясняется это, съ одной стороны, усиленнымъ образованіемъ нитратовъ лѣтомъ, но въ то же время малымъ количествомъ дренажной воды въ это время года, вслѣдствіе сильнаго испаренія воды изъ почвы; а съ другой—обильными осенними дождями, такъ что накопившіяся за лѣто запасы нитратовъ вымывается изъ почвы главнымъ образомъ осенью. Опредѣленіе нитратовъ въ названной почвѣ въ концѣ лѣта дало число 22,5 кил., выражающее количество связаннаго азота нитратовъ для площади въ одинъ акръ и для толщины слоя въ 20 дюймовъ отъ поверхности. Въ частныхъ случаяхъ, для болѣе короткихъ промежутковъ времени, конечно, потеря нитратовъ изъ почвы стоитъ въ зависимости отъ количества выпадающихъ дождей, но приведенныя числа представляютъ среднія за нѣсколько лѣтъ и по нимъ можно судить, что потеря эта весьма значительна. Она дѣлается еще болѣе значительной, если почва, находясь подъ чернымъ паромъ, будетъ удобрена азотистыми удобрениями. Въ Ротгамстедѣ найдено, что сѣрнокислый амміакъ, внесенный въ почву какъ удобрение, и растворимыя части навоза весьма быстро нитрифицируются. Но потеря почвою нитратовъ дѣлается гораздо менѣе, если поле будетъ находиться подъ культурою какого-либо растенія, потому что большая часть нитратовъ, по мѣрѣ ихъ образованія, будутъ восприниматься корнями растеній *). Въ этомъ отношеніи, впрочемъ, различныя растенія относятся къ утилизаціи нитратовъ въ почвѣ различно, смотря по развитію ихъ корневой системы и по условіямъ ихъ культуры. Такъ, наприм.,

*) Въ виду предохраненія чернаго пара отъ вымыванія изъ него нитратовъ Варингтонъ предлагаетъ для тѣхъ случаевъ, когда этотъ паръ является необходимостью, засѣвать поле, подъ нимъ находящееся, въ іюль, т. е. во время наибольшаго скопленія въ немъ нитратовъ, горчицею, или подобнымъ быстро развивающимся растеніемъ, и запахивать его передъ осеннимъ * посѣвомъ. Растеніе восприметъ большую часть нитратовъ и предохранитъ ихъ отъ вымыванія.

хотя въ Ротгамстедѣ и найдено, что дренажныя воды участковъ, засѣянныхъ пшеницею, заключали нитратовъ менѣе, чѣмъ дренажныя воды участковъ, находящихся подъ чернымъ паромъ, а опредѣленіе азота нитратовъ въ неудобренномъ пшеничномъ полѣ послѣ жатвы дало для акра и слоя почвы въ 9 дюймовъ—1,2 кило N, тогда какъ въ участкѣ рядомъ лежащемъ и находящемся подъ чернымъ паромъ найдено 12,8 кило N нитратовъ,—тѣмъ не менѣе, зерновыя хлѣбныя растенія считаются истощающими почву. Дѣйствительно, корневая система многихъ изъ нихъ мало развита, они требуютъ хорошей обработки почвы, что увеличиваетъ ея аэрацію; они мало поглощаютъ воды изъ почвы вслѣдствіе малой листовой поверхности и вслѣдствіе той же причины мало отѣняютъ почву, не предохраняя ея отъ нагрѣванія. Всѣ эти условія способствуютъ окисленію органическихъ остатковъ въ почвѣ и, слѣдов., образованію углекислоты и нитратовъ, значительная часть которыхъ вымывается водою безъ пользы для растенія. Но утилизація нитратовъ можетъ стать болѣе совершенною, если поле засѣяно травянистыми растеніями съ весьма развитою корневою системою и широкою листовою поверхностью, какъ, на прим., эспарцетъ, люцерна, клеверъ и другія бобовыя. Не требуя особенной обработки почвы и отѣняя ее, растенія эти, съ одной стороны, препятствуютъ усиленному образованію нитратовъ и сохраняютъ накопившіеся въ почвѣ растительные остатки, а съ ними и азотъ въ нерастворимомъ состояніи, а съ другой—утилизируютъ происшедшіе нитраты. Ихъ отличаютъ названіемъ улучшающихъ почву растеній; но роль ихъ, повидимому, не ограничивается только сохраненіемъ азота растительныхъ остатковъ отъ бесполезнаго вымыванія его изъ почвы въ формѣ нитратовъ, а расширяется тѣмъ свойствомъ ихъ, на которое стали особенно настойчиво указывать въ послѣднее время и согласно которому они способны утилизировать атмосферный азотъ. Къ этому вопросу я буду имѣть еще случай возвратиться въ лекціи о круговоротѣ азота въ природѣ.

Другой процессъ, который получилъ значительное разъясненіе послѣ открытія Шлезинга и Мюнца, есть процессъ обезвреживанія нечистотъ почвою. Онъ имѣетъ двоякую важ-

ность: съ точки зрѣнія гигиенической и затѣмъ съ точки зрѣнія сельскохозяйственной, какъ процессъ орошенія и удобренія почвы. Процессъ состоитъ въ процѣживаніи клоачныхъ жидкостей чрезъ почву. Содержащіяся въ этихъ жидкостяхъ органическія азотистыя вещества и амміачныя соли, между прочимъ углекислый амміакъ, подвергаются въ почвѣ окисленію, причемъ образуются нитраты и углекислота; вслѣдствіе этого вода теряетъ запахъ и лишается значительнаго количества органическаго вещества. Такъ какъ этотъ процессъ идетъ на счетъ жизнедѣятельности аэробіевъ и требуетъ непремѣннаго участія кислорода воздуха, то понятно, что при процѣживаніи жидкостей чрезъ почву слѣдуетъ вести дѣло такъ, чтобы почва не заплывала водою и чтобы микроорганизмы успѣвали справиться съ процессомъ окисленія доставляемаго имъ матеріала. Въ окрестностяхъ Парижа, наприм., одинъ гектаръ почвы ($\frac{9}{10}$ десятины) можетъ очистить въ годъ отъ 50.000 до 57.000 куб. метровъ жидкости *). При достаточно медленномъ цѣженіи жидкостей чрезъ почву, органическое вещество ихъ почти все разрушается, а амміачныя соли почти сполна превращаются въ нитраты. Такъ, наприм., Маріе Деви, процѣживая клоачную воду Парижа въ количествѣ одного литра въ сутки чрезъ плохую песчаную почву, помѣщенную въ цилиндръ вышиною въ два метра, нашель, что до процѣживанія литръ жидкости заключалъ азота амміачныхъ солей 20,₆ миллиграммовъ, а азота нитратовъ 0,₈ mg.; послѣ процѣживанія въ литрѣ жидкости было N амміачныхъ солей 1,₇ mg., а азота нитратовъ 21,₃ mg. При опытахъ надъ обезвреживаніемъ нечистотъ на поляхъ Петровской академіи П. А. Григорьевымъ были также произведены анализы жидкости до процѣживанія и послѣ него. Отношеніе азота нитратовъ къ азоту амміачныхъ солей и органическихъ соединеній было найдено равнымъ

*) Duclaux. *Chimie biologique*, стр. 811. Въ 1887 г., въ Женевѣ, около Парижа, на поверхности 668 гектаровъ, было подвергнуто процѣживанію 25,841,896 куб. метровъ клоачныхъ жидкостей, т. е. около 40,000 куб. метровъ на гектаръ, что отвѣчаетъ слою жидкости въ 4 метра; къ этому слою надо еще прибавить 55—60 сантиметровъ атмосферныхъ осадковъ. Въ Берлинѣ, гдѣ клоачныя жидкости содержатъ болѣе органическаго вещества, чѣмъ въ Парижѣ, на гектаръ назначается 13—14000 куб. метровъ.

1:10₉; послѣ процѣживанія это отношеніе измѣнилось въ 1:0₁₈. Одна изъ жидкостей, выпаренная до процѣживанія въ количествѣ 100 литровъ, дала 78₃ гр. остатка; послѣ процѣживанія 100 литровъ жидкости дали только 26₃ гр. остатка: значительная часть органическаго вещества жидкости, значить, разрушилась, превратившись въ СО² при процѣживаніи.

Въ процессѣ обезвреживанія нечистотъ почвою слѣдуетъ принять во вниманіе двѣ фазы его: 1) задержаніе почвой суспендированныхъ въ жидкости минеральныхъ и органическихъ веществъ *); 2) окисленіе поглощенныхъ почвою органическихъ веществъ, что обыкновенно совершается быстро даже для соединений постоянныхъ. Опыты Сойка**), касающіеся этого предмета, состояли въ слѣдующемъ: онъ цѣдилъ чрезъ почву растворы солей стрихнина и хинина; алкалоиды задерживались почвою и придавали ей ядовитыя свойства, что доказывалось опытами надъ животными; но, спустя непродолжительное время, присутствія ихъ нельзя было доказать въ почвѣ: они разрушились, и азотъ ихъ превратился въ нитраты.

Обезвреживаніе нечистотъ совершается не только въ почвѣ, но и въ водѣ рѣкъ. На это обезвреживаніе давно уже было обращено вниманіе; оно совершается относительно быстро. Въ Сену, наприм., послѣ выхода изъ Парижа и до Эпинэ вливается нѣсколько подземныхъ каналовъ, несущихъ нечистоты въ такомъ количествѣ, что вода является ими переполненною, мѣняетъ цвѣтъ и издаетъ отвратительный запахъ. Но отъ Эпинэ до Арженейля, т. е. на разстояніи 3—4 верстъ, гдѣ уже не встрѣчается болѣе клоачныхъ истоковъ, наступаетъ замѣтное улучшеніе: запаха нѣтъ, появляется рыба, но все-таки вода около того берега, съ котораго она приняла каналы съ нечистотами, — сохраняетъ темный цвѣтъ.

*) Суспендированные въ загрязненныхъ водахъ микроорганизмы задерживаются почвою при процѣживаніи. По наблюденіямъ Микеля (l'Annuaire de l'Observatoire de Montsouris 1888) клоачныя жидкости Парижа подвергаемыя процѣживанію чрезъ почву въ Женвиллье содержатъ среднимъ числомъ 23 милліона бактерій въ 1 куб. сантиметрѣ воды. Послѣ процѣживанія, вода, поступающая въ Сену, содержитъ въ среднемъ 1600 бактерій на 1 куб. сантиметрѣ.

**) Centralblatt f. agric. Chemie. 1885, 294.

Окончательное очищеніе наступаетъ верстъ чрезъ 30 у Мёлана. Прежде приписывали обезвреживающее вліяніе рѣкъ дѣйствию кислорода воздуха, который легко проникаетъ въ массу рѣчной воды, растворяясь въ ней, такъ какъ она находится въ постоянномъ движеніи. Но особые опыты показали, что воздухъ безъ азотнаго фермента не дѣйствуетъ. Такъ, дистиллированная вода, насыщенная воздухомъ, не превращаетъ въ нитраты амміачныхъ солей и органическихъ азотистыхъ веществъ. Равнымъ образомъ, не обладаетъ этимъ свойствомъ и стерилизованная рѣчная вода; но, будучи взята въ естественномъ состояніи, рѣчная вода является средою, въ которой съ легкостью совершается нитрификація, такъ какъ она содержитъ азотный ферментъ. Опыты Мунро показали, что если къ весьма слабому раствору нашатыря прибавить нѣсколько рѣчной воды, то нитрификація совершается; если кромѣ того прибавить желатины, то бывшая въ растворѣ азотная кислота превращается въ амміакъ, причемъ развивается *muscelium*; но какъ только желатина исчезла, наступаетъ снова нитрификація, и образовавшійся амміакъ превращается въ азотную кислоту. Значитъ, при неблагоприятныхъ условіяхъ, дѣйствіе азотнаго фермента можетъ приостановиться, но по минованіи этихъ условій оно снова возобновляется. Анализы рѣчной воды показываютъ, что она всегда содержитъ нитраты, если только не загрязнена нечистотами. Хотя процентное содержаніе нитратовъ въ рѣчной водѣ крайне мало, но общее ихъ количество, уносимое рѣками въ море, достигаетъ весьма внушительной величины. Такъ, наприм., по приблизительному расчету, рѣки, протекающія по Германіи, уносятъ въ море ежегодно до 1000 милліоновъ кило азота нитратовъ.

О гумусѣ.

Тэеръ впервые предложилъ это названіе для всего того комплекса органическихъ, окрашенныхъ въ черный цвѣтъ соединений, которыя придаютъ почвамъ болѣе или менѣе темный цвѣтъ. Гумусъ происходитъ въ почвахъ изъ растительныхъ остатковъ, и вліяніе жизнедѣятельности низшихъ организмовъ въ образованіи его играетъ преобладающую роль;

онъ представляетъ ту часть растений, которая измѣняется въ почвѣ медленно, чѣмъ все другое въ растеніи заключающееся, и потому, скопляясь, долго остается въ почвѣ. Та часть растений, которая является самую неподходящую, съ наибольшею медленностію одолѣваемую пищу для низшихъ организмовъ, есть клѣтчатка и инкрустированная клѣтчатка, или древесина, составляющая, какъ извѣстно, главную массу сухого вещества растений. Растворимыя въ водѣ или легко измѣняющіяся и дающія растворимыя соединенія составныя части растений, какъ, наприм., бѣлковыя вещества, растворимыя углеводы, крахмалъ и т. п., быстро исчезаютъ въ почвѣ, потому что являются легко доступною пищей для массы низшихъ организмовъ; но весьма немногіе виды ихъ могутъ заимствовать необходимый имъ углеродъ изъ клѣтчатки. Опыты Дюкло *), впрочемъ, показали, что разрушеніе клѣтчатки низшими организмами, наприм. грибомъ *aspergillus niger*, идетъ тѣмъ энергичнѣе, чѣмъ болѣе въ смѣси съ клѣтчаткою находится растворимыхъ, легко могущихъ служить для питанія веществъ. Тотчасъ послѣ истребленія обильной растворимой пищи, грибки **) легко дѣйствуютъ на клѣтчатку, превращая ее въ уголекислоту и воду, но спустя нѣкоторое время дѣйствіе это весьма замедляется. Все сказанное приводитъ къ тому выводу, что клѣтчатка и древесина растений представляютъ главнѣйшимъ образомъ тотъ матеріалъ, который входитъ въ составъ гумуса въ почвѣ.

Этотъ выводъ даетъ точку опоры для уясненія общаго характера тѣхъ измѣненій, которымъ подвергается древесина при превращеніи въ гумусъ. Качественный составъ древесины и гумуса одинаковъ: оба вещества содержатъ углеродъ, водородъ, кислородъ, азотъ и такъ-называемую зольную часть, состоящую изъ минеральныхъ солей. Но количественное содержаніе перечисленныхъ элементовъ разнится въ древесинѣ и гумусѣ. Гумусъ процентно богаче древесиной углеродомъ и азотомъ, а бѣднѣе водородомъ и кислородомъ. Такъ какъ при образованіи и дальнѣйшемъ измѣненіи гумуса обра-

*) *Chimie biologique*, 219 и 805.

**) По изслѣдованіямъ Костычева только грибки даютъ окрашенныя въ темный цвѣтъ продукты (гумусъ), развиваясь на древесинѣ.

зуются углекислота, вода и аммиакъ (азотнокислыя соли), то надо принять, что при процессѣ гумификаціи, въ извѣстный промежутокъ времени, выдѣляется большое число частицъ (молекулъ) H_2O , чѣмъ CO_2 и NH_3 (или HNO_3). Значить, хотя вѣсъ гумуса и всѣхъ элементовъ въ немъ заключающихся и будетъ менѣе, чѣмъ вѣсъ древесины и ея элементовъ давшихъ ему начало, но процентно гумусъ явится богаче древесиной углеродомъ и азотомъ. Притомъ, по мѣрѣ того, какъ гумификація подвигается впередъ, гумусъ въ большей степени обогащается процентно азотомъ, чѣмъ углеродомъ, такъ что отношеніе между этими двумя элементами, по мѣрѣ хода процесса, дѣлается все болѣе и болѣе тѣснымъ. Дѣйствительно, если опредѣлять въ почвахъ количество углерода и азота, заключающихся въ гумусѣ, то найдемъ, что отношеніе между этими элементами въ почвахъ болѣе тѣсное, чѣмъ въ свѣжихъ, или немного только измѣнившихся растительныхъ остаткахъ. Такъ напримѣръ, въ черноземѣ Бугульминскаго уѣзда, Самарской губ., найдено на 69,₃₃ частей углерода 7,₇₆ частей азота; въ черноземѣ села Моховаго, Тульской губ., найдено 13,₂ углерода на 1,₉ азота; около Конотопа въ Черниговской губерніи найдено на 14,₉₈ углерода 2,₃₂ азота. По расчетамъ Варингтона, гектаръ почвы средняго плодородія содержалъ въ первыхъ девяти дюймахъ отъ поверхности 33000 кило углерода и 3300 кило азота. Отношеніе здѣсь углерода къ азоту будетъ, слѣдовательно, какъ 10:1, а въ черноземахъ это отношеніе еще тѣснѣе и достигаетъ 6:1. Между тѣмъ въ растительныхъ остаткахъ это отношеніе гораздо шире: такъ, въ корняхъ пшеницы на 43 части углерода приходится 1 часть азота, въ остаткахъ бобовыхъ на 23 углерода 1 азота, въ нѣсколько измѣнившемся солоmistомъ навозѣ на 19 частей углерода 1 часть азота. Изслѣдованіе состава торфа, на различной глубинѣ, приводитъ къ тѣмъ же результатамъ. Такъ, наприм., по Детмеру *) замѣчается слѣдующее измѣненіе въ составѣ торфа отъ поверхности въ глубину, т. е. отъ только-что начавшихся измѣняться растительныхъ остатковъ до такихъ, которые измѣнялись уже долгое время.

*) Centralbl. f. agr. Chemie 1872, 12.

	Торфъ на поверх- ности.	На глубинѣ 7 футовъ.	На глубинѣ 14 футовъ
С	57, ⁷⁷⁵ %	62, ⁷⁰²	64, ⁷⁰⁷
Н	5, ⁷¹³	5, ⁷²¹	5, ⁷⁰¹
N	0, ⁷⁸	2, ⁷¹	4, ⁷⁰
O	36, ⁷⁰²	30, ⁷⁶⁷	26, ⁷⁸⁷
Содержаніе золы			
въ 100 част. торфа.	2, ⁷⁷²	7, ⁷¹²	9, ⁷¹⁶

Слѣдующія соображенія могутъ доставить данныя для выясненія причинъ преимущественнаго обогащенія гумуса азотомъ, сравнительно съ углеродомъ. Въ образованіи гумуса принимаютъ участіе не только микробы, но во многихъ случаяхъ, какъ мы увидимъ далѣе и организмы болѣе высокой организаціи. Многіе мелкіе представители животнаго царства питаются растительными остатками; на послѣднихъ и на гумусѣ развиваются не только микроскопическіе грибы, но и болѣе крупныя. Остатки всѣхъ этихъ организмовъ и изверженія животныхъ, живущихъ въ почвѣ, заключаютъ весь азотъ принятый ими въ видѣ азотистой пищи, но далеко не весь углеродъ; въ этихъ остаткахъ и изверженіяхъ отношеніе углерода къ азоту будетъ, слѣдовательно, болѣе тѣсное, чѣмъ было въ воспринятой ими пищѣ, потому что часть углерода выдѣлилась при дыханіи въ видѣ углекислоты. Конечно, это обстоятельство стоитъ въ связи съ возрастаніемъ процентнаго содержанія связаннаго азота въ гумусѣ, хотя дать себѣ вполне ясный отчетъ во всѣхъ процессахъ, при этомъ происходящихъ, мы не можемъ. Но для уясненія дѣла надо, кромѣ сказаннаго, имѣть въ виду доказанную многими изслѣдователями способность гумуса поглощать амміакъ, причемъ, какъ показалъ Тарховъ*), а затѣмъ другіе наблюдатели, амміакъ не остается въ гумусѣ въ видѣ амміачныхъ солей, но азотъ его мало по малу входитъ въ болѣе тѣсное соединеніе съ элементами гумуса, такъ что обычными приемами выдѣленія амміака изъ его солей, наприм., перегонкой гумуса поглотившаго амміакъ съ окисью магнія и водою (способъ Буссенго опредѣленія

*) Въ лекціи о навозѣ я буду еще имѣть случай возвратиться къ работѣ Тархова.

амміака въ почвахъ), — амміакъ не выдѣляется. Образующійся, слѣдовательно, при разложеніи растительныхъ и животныхъ остатковъ амміакъ поглощается частью гумусомъ, увеличивая въ немъ процентное содержаніе азота.

Въ природѣ давно уже отличали два главныхъ рода гумуса: гумусъ торфяниковъ и почвенный гумусъ, обозначая первый названіемъ кислаго гумуса, а второй—средняго, или такъ называемаго сладкаго гумуса. Различіе между этими двумя родами гумуса состоитъ въ томъ, что первый содержитъ свободныя гумусовыя кислоты, о которыхъ рѣчь будетъ далѣе, второй же, вмѣсто, кислотъ заключаетъ ихъ соли. При образованіи торфяниковъ происходитъ накопленіе растительныхъ остатковъ, которые, превращаясь въ гумусъ и гумусовыя кислоты, не встрѣчаютъ достаточнаго количества оснований для образованія солей. Въ почвахъ же, растительные остатки, наприм., оставшіеся корни, опавшіе листья и т. п. ислѣвуютъ при условіяхъ допускающихъ насыщеніе образующихся кислотъ основаниями, заключающимися въ минеральныхъ частяхъ почвы. Присутствіе въ почвахъ животной жизни крайне способствуетъ этому во многихъ отношеніяхъ полезному перемѣшиванію ислѣвующихъ растительныхъ остатковъ съ минеральными частями. Въ указанномъ отношеніи преобладающая роль принадлежитъ червямъ. Дарвинъ*), наприм., сообщаетъ слѣдующія данныя объ образѣ жизни дождевыхъ (земляныхъ) червей (*Lumbricus terrestris*). Эти черви живутъ въ норахъ глубиною до 6 футовъ. Они остаются на днѣ норъ зимою и въ сухое время года. Діаметръ норъ подходитъ къ діаметру тѣла червей и послѣдніе роютъ ихъ особеннымъ образомъ, проглатывая землю и отлагая изверженія по стѣнкамъ норъ и на поверхности около норъ. Норы разрыхляютъ почву, производя ея осѣданіе, что способствуетъ аэраціи почвы. Питаются ли черви гумусомъ, поглощая смѣсь его съ минеральными частями почвы, или только пропускаютъ эту смѣсь чрезъ пищевой каналъ съ цѣлію рытья норъ, это вопросъ спорный, но несомнѣнно, что гумусъ, проходя чрезъ пищевой каналъ червей, насыщается известью, такъ какъ въ каналѣ червей существуютъ железки

*) Сочиненіе Дарвина существуетъ въ переводѣ на русскій языкъ.

выдѣляющіе жидкость, содержащую известь. Безспорная же пища червей—это опавшіе листья и свѣжіе остатки растений. Листья уносятся червями въ норы и тамъ ими сѣдаются послѣ предварительнаго смачиванія ихъ особымъ тоже щелочнымъ выдѣленіемъ ихъ организма, имѣющимъ сходство съ сокомъ поджелудочной железы, причемъ листья частью перевариваются, не теряя впрочемъ формы, до поступления въ пищевой каналъ. Дальнѣйшее перевариваніе листьевъ и начало ихъ гумификаціи совершается уже въ пищевомъ каналѣ червей, а измельченіе ихъ достигается за отсутствіемъ у червей челюстей тѣмъ, что черви вмѣстѣ съ листьями поглощаютъ и минеральныя частицы почвы; изверженія, отлагаемыя червями большею частью на поверхности почвы, будутъ, слѣдовательно, состоять изъ весьма тѣсной смѣси мелкихъ минеральныхъ частицъ съ органическимъ веществомъ, что конечно способствуетъ дальнѣйшей гумификаціи и успѣшному вывѣтриванію минеральныхъ частей, вслѣдствіе развитія углекислоты. Опыты Гензена *) послужили подтвержденіемъ сказанному. Онъ помѣстилъ двухъ червей въ сосудъ 18-ти дюймовъ въ діаметрѣ, наполненный пескомъ, который былъ покрытъ листьями. Листья вскорѣ были увлечены червями въ норы глубиною до 3-хъ дюймовъ. По прошествіи шести недѣль поверхность песка въ 1 сант. оказалась тѣсно перемѣшанной съ гумусомъ. По Дарвину этимъ путемъ проходитъ чрезъ организмъ червей, на акръ поверхности, въ годъ, отъ 14 до 16 тоннъ земли, что отвѣчаетъ слою поверхности въ 0,2 дюйма. По недавнимъ наблюденіямъ Келлера **), на Мадагаскарѣ, черви большихъ размѣровъ, до 80 сантим. длины, тамъ водящіяся, даютъ возможность легко оцѣнить ихъ участіе въ образованія почвы. Въ лѣсу ихъ изверженія встрѣчаются отдѣльными накопленіями вѣсомъ до 150 гр. и болѣе, которыя расположены на близкомъ разстояніи одно отъ другаго, а на поляхъ сахарнаго тростника можно наблюдать, по окончаніи періода дождей, непрерывный рыхлый слой изверженій червей толщиною въ 1—2 сантиметра. Недавно вышедшее въ нѣмецкомъ переводѣ изслѣдованіе датскаго ученаго Мюл-

*) Centralb. f. agr. Chemie. 1882, 723.

**) Forschungen auf d. Geb. Agr. Physik, 1888, 385.

лера *), содержит много интересных данных по этому вопросу. Прослѣдивъ условія образованія гумуса въ буконныхъ лѣсахъ, а также и на другихъ почвахъ Даніи, Мюллеръ пришелъ къ тому заключенію, что сладкій гумусъ почвы можно обозначить названіемъ копрогеннаго гумуса, потому что участіе нѣсколькихъ видовъ червей, а также и нѣкоторыхъ насѣкомыхъ въ образованіи его стоитъ внѣ всякаго сомнѣнія. Копрогенному или животному гумусу плодородныхъ почвъ онъ противопоставляетъ растительный гумусъ, т. е. гумусъ торфяниковъ, желая выразить этимъ названіемъ отсутствіе участія червей и другихъ животныхъ, кромѣ микроорганизмовъ, въ образованіи гумуса торфа. Наблюденія Мюллера показываютъ, что одинъ видъ гумуса можетъ переходить въ другой—и это всегда сопровождается возникновеніемъ, или уничтоженіемъ условій, благопріятствующихъ животной жизни. Отбѣненіе почвы лѣсомъ или густо стоящими травянистыми растениями (какъ было и на нашемъ черноземѣ) способствуетъ дѣятельности червей и образованію плодородной почвы. Противоположныя же условія влекутъ за собою оставленіе мѣстности червями и ухудшеніе качествъ почвы. Надо замѣтить, впрочемъ, что обработкою почвы достигается также тѣсное смѣшеніе минеральныхъ частей съ органическими остатками и этимъ необходимымъ при культурѣ процессомъ увеличивается и часто возмѣщается дѣйствіе червей, которые не вездѣ водятся. Извѣстно также, что и торфяную почву, образовавшуюся безъ участія червей, возможно известкованіемъ, внесеніемъ мергеля и т. п. и тщательной обработкой превратить въ плодородную.

Переходя къ вопросу о ближайшихъ составныхъ частяхъ гумуса, должно сознаться, что опредѣленнаго въ этомъ отношеніи извѣстно очень мало. Это зависитъ отъ двухъ причинъ: во первыхъ, изслѣдованія были большею частью произведены уже давно, а потому нуждаются въ повтореніи и провѣркѣ; во вторыхъ, рѣшеніе вопроса по существу дѣла затруднительно, потому что гумусъ содержитъ постоянно мѣняющуюся смѣсь соединеній, лишенныхъ рѣзкихъ отличительныхъ

*) Studien über die natürlichen Humusformen. 1887.

признаковъ и обладающихъ близкими свойствами. Хотя тѣ составныя части гумуса, которыя описываются подъ отдѣльными названіями, и не представляютъ тѣль съ рѣзкими признаками отдѣльныхъ химическихъ недѣлимыхъ, однако знакомство съ ними необходимо для пониманія процессовъ, идущихъ въ почвѣ. Ихъ дѣлятъ 1) на *соединенія индифферентныя* и 2) на *кислоты*.

Первыя составляютъ главную массу гумусовыхъ веществъ и представляютъ два вещества—*ульминъ* и *гуминъ*; изъ нихъ ульминъ есть первый продуктъ истлѣванія древесины и часто сохраняетъ еще ея строеніе, что можно наблюдать на пняхъ давно срубленныхъ деревьевъ: это—рыхлое вещество, бураго цвѣта. Гуминъ представляетъ дальнѣйшую ступень разложенія растительныхъ остатковъ и окрашенъ въ черный цвѣтъ. Растворы щелочей, дѣйствуя на гуминъ и ульминъ при нагрѣваніи, превращаютъ ихъ соответственно въ *гуминовую* и *ульминовую* кислоты. Впрочемъ, эта реакція при долгомъ дѣйствіи щелочей идетъ и при обыкновенной температурѣ *).

Изъ кислотъ, въ почвѣ заключающихся, наиболѣе изслѣдована и наиболѣе важна—*гуминовая кислота*; она извлекается изъ почвы слѣдующимъ образомъ: почву промываютъ слабой соляной кислотою, а затѣмъ обрабатываютъ щелочами, причемъ получается черный растворъ, заключающій щелочную соль гуминовой кислоты. *Щелочныя соли* ея *растворимы*; *прочія—нѣтъ*: въ почвѣ гуминовая кислота чаще всего находится въ видѣ известковой соли: соляная кислота разлагаетъ эту соль, выдѣляя гуминовую кислоту, которая, при обработкѣ щелочью, образуетъ растворимую щелочную соль. Есть и другой способъ полученія гуминовой кислоты: это—обработка почвы углекислыми щелочами, причемъ происходитъ обмѣнное разложеніе (углекислый кальцій и гуминовокислая щелочь). Для полученія самой гуминовой кислоты, къ щелочной соли ея приливаютъ минеральной кислоты, на-

*) Образованіе въ данномъ случаѣ солей кислотъ изъ соединеній нейтральнаго характера, каковы гуминъ и ульминъ, зависитъ, быть-можетъ, отъ присоединенія къ нимъ элементовъ щелочи (воды). Подобнымъ же образомъ лактоны, соединяясь со щелочами, даютъ соли кислотъ.

прим., соляной—причем гуминовая кислота получается въ видѣ аморфнаго осадка черно-бураго цвѣта. Анализъ гуминовой кислоты показываетъ, что она состоитъ изъ углерода, водорода, кислорода, азота и зольныхъ частей. Детмеръ *) и нѣкоторые другіе изслѣдователи старались доказать, что азотъ не входитъ въ составъ чистой гуминовой кислоты; первый повтореннымъ осажденіемъ (кислотами) и раствореніемъ (щелочами) гуминовой кислоты получилъ продуктъ, содержащій не болѣе 0,2% азота. Гуминовой кислотѣ Детмеръ приписываетъ такой составъ: $C^{60} H^{54} O^{27}$. То мнѣніе, что чистая гуминовая кислота не заключаетъ азота и зольныхъ частей, основано на маломъ и притомъ различномъ содержаніи азота и золы въ гуминовой кислотѣ различнаго происхожденія и, кромѣ того, на томъ фактѣ, что, при кипяченіи тростниковаго сахара съ немного разбавленной сѣрной кислотой, получается черная аморфная масса, заключающая въ себѣ вещества, аналогичныя гумину и гуминовой кислотѣ. При дѣйствіи на нее щелочей, получаемъ щелочныя соли, совершенно сходныя съ такими же солями почвенной гуминовой кислоты. Полученная изъ сахара гуминовая кислота не содержитъ золы, а равно и азота, если только при приготовленіи ея былъ вполне устраненъ доступъ къ ней амміака. Какъ бы то ни было, но изъ почвы никогда не удастся получить гуминовую кислоту, совершенно свободную отъ азота и зольныхъ частей. Гуминовая кислота весьма мало растворима въ водѣ, немного растворяется въ спиртѣ и эфирѣ и нѣсколько болѣе въ глицеринѣ. Изъ свойствъ гуминовой кислоты самое замѣчательное (и важное) то, что ея двойныя известковощелочныя соли не растворимы въ водѣ; наприм., двойная соль аммонія и извести (по Детмеру) имѣетъ такой составъ: $C^{60} H^{46} Ca^3 (NH^4)^2 O^{27}$. Эти соли легко разлагаются слабыми кислотами. Указанное свойство гуминовой кислоты даетъ возможность думать, что въ почвѣ она будетъ задерживать щелочи отъ вымыванія и передавать ихъ мало-по-малу растеніямъ; къ этому свойству гуминовой кислоты мы еще возвратимся въ лекціи о поглотительной способности почвъ. Что гуминовая кислота

* Versuchsstationen 14, 248.

не есть химическое недѣлимое, ясно изъ того, что она, полученная въ возможно чистомъ состоянн (Состеньи), отчасти растворима въ спиртѣ и эта часть заключаетъ до 62 % углерода, остатокъ же содержитъ 57% углерода. Это, въ связи съ фактомъ полученія гуминовой кислоты съ разнымъ содержаніемъ азота и зольныхъ составныхъ частей, указываетъ, что она есть смѣсь нѣсколькихъ, близкихъ по составу, соединеній.

Менѣе, чѣмъ гуминовая, извѣстны двѣ другія кислоты: *креновая* и *апокреновая*. Нѣкоторыя данныя объ этихъ кислотахъ добыты Мульдеромъ *), который первой придаетъ составъ $C^{24} H^{24} O^{16}$, а второй—апокреновой— $C^{24} H^{12} O^{12}$. Гуминовой же кислотѣ онъ даетъ составъ $C^{24} H^{18} O^9$. Эти формулы указываютъ на взаимное отношеніе кислотъ; изъ нихъ усматривается, что креновая кислота есть продуктъ возстановленія апокреновой, а эта послѣдняя—продуктъ окисленія гуминовой кислоты, изъ которой и можетъ быть получена дѣйствіемъ азотной кислоты. Опыты подтверждаютъ это: дѣйствіемъ водорода *in statu nascenti* переводитъ апокреновую кислоту въ креновую; окисляя же послѣднюю, получаемъ первую. Щелочныя соли обѣихъ кислотъ растворимы въ водѣ и получаютъ вмѣстѣ съ гуминовой кислотой въ щелочномъ растворѣ; для полученія ихъ изъ этого раствора, его обрабатываютъ соляною кислотой для осажденія гуминовой кислоты, въ фильтратѣ остаются креновая и апокреновая кислоты; его насыщаютъ ѣдкимъ кали и прибавляютъ уксусномѣдной соли и уксусной кислоты, причемъ осаждается апокреновокислая мѣдь, нерастворимая въ уксусной кислотѣ; фильтратъ отъ этого осадка заключаетъ креновокислую мѣдь, которую выдѣляютъ, нейтрализуя растворъ амміакомъ. Изъ мѣдныхъ солей, кислоты выдѣляютъ сѣрнистымъ водородомъ. Обѣ кислоты аморфны, апокреновая—бураго цвѣта, креновая—безцвѣтна; всѣ соли послѣдней растворимы въ водѣ, исключая желѣзной и марганцевой. Обѣ кислоты и ихъ соли, по Мульдеру, переходятъ въ почвѣ одна въ другую, смотря по условіямъ. Въ верхнихъ слояхъ почвы, гдѣ доступъ воздуха свободенъ, идетъ переходъ крено-

*) Chemie der Ackerkrume I, 308.

вой кислоты въ апокреновую; въ нижнихъ—наоборотъ; послѣднему приписываютъ особенную важность, предполагая, что креновая кислота способна разрушать остатки неразложившихся горныхъ породъ, способствуя тѣмъ образованію почвы *). Тотъ охристаго цвѣта осадокъ, который образуется въ ручьяхъ, берущихъ свое начало въ болотистыхъ мѣстностяхъ, состоитъ главнымъ образомъ изъ креновокислой окиси желѣза. Этотъ же осадокъ иногда замѣчается и въ болотахъ. Если его разболтать въ водѣ и разложить сѣрнистымъ водородомъ, то фильтратъ вначалѣ безцвѣтный на воздухѣ мало-помалу бурѣетъ: это креновая кислота переходитъ въ апокреновую. Надо замѣтить, что въ природѣ передвиженіе окиси желѣза можетъ совершаться только при содѣйствіи гумусовыхъ веществъ. Въ прикосновеніи съ послѣдними окись желѣза возстановляется въ закись и можетъ переходить въ растворъ въ видѣ кислой углекислой закиси желѣза и креновокислой закиси желѣза. Эти соли въ отсутствіи избытка органическихъ веществъ окисляются воздухомъ и отлагаются въ видѣ осадковъ, содержащихъ окись желѣза. Весь вопросъ объ этихъ кислотахъ настоятельно требуетъ новой обработки.

*) Если, вслѣдствіе отсутствія условий, способствующихъ перемеживанію растительныхъ остатковъ съ минеральными частями почвы, на поверхности послѣдней скопляется слой кислаго гумуса, то растворимыя въ водѣ кислоты гумуса, процѣживаясь чрезъ почву и дѣйствуя на цеолитную часть ея и т. п., будутъ извлекать многія важныя для растений питательныя вещества. Верхній слой почвы, послѣ исчезанія гумуса, явится въ этомъ случаѣ лишеннымъ многихъ дѣльныхъ продуктовъ вывѣтриванія и въ этомъ слоѣ будутъ преобладать вещества не поддающіеся дѣйствію кислотъ, какъ наприм. кремнеземъ и т. п. Образование подзолистыхъ почвъ, повидимому, совершалось при условіяхъ подобныхъ вышеприведеннымъ. Эти почвы, которыя извѣстны въ Германіи подъ названіемъ Bleisand, бѣдны цеолитами и богаты кремневою кислотой. Подъ ними находятся твердыя желѣзистыя скопленія (Ortstein), образовавшіяся вслѣдствіе отложенія солей, между частицами почвы послѣ насыщенія кислотъ основаніями, главнымъ образомъ окисью желѣза. По Костычеву, заключающееся въ нижнихъ слояхъ подзоловъ органическое вещество безцвѣтно, но окрашивается на воздухѣ въ бурый цвѣтъ, послѣ растворенія его въ амміакъ,—отношеніе, наоминяющее переходъ креновой кислоты въ апокреновую. Известкованіе подзоловъ даетъ хорошіе результаты. Подробности объ этомъ вопросѣ: Müller, Ueber die natürlichen Humusformen, Костычевъ, Сельское хозяйство и лѣс. 1888 г., А. Георгіевскій: Матеріалы по изуч. русск. почвъ. 1888 г.

Коснемся теперь вопроса *о связи органических составных частей почвы съ минеральными.*

Подобно тому какъ въ организмахъ, наприм. въ растеніяхъ, точно также можно отличить и въ почвахъ двѣ категоріи соединеній минеральныхъ веществъ съ органическими: 1) минеральныя основанія входятъ въ составъ солей, образованныхъ органическими кислотами; 2) минеральныя соли, или, точнѣе говоря, элементы минеральныхъ солей соединены съ органическимъ веществомъ. На эту послѣднюю категорію соединеній мы теперь и обратимъ вниманіе. Характеризуется она тѣмъ, что минеральныя соли, находясь въ соединеніи съ органическимъ веществомъ и образуя тѣла этой категоріи, лишаются тѣхъ свойствъ, которыми соли обладаютъ въ свободномъ состояніи. Такъ, наприм., извѣстно, что свободная фосфорно-кислая известь растворима въ соляной кислотѣ; но, обрабатывая эту кислоту превращенныя въ муку сѣмена ржи, пшеницы и т. п., намъ не удастся достигнуть переведенія въ растворъ всей фосфорнокислой извести, въ сѣменахъ заключающейся. Часть этой соли оказывается находящеюся въ столь тѣсномъ соединеніи съ органическимъ веществомъ (бѣлковыя вещества), что обнаружить ее удастся только выжиганіемъ органическаго вещества, причемъ она останется уже въ свободномъ состояніи, и присутствіе ея легко можетъ быть доказано обыкновенными приемами. Гумусъ, происходя изъ растеній, также содержитъ элементы минеральныхъ солей въ соединеніи съ органическимъ веществомъ. Изъ гумуса также невозможно подходящими растворителями извлечь всѣ минеральныя соли, какъ и изъ самаго растенія. Разница между растеніемъ и гумусомъ въ этомъ отношеніи состоитъ только въ томъ, что гумусъ богаче процентнымъ содержаніемъ солей, и притомъ оно въ немъ возрастаетъ по мѣрѣ разрушенія органическаго вещества гумуса, такъ что часто переходитъ за 10%; значить, по мѣрѣ истлѣванія, гумусъ процентно обогащается не только углеродомъ и азотомъ, но и элементами минеральныхъ солей. Въ виду того, что соединенія этой категоріи заключаются и въ растеніи и въ гумусѣ, является вопросъ, не играютъ ли соли, заключающіяся въ гумусѣ, особой роли по отношенію къ питанію растеній. Не будутъ ли эти соли, находясь въ гумусѣ

отъ; по-
полагая,
неразла-
азованію
ій обра-
тистыхъ
новокис-
нается и
китъ сѣр-
тний на
га пере-
продѣ пе-
ько при
і съ по-
ль и мо-
ислой за-
и въ от-
я возду-
хъ окисъ
оательно

питанію ра-
сти послѣд-
ны гумуса,
п., будутъ
ій слой поч-
огихъ цѣн-
ь вещества
Образованіе
ь вышепри-
гъ Bleisand,
са твердыя
енія солей,
нымъ обра-
вахъ подзо-
въ бурый
е переходъ
рошіе ре-
nen Humus-
скій: Мате-

въ химически подготовленномъ состояніи для поступленія въ растеніе, съ особою легкостью послѣднимъ усвоиваться? На этотъ вопросъ было обращено вниманіе еще въ 1804 году Соссюромъ, которымъ было высказано слѣдующее, замѣчательное для того времени, мнѣніе: „растенія не черпаютъ всѣ свои минеральныя части изъ чистыхъ соляныхъ растворовъ, подобно нашимъ искусственнымъ, но они въ большей степени поглощаютъ ихъ изъ такихъ соединеній, искусственно получить которыя мы не въ состояніи и въ которыхъ элементы солей химически соединены съ углеродомъ, водородомъ, азотомъ и кислородомъ гумуса“. Послѣ Соссюра и другіе наблюдатели занимались этимъ вопросомъ, изъ нихъ у насъ часто цитируется Грандо*), который работалъ надъ черноземомъ. Дѣйствительно, черноземъ представляетъ отличный матеріалъ для изученія этихъ соединеній, потому что гумусъ чернозема содержитъ высокій процентъ солей, соединенныхъ съ органическимъ веществомъ. Обработывая черноземъ вначалѣ слабою соляною кислотою, а затѣмъ амміакомъ, или прямо углекислымъ амміакомъ, Грандо получилъ черный растворъ гуминово-амміачной соли. Продолжая обработку чернозема амміакомъ весьма долгое время, онъ достигъ того, что все гумусовое вещество чернозема перешло въ растворъ, въ остаткѣ же органическаго вещества не оказалось, и онъ состоялъ, главнымъ образомъ, изъ кварцеваго песка. Въ полученномъ амміачномъ растворѣ нельзя было доказать обыкновенными реактивами присутствія фосфорной и кремневой кислотъ, а также желѣза, извести и магnezіи, хотя растворъ содержалъ эти вещества; но если растворъ выпарить до-суха и полученное черное вещество прокалить при доступѣ воздуха, то въ оставшейся золѣ можно опредѣлить обыкновенными приѣмами фосфорную и кремневую кислоты, а также желѣзо, марганецъ, известь, магnezію и кали. Содержаніе золы въ сухомъ остаткѣ, получаемомъ послѣ выпариванія амміачнаго раствора, колеблется для разныхъ почвъ въ широкихъ размѣрахъ — отъ 2 до 60%. Въ амміачномъ растворѣ заключается, по Грандо, бѣдшая часть фосфорной кислоты, бывшей въ черноземѣ.

*) Comptes rendus, 74, 988.

Полученное черное вещество, заключающее соли, Грандо называет органоминеральнымъ. Для того, чтобы опредѣлить роль этого вещества при питаніи растеній, Грандо произвелъ рядъ опытовъ, болѣе или менѣе удачно поставленныхъ; между прочимъ воспитывалъ растенія въ песокъ, прибавля къ нему органоминеральнаго вещества чернозема, причемъ замѣтилъ, что они развивались лучше и скорѣе, чѣмъ растенія, воспитанныя на остаткѣ чернозема, послѣ извлеченія изъ него органоминеральнаго вещества. Основываясь на своихъ опытахъ, Грандо заключилъ, что органоминеральныя вещества почвъ имѣютъ преобладающее значеніе при питаніи растеній, корни которыхъ, прикасаясь къ этому веществу, принимаютъ въ себя посредствомъ диффузіи минеральныя соединенія, въ немъ заключающіяся. Слабая сторона опытовъ Грандо состоитъ въ томъ, что употреблявшееся имъ органоминеральное вещество содержало примѣсь свободныхъ минеральныхъ солей, а слѣдовательно, полученные результаты не могутъ быть отнесены исключительно къ дѣйствию этого вещества, самое существованіе котораго многими оспаривалось. При промываніи чернозема амміакомъ, или углекислымъ амміакомъ, въ растворъ переходятъ, хотя и въ малыхъ количествахъ, кремнегислыя соли, а также фосфорнокислыя соли желѣза и извести, которыя нѣсколько растворяются также въ гуминовокисломъ амміакѣ, подобно тому какъ онѣ растворяются въ лимоннокисломъ амміакѣ. Всѣ эти соли остаются въ растворѣ вмѣстѣ съ органоминеральнымъ веществомъ, и Грандо не принялъ мѣръ для изолированія его. Между тѣмъ весьма простой пріемъ ведетъ къ отдѣленію этого вещества отъ примѣшанныхъ къ нему минеральныхъ солей. Если къ амміачному раствору, въ которомъ находится смѣсь указанныхъ веществъ, прилить соляной кислоты, то въ осадкѣ получается черное органоминеральное соединеніе, а свободныя минеральныя соли, бывшія въ смѣси съ нимъ, остаются въ растворѣ. Полученный осадокъ возможно промыть соляною кислотою и такимъ образомъ удалить изъ него тѣ свободныя минеральныя примѣси, которыя растворяются въ водѣ и въ соляной кислотѣ. Г. Гавриловъ *), произведя эти операціи надъ гумусовымъ

*) Журналъ Русск. Хим. Общ., 1883, стр. 59.

веществомъ, извлеченнымъ по способу Грандо изъ чернозема Тульской губернии, изъ имѣнія графа Бобринскаго, получили черное органоминеральное вещество, заключавшее 12% золы. 100 частей золы содержали: $\text{SiO}^2=42,12\%$; $\text{Fe}^2\text{O}^3=9,8\%$; $\text{Al}^2\text{O}^3=26,77\%$; $\text{P}^2\text{O}^5=15,5\%$; $\text{K}^2\text{O}=2,4\%$; остальное — малыя количества натра, извести, магнезій. Несомнѣнно, что найденныя минеральныя вещества были въ химическомъ соединеніи съ органическимъ веществомъ гумуса; это доказывается вполне своеобразнымъ отношеніемъ этихъ веществъ къ реактивамъ: фосфорная кислота въ присутствіи окиси желѣза и глинозема оставалась въ растворѣ въ амміакѣ и осаждалась съ этими основаніями соляною кислотою, — отношеніе какъ разъ обратное тому, которое наблюдается для фосфорнокислыхъ желѣза и глинозема въ свободномъ состояніи, когда элементы этихъ солей не соединены съ гумусомъ *). Опыты надъ отношеніемъ этого органоминеральнаго вещества къ растеніямъ, къ сожалѣнію, до сихъ поръ не произведены.

Не останавливаясь долѣе на этомъ предметѣ, требующемъ дальнѣйшихъ экспериментальныхъ разъясненій, отмѣтимъ здѣсь, что вопросъ о прямомъ участіи гумуса въ питаніи растеній сводится къ участію его въ этомъ дѣлѣ тѣми минеральными веществами, которыя въ немъ заключаются. Правда, существуютъ указанія и на возможность диффузій чрезъ растительныя перепонки вмѣстѣ съ минеральными и части органическихъ веществъ гумуса, а слѣдовательно и на возможность поступленія ихъ въ растенія, но все-таки мы

*) Такъ какъ соединенія гумусоваго вещества съ элементами минеральныхъ солей не разлагаются щелочами, то можно сдѣлать слѣдующее предположеніе о химической натурѣ этихъ соединеній. Есть вѣроятность, что гумусовое вещество чернозема содержитъ кромѣ кислотныхъ водныхъ остатковъ и спиртовые, водородъ которыхъ можетъ быть замѣщенъ металлами съ слабымъ кислотнымъ характеромъ, какъ наприм. желѣзомъ, алюминіемъ. Въ золѣ гумусоваго вещества находятся въ значительномъ количествѣ именно эти многоатомные металлы и они могутъ являться связующими звеньями между остальною минеральною частью соединенія (фосфорная к., кремневая к., частью насыщенная другими основаніями) и органическимъ веществомъ. Подобное соединеніе не должно разложиться щелочами, потому что водородъ спиртовыхъ водныхъ остатковъ не склоненъ замѣщаться радикалами съ щелочнымъ характеромъ, и это находится въ соотвѣтствіи съ фактами.

изъ чернозема
аго, получили
вше 12% зо-
Fe²O³=9,8%;
ьное — малыя
нно, что най-
ескомъ соеди-
это доказы-
ихъ веществъ
утствіи окиси
въ амміакѣ и
лотою,—отно-
блюдается для
дномъ состоя-
ны съ гуму-
аноминераль-
до сихъ поръ

требующемъ
й, отмѣтимъ
а въ питаніи
ѣлѣ тѣми ми-
заклучаются.
ость диффузіи
еральными и
ательно и на
все-таки мы

ми минеральныхъ
ее предположеніе
то гумусовое ве-
атковъ и спирто-
слабимъ кислот-
золѣ гумусоваго
ги многоатомные
остальною мине-
стью насыщенныя
е соединеніе не
ь водныхъ остат-
ракторомъ, и это

теперь далеки отъ признанія за гумусомъ той роли въ пря-
момъ питаніи растеній, которую ему придавалъ Тэеръ, и
сущность которой выражена имъ въ слѣдующихъ словахъ:
„плодородіе почвы, собственно говоря, зависитъ вполне отъ
гумуса, потому что, за исключеніемъ воды, это единствен-
ное вещество въ почвѣ, доставляющее пищу растеніямъ“, и
далѣе: „минеральныя удобрения, если они не содержатъ ника-
кого органическаго вещества, дѣйствуютъ исключительно, или
по крайней мѣрѣ главнѣйшимъ образомъ, способностью ихъ
помогать разложенію органическихъ веществъ почвы“. Ди-
аметрально противоположное мнѣніе было высказано Либихомъ
въ 1840 году въ его сочиненіи: „Органическая химія въ
примѣненіи къ земледѣлію и физиологии“. На первой же стра-
ницѣ этой книги онъ говоритъ: „зеленыя растенія питаются
исключительно минеральною пищею“; они живутъ на счетъ
углекислоты, амміака, азотной к., воды, фосфорной к., сѣр-
ной к., кремневой к., извести, магнезіи, кали (натра), же-
лѣза. Ранѣе Либиха Соссюръ также выставялъ значеніе
минеральныхъ соединеній для питанія растенія и, не отрицая
поглощенія растеніями гумусовыхъ веществъ, привелъ то со-
ображеніе, что послѣднихъ въ почвѣ далеко не достаточно
для покрытія содержанія углерода въ растеніяхъ (растительные
остатки, при превращеніи въ гумусъ, теряютъ значительную
часть углерода въ видѣ углекислоты; это было извѣстно Сос-
сюрю). Либихъ же, для окончательнаго опроверженія теоріи
гумуса, прибавилъ къ высказанному, что такъ какъ гумусъ
есть продуктъ истлѣванія прежнихъ генераций растеній, то,
значить, появленіе растительности предшествовало появленію
гумуса, т. е. послѣдній не необходимъ для растеній. Являясь
представителемъ новой доктрины, противоположной прежнему
ученію, и развивая свои взгляды въ продолженіе долгаго періода
времени, Либихъ часто впадалъ въ крайности. Онъ, наприм.,
почти безусловно объяснял дѣйствіе такого удобрения, какъ
навозъ, содержаніемъ въ немъ минеральныхъ веществъ, не-
обходимыхъ для растеній. Въ опроверженіе этого крайняго
мнѣнія Либиха, Буссенго произвелъ слѣдующій опытъ: одна
половина поля была удобрена навозомъ, а другая—золою отъ
такого же количества навоза. Урожай пшеницы на этихъ
двухъ участкахъ оказался весьма различнымъ. Удобренная

навозомъ часть поля дала урожай въ 14 зеренъ, удобренная золою—только въ 4 зерна. Но столкновение противоположныхъ мнѣній принесло, въ концѣ концовъ, какъ это обыкновенно бываетъ, пользу дѣлу, потому что вызвало опыты и наблюдения, направленные къ разъясненію вопроса. Въ настоящее время можно дать себѣ довольно полный отчетъ о томъ, почему присутствіе гумуса въ почвахъ оказывается полезнымъ для растений. Относительно ^{прямаго} участія гумуса въ питаніи растений я сошлюсь на сказанное ранѣе, но не надо также упускать изъ вида, что гумусъ продолжаетъ медленно истлѣвать въ почвѣ; дѣйствіе развивающейся при этомъ углекислоты на вывѣтриваніе составныхъ частей почвъ также уже было разобрано ранѣе; но рядомъ съ углекислотою происходятъ изъ азота гумуса амміакъ и нитраты, которые составляютъ уже прямую пищу растений. Правда, это образованіе нитратовъ, особенно изъ гумуса, находящагося въ глубокихъ стадіяхъ разложенія, идетъ весьма медленно и сильно отстаетъ отъ нитрификаціи амміачныхъ солей, или растворимыхъ частей навоза и т. п. въ почвѣ, но эта медленность имѣетъ свои преимущества, потому что противо-дѣйствуетъ бесполезной потерѣ нитратовъ изъ почвы вслѣдствіе вымыванія, и растениямъ дается возможность утилизировать запасъ органическаго азота, находящагося въ почвѣ, въ весьма совершенной степени. Съ другой стороны, то вліяніе, которое оказываютъ гумусъ и органическія удобрения на физическія свойства почвъ, можетъ назваться незамѣнимымъ. Такъ какъ этотъ вопросъ къ химіи не относится и разсматривается въ курсѣ земледѣлія, то я на немъ и не буду останавливаться, но замѣчу, что присутствіемъ гумуса повышается влагоемкость почвъ, что отъ присутствія его зависитъ рыхлое, комковатое строеніе почвъ, что черный цвѣтъ гумуса способствуетъ болѣе сильному нагрѣванію почвъ солнцемъ и т. д. Изъ всего этого видно, что гумусъ оказываетъ весьма многостороннее, хотя главнымъ образомъ—косвенное вліяніе на питаніе и развитіе растений.

О поглотительной способности почвъ.

Познакомившись съ происхожденіемъ минеральныхъ и органическихъ составныхъ частей почвъ, переходимъ теперь къ

разсмотрѣнію того свойства почвъ, которое называютъ ихъ поглотительною способностью.

Если почву приводить въ соприкосновеніе съ растворами солей, то она поглощаетъ изъ нихъ основанія и нѣкоторыя кислоты, переводя ихъ въ нерастворимое, или, точнѣе сказать, въ весьма трудно растворимое въ водѣ состояніе. Эта способность почвы весьма важна, потому что на основаніи ея почва задерживаетъ изъ вносимыхъ въ нее удобреній столь важныя для питанія растений вещества, какъ амміакъ, кали, фосфорная кислота. Раскрытіе причинъ этого явленія весьма интересно, между прочимъ, и потому, что даетъ новыя данныя для заключенія о присутствіи въ почвахъ нѣкоторыхъ соединений, на счетъ которыхъ совершается поглощеніе.

Способность почвы удерживать въ себѣ окрашенныя и пахучія вещества такихъ жидкостей, какъ навозная жижа и т. п., была замѣчена еще въ началѣ настоящаго столѣтія нѣкоторыми изслѣдователями (Гаццери въ 1819 г., Броннеръ въ 1836 г.) и дала имъ поводъ, руководствуясь явнымъ измѣненіемъ свойствъ жидкости, впервые констатировать поглотительную способность почвъ. Явленія, наблюденныя названными учеными, зависятъ, впрочемъ, какъ мы видѣли ранѣе, главнымъ образомъ отъ окислительной способности почвъ.

Первый, кто обстоятельно изслѣдовалъ отношеніе растворовъ солей къ почвѣ, былъ Уэ*) (1850 г.). Процѣживая черезъ почву растворы азотнокислыхъ, сѣрнокислыхъ и хлористыхъ солей, онъ замѣтилъ, что часть основанія поглощается почвою; замѣнъ же его въ растворѣ переходитъ изъ почвы главнымъ образомъ извѣсть; такъ что, наприм., процѣженный черезъ почву растворъ калийной селитры содержитъ вмѣсто части калия—кальцій, а также немного другихъ основаній (натрія, магнія). Явленіе, слѣдовательно, имѣетъ характеръ реакціи взаимнаго обмѣна. Уэ сдѣлалъ попытку рѣшить, на счетъ какой составной части почвы идетъ эта реакція. Первоначальное его предположеніе было, что реакція идетъ на счетъ кремнекислой извести, заключающейся въ почвѣ; но опыты, сдѣланные съ кремнекислою известью, показали, что она не поглощаетъ амміакъ изъ амміачныхъ

*) Journ. of. the Royal Agric. Soc. XIII, 123.

нь, удобренная
живоположныхъ
о обыкновенно
пыты и наблю-
Въ настоящее
еть о томъ, по-
тся полезнымъ
гумуса въ пи-
е, но не надо
аетъ медленно
ся при этомъ
ей почвъ также
екислотою про-
маты, которые
вда, это обра-
ходящагося въ
а медленно и
хъ солей, или
з, но эта мед-
что противо-
почвы вслѣд-
ность утилизи-
гося въ почвѣ,
ороны, то влі-
екія удобренія
ся незамѣни-
относится и
на немъ и не
виѣмъ гумуса
тствія его за-
черный цвѣтъ
ванію почвъ
умусъ оказы-
образомъ—кос-

ьныхъ и орга-
мъ теперъ къ

солей, такъ что это объясненіе пришлось оставить, потому что почва поглощаетъ амміакъ изъ амміачныхъ солей. Тогда онъ обратилъ вниманіе на большое содержаніе въ почвахъ солей глинозема и предположилъ, что реакція идетъ на счетъ водныхъ сложныхъ солей кремнекислаго глинозема съ другими кремнекислыми основаніями, — солей, сходныхъ съ цеолитами. Для провѣрки своего взгляда, Уэ приготовилъ искусственнымъ путемъ подобную соль, приливая къ раствору кремнекислаго натра (растворимое натровое стекло), глиноземныхъ квасцовъ и отфильтровывая осадокъ; дѣйствуя на него растворомъ азотнокислаго кали, онъ замѣтилъ то же отношеніе, что и въ почвѣ: натрій искусственнаго цеолита обмѣнивался мѣстомъ съ калиемъ. Далѣе Уэ приготовилъ известковый цеолитъ (реакціей взаимнаго обмѣна изъ первоначально полученнаго) и, цѣдя черезъ него амміачныя соли, констатировалъ поглощеніе амміака, какъ и въ почвѣ. Опыты, такимъ образомъ, подтверждали его взглядъ, и Уэ объяснилъ всѣ явленія поглотительной способности почвъ присутствіемъ въ нихъ цеолитной части.

○ На изслѣдованія Уэ было обращено мало вниманія, хотя они касались столь важнаго вопроса, какъ сохраненіе въ почвѣ въ нерастворимомъ состояніи важныхъ для растенія питательныхъ веществъ (напр., кали, амміака, фосфорной кислоты). Только въ 1858 г. Либихъ *) снова поднялъ вопросъ о поглотительной способности почвъ. Въ статьѣ, озаглавленной „о нѣкоторыхъ свойствахъ почвеннаго слоя“, имъ приведены весьма многіе опыты съ разнообразными почвами, касающіеся ихъ поглотительной способности. Подвергнувъ еще въ 1855 году сомнѣнію и довольно живой критикѣ объясненіе Уэ, главнымъ основаніемъ къ чему послужилъ тотъ фактъ, что почва поглощаетъ свободные амміакъ и кали изъ водныхъ растворовъ, а цеолиты приготовленные Уэ не поглощаютъ**), Либихъ еще въ то время замѣтно склонился къ отрицанію объясненія поглотительной способности почвъ помощію химическихъ реакцій какой-либо изъ составныхъ частей почвъ. Въ статьѣ же „о нѣкоторыхъ свойствахъ почвеннаго слоя“ прямо

*) Annalen der Chemie und Pharmacie, 1858 г., CV, 109.

**) Этотъ вопросъ будетъ разъясненъ нѣсколько далѣе.

уже рѣшается вопросъ: зависитъ ли поглотительная способность почвъ отъ ихъ состава, или нѣтъ. Сообразно поставленной задачѣ, Либихъ подвергалъ опытамъ разнообразныя почвы и, процеживая чрезъ нихъ слабыя растворы калийныхъ солей, констатировалъ почти полное поглощеніе изъ раствора кали, такъ что составъ почвъ оказывался не вліяющимъ на поглощеніе. Такъ, наприм., процеживая чрезъ 300 СС почвы двойной объемъ раствора сѣрноокислаго кали, содержащаго въ литрѣ 541 миллиграмовъ K_2O , Либихъ для разныхъ почвъ, при однократномъ процеживаніи, нашелъ слѣдующее:

Глинистая почва изъ Венгріи	поглотила	535,4	mg	K_2O
Почва изъ сада, богатая известью	"	525	"	"
Глинистая почва изъ Богенгаузена	"	518	"	"

Т.-е., несмотря на различный составъ почвы, происходило почти полное, а потому (по Либиху) одинаковое поглощеніе кали; вмѣсто кали въ стекающемъ съ почвы растворѣ находились въ соединеніи съ сѣрною кислотой известь и другія основанія.

Другой методъ, примѣненный Либихомъ для рѣшенія поставленнаго имъ вопроса, былъ слѣдующій: къ отмѣренному количеству почвы приливался до тѣхъ поръ слабый растворъ кремнекислаго кали известной концентраціи, пока при взбалтываніи и при стояніи жидкость сохраняла слабо щелочную реакцію (растворъ кремнекислаго кали имѣетъ щелочную реакцію). Отсюда опредѣлялось, сколько почва поглотила кали. Для разныхъ почвъ найдены при этомъ различныя величины. Такъ наприм.:

1000 СС одного образца глин. почвы изъ Венгріи	поглотили	3,377	гр.	K_2O
1000 СС другого " " " " " "	"	3,177	"	"
1000 СС садовой почвы (32,2% $CaCO_3$)	"	2,344	"	"
1000 СС известковой почвы изъ Гаванны сѣраго цвѣта	"	1,360	"	"
1000 СС " " " " желтаго цвѣта	"	1,251	"	"
1000 СС " " " " краснаго цвѣта	"	2,266	"	"
1000 СС глинистой почвы Богенгаузена	"	2,366	"	"

Въ первомъ методѣ *избыткомъ* почвы поглощалось почти все кали изъ раствора, а потому поглощеніе казалось одинаковымъ. Здѣсь же оказалось, что разныя почвы могутъ принимать въ себя различныя количества кали. Но Либихъ, тѣмъ

не менѣе, отрицаетъ и въ этомъ случаѣ вліяніе химическаго состава почвъ на ихъ поглотительныя свойства. Онъ дѣлаетъ слѣдующее сопоставленіе нѣкоторыхъ изъ приведенныхъ данныхъ:

1000 СС почвы Богенгаузена	садовой	изъ Гаванны (красной)
содержали 6,6%	32,2%	57% углекис. изв.
поглотили 2366 миллигр.	2344 миллигр.	2266 миллигр. кали.

и замѣчаетъ, что если бы поглотительная способность почвъ стояла въ зависимости отъ количества силиката содержащаго глиноземъ, то съ повыше- ніемъ содержанія въ почвахъ извести и съ уменьшеніемъ глинозема должна была бы понижаться, а съ повышеніемъ содержанія глины увеличиваться. Приведенные примѣры этого не показываютъ. Почва Богенгаузена такъ богата глиной, что употребляется для дѣланія кирпичей, а почва Гаванны представляетъ типъ сухой известковой почвы. Такимъ не менѣе поглотительная способность той и другой весьма близки. Результаты вегетальныхъ опытовъ не были подвергнуты обсужденію, хотя богатая глиною, венгерскія почвы въ отношеніи поглощенія представляли достойное вниманія отступленіе.

Либихъ говоритъ:

„Еслибы поглощеніе почвами кали было чисто-химическимъ процессомъ, то оно стояло бы въ зависимости отъ какого-либо химическаго соединенія, въ почвахъ находящагося, и количество поглощенной щелочи должно было бы находиться въ соотношеніи съ количествомъ этого соединенія“. Такъ какъ этого, по Либиху, не замѣчается, то онъ, отрицая связь между химическимъ составомъ почвъ и ихъ поглощеніемъ, сравниваетъ поглотительную способность почвъ со свойствомъ угля поглощать изъ растворовъ красящія, пахучія и т. п. вещества и говоритъ: „Это свойство принадлежитъ, какъ въ углѣ, поверхности частичекъ; притяженіе это называется физическимъ притяженіемъ, потому что вещества, отсѣвшія на поверхности частичекъ, не вступаютъ съ ними въ химическое соединеніе,—они вполне сохраняютъ свой химическій составъ и свойства“. Но при поглощеніи почвою основаній изъ солей происходятъ, какъ мы видѣли, реакціи взаимнаго обмѣна; Либихъ по этому поводу выска-

зывается такъ: „почвами поглощаются не соли, а основанія изъ солей, наприм. кали изъ сѣрноокислаго кали, и, вѣроятно, этого поглощенія основаній изъ солей не происходило бы, еслибы соль не встрѣчала въ почвѣ веществъ (известь, магнезія и т. п.), могущихъ соединиться съ кислотой соли и замѣстить кали“.

Итакъ, мы имѣемъ передъ собою два взгляда на причины поглотительной способности почвъ: взглядъ Уэ, который по своей сущности является зачаткомъ объясненія поглотительной способности почвъ причинами химическаго характера, и взглядъ Либиха, сводящій это свойство почвъ на способность многихъ пористыхъ и мелко раздробленныхъ тѣлъ, наприм. угля, поглощать изъ растворовъ нѣкоторыя вещества и удерживать ихъ въ себѣ въ нерастворимомъ состояніи, но безъ измѣненія ихъ химической природы. На борьбѣ этихъ двухъ взглядовъ и выработалось все ученіе о поглотительной способности почвъ. Но, прежде чѣмъ перейти къ изложенію главныхъ пунктовъ дальнѣйшаго развитія ученія о поглощеніи, остановимся нѣсколько на вопросѣ—имѣли ли Либихъ достаточно вѣскія основанія для высказаннаго имъ взгляда.

Хотя тѣ почвы, съ которыми Либихъ производилъ опыты, имѣли разнообразный составъ, но это не исключало возможности присутствія въ нихъ нѣкоторыхъ [общихъ химически дѣятельныхъ въ отношеніи къ поглощенію соединений, хотя бы и въ малыхъ количествахъ. Изъ опытовъ Либиха слѣдуетъ, что количественная сторона поглощенія вообще мала; 1000 СС почвы вѣсятъ около килограмма; поглощенное же этимъ вѣсомъ почвы кали не превышало 3,377 гр., и было обыкновенно менѣе. Почва въ главной своей массѣ могла быть глинистою, или известковою, или песчаною, но рядомъ съ пескомъ и углекислою известью могли находиться и вещества играющія химическую роль при поглощеніи.—Одинаковость поглощенія почвами кали, при процѣживаніи чрезъ нихъ раствора сѣрноокислаго кали, также нисколько не говоритъ въ пользу физическаго притяженія, потому что, въ приведенныхъ опытахъ одинаковость поглощенія являлась слѣдствіемъ почти полнаго извлеченія почвою кали изъ раствора. Последнее происходило отъ того, что въ данномъ слу-

не химическаго
йства. Онъ дѣ-
изъ приведен.

Гаваны (красной)
углекис. изв.
миллигр. кали.

обность почвъ
тащаго глино-
хъ извести и
понижаться, а
аться. Приве-
а Богенгаузе-
дѣланія кир-
сухой извест-
способности
льныхъ опы-
богатыхъ гли-
ни представ-

исто-химиче-
исимости отъ
тъ находяща-
о было бы на-
соединенія“.
ю онъ, отри-
и ихъ погло-
ость почвъ со
расящія, па-
тво принад-
; притяженіе
ому что ве-
е вступаютъ
; сохраняютъ
поглощеніи
мы видѣли,
воду выска-

чаѣ, т.-е. при весьма разбавленномъ растворѣ соли, былъ примененъ методъ процѣживанія. Надо замѣтить, что для изслѣдованія поглотительной способности почвъ примѣняютъ два метода: методъ процѣживанія и методъ взбалтыванія; послѣдній состоитъ въ томъ, что почву взбалтываютъ въ колбѣ нѣсколько разъ въ продолженіе сутокъ или долѣе съ растворомъ соли, даютъ отстояться, часть жидкости отцѣживаютъ и, анализируя ее и дѣлая соответствующій расчетъ, опредѣляютъ тѣ измѣненія, которыя въ ней произошли отъ соприкосновенія съ почвою. При этомъ методѣ, слѣдовательно, соли, происходяція при процессѣ поглощенія вслѣдствіе реакціи взаимнаго обмѣна, остаются въ прикосновеніи съ почвою и ограничиваютъ своимъ присутствіемъ поглощеніе почвою основанія изъ первоначально взятой соли. Если, наприм., почву взбалтывать съ растворомъ хлористаго калия, то образуется частію хлористый кальцій, и присутствіе этой соли останавливаетъ дальнѣйшее поглощеніе почвою калия изъ хлористаго калия, потому что почва способна поглощать не только калий, но и кальцій, выдѣляя изъ себя въ растворъ калий. Но если хлористый кальцій, по мѣрѣ его образованія, будетъ устраняемъ отъ дѣйствія на почву, то первая реакція будетъ въ состояніи подвинуться далѣе. При методѣ процѣживанія, образующіяся двойнымъ разложеніемъ соли стекаютъ съ почвы, и приливаемый растворъ соли, при дѣйствіи его на почву, не встрѣчаетъ ограничительнаго вліянія другихъ солей во всемъ ихъ размѣрѣ, а потому въ этомъ случаѣ надо ожидать болѣе полнаго поглощенія. Этотъ методъ процѣживанія, примененный Либихомъ, менѣе удобенъ для сужденія о процессѣ поглощенія, чѣмъ методъ взбалтыванія, и дальнѣйшими изслѣдователями примѣнялся только послѣдній.

Наконецъ, надо замѣтить, что хотя Либихъ сравниваетъ поглотительную способность почвъ со свойствомъ угля поглощать изъ растворовъ нѣкоторыя вещества, но общаго между этими двумя явленіями весьма мало. Правда, не только уголь, но и другія вещества, находящіяся въ студенистомъ состояніи или въ состояніи мелкаго раздробленія, какъ наприм. оловянная кислота, глиноземъ, сѣра и т. п., способны переводить въ нерастворимое состояніе нѣкоторыя

творѣ соли, былъ амѣтитъ, что для очвѣ примѣняютъ взбалтыванія; погтываютъ въ колли долѣе съ раскости отцѣживающую разсчетъ, і произошли отъ дѣ, слѣдовательщенія вслѣдствіе прикосновеніи съ іемъ поглощеніе і соли. Если, налористаго калия, присутствіе этой іе почвою калияобна поглощать себя въ растворъ зго образованія, то первая реакПри методѣ проіемъ соли ете-соли, при дѣйгельнаго вліянія отому въ этомъ енія. Этотъ меменѣе удобенъ етодѣ взбалтмѣнялся только

ь сравниваетъ вомъ угля по ва, но общаго равда, не толься въ студенидробленія, какъ и т. п., споніе нѣкоторые

растворимыя соединенія, поглощая ихъ, но всѣ эти соединенія или сложны, или заключаютъ элементы съ [высокимъ атомнымъ вѣсомъ. Тагъ углемъ и другими сходными съ нимъ въ этомъ отношеніи веществами поглощаются красящія, дубильныя и т. п. вещества, или соли ртути, свинца и т. п., но соли щелочныхъ металловъ чистымъ углемъ не поглощаются. Адольфъ Майеръ приводилъ въ прикосновеніе сажу, свободную отъ минеральныхъ примѣсей, съ растворами солей хлористаго калия, сѣрнокислаго кали, фосфорнокислаго натра и т. п., и поглощенія не замѣтилъ. Такимъ образомъ, опыты Либиха не заключаютъ въ себѣ данныхъ, достаточныхъ для устранения того взгляда на причины поглотительной способности почвъ, представителемъ котораго слѣдуетъ считать Уэ, и не оправдываютъ выставленія новой гипотезы, отрицающей объясненіе этого свойства почвъ причинами химическаго характера. Возникновеніе же возрѣній Либиха на поглотительную способность почвъ было вызвано въ немъ двумя обстоятельствами: вопервыхъ, тѣмъ, что Уэ объяснялъ это свойство почвъ только присутствіемъ въ нихъ цеолитовъ, существованіе же послѣднихъ въ почвахъ являлось въ то время гипотезой, лишенною основаній, а вовторыхъ тѣмъ, что съ этою гипотезою стояло въ полномъ противорѣчій поглощеніе почвою свободныхъ щелочей и амміака.

Но заслуга Либиха въ этомъ вопросѣ состояла въ томъ, что онъ съ полною ясностію выставилъ всѣ слѣдствія поглотительной способности почвъ. Раньше, на примѣръ, думали, что растеніе черпаетъ минеральную пищу только изъ растворовъ солей, циркулирующихъ въ почвѣ; Либихъ же, принимая во вниманіе крайне малую растворимость въ водѣ веществъ поглощенныхъ почвою, вывелъ отсюда, что растенія должны обладать способностью отнимать необходимыя минеральныя части непосредственно отъ твердыхъ частицъ почвы кислыми выдѣленіями своихъ корней, и особые опыты дѣйствительно показали, что корни растеній обладаютъ этимъ свойствомъ *). Въ настоящее время, какъ извѣстно, вопросъ о способѣ воспріятія минеральной пищи

*) Конечно, и въ почвахъ никогда не получавшихъ удобренія, часть веществъ должна находиться въ поглощенномъ состояніи.

растениями получили срединное рѣшеніе: въ почвахъ часть питательнаго матеріала растеніе воспринимаетъ изъ растворовъ, часть—непосредственно изъ твердыхъ частицъ почвы; способность растений извлекать пищу изъ твердой и жидкой среды съ ясностью доказывается водными культурами, при которыхъ фосфорная кислота вводится въ видѣ нерастворимаго фосфорнокислаго желѣза.

Исслѣдованіе Либиха обратило всеобщее вниманіе на поглотительную способность почвъ и вызвало дальнѣйшую разработку этого вопроса. Требовалось прежде всего, для сужденія о процессѣ поглощенія, умножить фактической матеріалъ и прослѣдить этотъ процессъ при разныхъ условіяхъ. Въ этомъ отношеніи много сдѣлано Геннебергомъ, Стоманомъ *), а также Петерсомъ **). Они исслѣдовали отношеніе къ почвѣ калийныхъ, натровыхъ и амміачныхъ солей по методу взбалтыванія и при разныхъ условіяхъ относительно времени, температуры, концентраціи и количества растворовъ. Вотъ главные результаты общаго характера, къ которымъ они пришли:

1. При взбалтываніи почвы съ растворами солей, не заключающихъ кислотъ, поглощаемыхъ почвою, часть основаній поглощается, а вмѣсто нихъ выдѣляются новыя (главнымъ образомъ известь) въ эквивалентныхъ количествахъ. Разныя почвы, при прочихъ равныхъ условіяхъ, показываютъ различное поглощеніе. Количество основанія, поглощеннаго почвою, кромѣ того, зависитъ:

а) Отъ природы основанія и кислоты, съ нимъ соединенной: такъ, вообще кали поглощается болѣе натра; изъ азотнокислаго кали поглощалось болѣе кали, чѣмъ изъ хлористаго калия.

б) Отъ концентраціи раствора. Чѣмъ крѣпче растворъ, тѣмъ болѣе основанія, при прочихъ равныхъ условіяхъ, поглощается почвою; но слабые растворы истощаются почвою болѣе, чѣмъ крѣпкіе. Такъ, если имѣемъ двѣ равныя порціи растворовъ, изъ которыхъ въ одномъ заключается въ видѣ соли на 1.000 гр. воды — 5 гр. NH_3 , а въ другомъ — 10 гр.

*) Ann. d. Chem. et Pharm. 107, стр. 152.

**) Versuchsstat. 2, 113.

NH³, то истощение этих растворов почвою будетъ не одинаково: если почва поглотитъ изъ перваго раствора 50% амміака, то изъ втораго она поглотитъ менѣе 50%.

с) Отъ количества раствора. Увеличение количества раствора увеличиваетъ поглощение, но оно растетъ не пропорціонально увеличенію количества раствора, а менѣе быстро: наприм., изъ 250, 500 и 1000 СС раствора хлористаго калия, содержащаго въ литрѣ $\frac{1}{10}$ часть въ граммахъ KCl, почва поглотила кали въ отношеніи 1 : 1,266 : 1,475, а не въ отношеніи 1 : 2 : 4.

д) Отъ времени. Чѣмъ болѣе растворъ остается въ прикосновеніи съ почвою, тѣмъ болѣе основанія переходить въ почву. Зависимость эта, впрочемъ, выражается не особенно рѣзко; такъ, въ одномъ изъ опытовъ изъ раствора калийной соли почва поглотила:

въ $\frac{1}{4}$ часа	0,1417 К ² О
" 2 " 	0,1648 "
" 24 " 	0,1990 "
" 14 дней	0,2034 "

е) Отъ температуры. Чѣмъ она выше, тѣмъ скорѣе идетъ поглощеніе. Эта сторона вопроса, впрочемъ, мало разработана.

2. Основанія, поглощенные почвою, снова могутъ переходить въ растворъ:

а) при содѣйствіи воды. Въ [этомъ случаѣ изъ почвы въ растворъ переходитъ крайне мало: такъ, наприм., почва поглотила 0,1937 К²О, послѣ промыванія въ ней осталось 0,1213; расчетъ показалъ, что при этомъ 1 часть К²О потребовала для растворенія 36000 частей воды.

б) При дѣйствіи растворовъ солей. Здѣсь наступаетъ реакція взаимнаго обмѣна, и количество основанія, переходящаго въ растворъ, дѣлается значительнѣе и сопровождается поглощеніемъ основанія соли, бывшей въ растворѣ.

с) При дѣйствіи кислотъ. Здѣсь разлагается большая часть тѣхъ соединений, въ формѣ которыхъ основанія находились въ почвѣ въ поглощенномъ состояніи, а потому основанія почти цѣликомъ растворяются.

3. Изъ кислотъ не задерживаются почвой соляная, сѣрная

и азотная, такъ что растворы солей этихъ кислотъ въ прикосновеніи съ почвою мѣняютъ только часть основанія; поглощаются— фосфорная, кремневая и углекислота, такъ что изъ солей этихъ послѣднихъ кислотъ поглощаются разомъ и основаніе и кислота; изъ почвы въ этомъ случаѣ въ растворъ не переходитъ другаго основанія, взамѣнъ поглощеннаго, и реакція поглощенія не ограничивается присутствіемъ вновь образующейся соли; поэтому кали изъ фосфорнокислаго кали поглощается болѣе, чѣмъ изъ солей, образованныхъ кислотами, не поглощаемыми почвою. Вопросъ о причинахъ поглощенія кислотъ почвою будетъ разобранъ далѣе.

Замѣчательно, что разсмотрѣнные опыты привели названныхъ изслѣдователей къ тому выводу, что поглотительная способность почвы не можетъ быть объяснена химическими причинами, хотя зависимость поглощенія отъ количества растворовъ, времени, температуры и т. д.,—вполнѣ аналогична зависимости множества химическихъ реакцій отъ тѣхъ же условій (наприм. реакція сѣрнокислаго барита съ углекислымъ кали въ растворѣ, условія образованія сложныхъ эфировъ и т. п.). Но, по мнѣнію Петерса, напримѣръ, тотъ фактъ, что количество поглощеннаго почвою кали мѣняется, при прочихъ равныхъ условіяхъ, отъ количества раствора и отъ концентраціи его, не позволяетъ допустить химическое участіе силикатовъ въ процессахъ поглощенія. Изслѣдователи, очевидно, имѣли въ виду только реакціи идущія до конца, не ограниченныя предѣломъ, тѣ, которыя примѣняются, наприм., при титрованіи, и игнорировали другія категоріи реакцій. Правда, Петерсомъ, въ подтвержденіе того мнѣнія, что почва при поглощеніи дѣйствуетъ подобно углю, приводится опытъ поглощенія калия изъ хлористаго калия древеснымъ углемъ, промытымъ азотною кислотою, но при этомъ оказалось, что въ растворѣ вмѣсто калия переходилъ кальцій, значитъ поглощеніе, шло на счетъ реакціи взаимнаго обмѣна хлористаго калия съ зольными частями угля, не увлекаемыми азотною кислотою. Приведенный ранѣе опытъ А. Майера показалъ, что сажа, не заключающая золы, не поглощаетъ калия изъ раствора хлористаго калия. Позволительно думать, что авторитетъ Либиха вліялъ на заключенія названныхъ изслѣдователей, хотя опыты его были произведе-

хъ кислотъ въ при-
асть основанія; по-
текислота, такъ что
пощаются разомъ и
случаѣ въ растворъ
нъ поглощенного, и
присутствіемъ вновь
сфторноислаго кали
образованныхъ ки-
прось о причинахъ
бранъ далѣе.

иты привели назван-
что поглотительная
яснена химическими
ія отъ количества
д.,—вполнѣ анало-
тъ реакцій отъ тѣхъ
го барита съ угле-
азованія сложныхъ
а, напримѣръ, тотъ
вою кали мѣняется,
ичества раствора и
пустить химическое
ценія. Исслѣдовате-
и идущія до конца,
рныя примѣняются,
ли другія категоріи
жденіе того мѣнія,
одобно углю, приво-
стаго калия древес-
ую, но при этомъ
ія переходилъ каль-
реакции взаимнаго
астями угля, не из-
енный ранѣе опытъ
лючающая зола, не
аго калия. Позволи-
зпѣялъ на заключенія
его были произведе-

ны въ иныхъ условіяхъ, менѣе благоприятныхъ для пра-
вильнаго рѣшенія вопроса, чѣмъ опыты только-что приве-
денные.

Послѣ работъ Петерса, Геннеберга и Стомана, самымъ вы-
дающимся моментомъ въ исторіи изученія поглотительной
способности почвы были исслѣдованія Раутенберга *). Цѣль
его была узнать, поглощаетъ ли почва соли и основанія всею
своей массой, или же на счетъ какихъ-либо входящихъ въ
ея составъ соединений. Исслѣдованіе, значитъ, должно было
доставить данныя для сужденія о правильности объясненій
Либиха. Раутенбергъ испытывалъ поглотительную способ-
ность отдѣльно каждой изъ слѣдующихъ составныхъ частей
почвы: каолина, песка, углекислой извести, гумуса и кромѣ
того, окиси желѣза и глинозема (содержаніе окиси желѣза въ
нѣкоторыхъ почвахъ весьма значительно; присутствіе же
свободнаго глинозема въ почвахъ не можетъ быть съ ясно-
стію доказано). Всѣ эти вещества были взяты въ возможно
чистомъ видѣ.

Исслѣдованія привели къ выводу, что всѣ названныя со-
ставныя части почвъ или не обнаруживаютъ вовсе поглоти-
тельной способности относительно растворовъ солей, или же
обнаруживаютъ въ крайне малой степени. Раутенбергъ от-
носитъ послѣднее обстоятельство на счетъ примѣсей быв-
шихъ въ веществахъ подвергнутыхъ имъ опытамъ. Гумусъ
показалъ сравнительно большую способность поглощенія, но
онъ имѣлъ кислую реакцію, почему и былъ обработанъ
сперва известью, что повліяло на увеличеніе его поглотитель-
ной способности. Вообще же поглотительная способность
каолина, песка, окиси желѣза, глинозема и кислаго гумуса
относительно солей оказалась столь малою, что Раутенбергъ
не приводитъ даже и чиселъ. Что же касается щелочей (ѣд-
кое кали, амміакъ и др.), то ихъ поглощеніе было болѣе
значительно (каолинъ и здѣсь, впрочемъ, почти не показы-
валъ поглощенія). Такъ, окись желѣза при взбалтываніи съ
титрованными щелочными растворами замѣтно понижала ихъ
титръ (это зависитъ отъ ея способности давать со щелоча-
ми непрочныя, легко разлагаемыя водою соединенія). Замѣ-

*) Chem. Centralblatt. 1863. 162,

чено также было значительное поглощение аммиака гумусомъ. Какъ бы то ни было, но, повторяемъ, поглощение основанийъ изъ солей помянутыми веществами столь незначительно, что Раутенбергъ прямо принялъ отрицательный выводъ *).

Въ числѣ изслѣдованныхъ Раутенбергомъ веществъ былъ каолинъ, но не было глины. Въ почвахъ же заключается именно послѣдняя; въ ней-то и присутствуютъ сложные водные силикаты—цеолитная часть почвъ. Еще Фелькеръ въ работѣ, появившейся одновременно съ изслѣдованіемъ Либиха, показалъ, что чѣмъ болѣе почва содержитъ глины, тѣмъ болѣе она обладаетъ поглонительною способностью. Указаніе на это имѣется и въ вышеприведенныхъ опытахъ Либиха. Имѣя все это въ виду, Раутенбергъ изслѣдовалъ [поглощеніе глины, носящей название болюса. Это особый родъ глины, содержащей окись желѣза и богатой водными силикатами, легко разлагаемыми кислотами, напр. соляною кислотой. Поглонительная способность болюса оказалась весьма значительною, и, зная, что каолинъ ею не обладаетъ, Раутенбергъ заключилъ, что она въ данномъ случаѣ зависѣла отъ содержанія въ болюсѣ водныхъ силикатовъ; чтобы подтвердить свой взглядъ, онъ обработалъ болюсъ слабой соляною кисло-

*) Въ химіи давно извѣстенъ тотъ фактъ, что осадки, обладающіе коллоидальными свойствами, наприм., кремневая кислота, окись желѣза, глиноземъ и т. п. съ большимъ трудомъ освобождаются промываніемъ отъ солей, которыя они задержали. Но обыкновенно количество соли задерживаемой осадкомъ стоитъ въ тѣсной зависимости отъ воды въ немъ заключающейся, такъ-что эта вода играетъ какъ бы роль растворителя и процентное содержаніе соли въ водѣ коллоида стремится приблизиться къ окончательному содержанію соли въ растворѣ, съ которымъ коллоидъ приведенъ въ прикосновеніе. Задержанная соль можетъ вступать въ реакціи взаимнаго обмѣна съ солями находящимися въ растворѣ, а также и вытѣсняться ими. Беммеленъ (Versuchs Stationen. 1888, 69) относитъ къ этой же категоріи явленій и поглощеніе основанийъ, наприм., кали коллоидами съ кислотнымъ характеромъ, наприм., кремневой кислотой, гумусомъ и т. п. Но нѣтъ доказательствъ тому, чтобы при этомъ не происходило химическаго дѣйствія основанія на соль. Послѣднее, напротивъ того, является въ подобныхъ случаяхъ весьма вѣроятнымъ. Кремневая к., наприм., поглощая кали, не поглощаетъ аммиака, съ которымъ, какъ извѣстно, не соединяется. Что же касается до значенія для поглонительной способности почвъ реакцій обмѣна происходящихъ между солями задержанными коллоидами почвы и находящимися въ растворѣ, то размѣръ этихъ явленій весьма малъ и ими далеко не могутъ быть объяснены поглонительныя свойства почвъ, во всемъ ихъ количественномъ объемѣ.

аммиака гумусомъ.
поглощеніе основаній
значительно, что
и выводъ *).

тѣ веществъ былъ
же заключается
ютъ сложные вод-
Фелькеръ въ ра-
ованіемъ Либиха,
лины, тѣмъ боль-
ностью. Указаніе
опытахъ Либиха.
оказалъ [поглощеніе
быи родъ глины,
ыми силикатами,
ую кислотой. По-
въ весьма значи-
тъ, Раутенбергъ
исѣла отъ содер-
обы подтвердить
и соляною кисло-

обладающіе коллоидаль-
база, глиноземъ и т. п.
лей, которыя они за-
и осадкомъ стоятъ въ
что эта вода играетъ
ли въ водѣ коллоиды
ли въ растворѣ, съ
ная соль можетъ всту-
и въ растворѣ, а так-
888, 69) относятъ къ
, какъ коллоидами съ
гумусомъ и т. п. Но
ло химическаго дѣй-
ся въ подобныхъ слу-
щала кали, не погло-
ся. Что же касается
и обмѣна происходя-
аходящимися въ рас-
теко не могутъ быть
иественномъ объемѣ.

той, послѣ чего поглотительная способность его сильно упа-
ла. Съ тою же цѣлью Раутенбергъ приготавливалъ смѣсь као-
лина съ искусственными цеолитами и испытывалъ ея [погло-
тительную способность. Эта смѣсь была получена слѣдую-
щимъ образомъ: приливая растворы хлористаго кальция и
хлористаго алюминія къ каолину, взмученному въ водѣ, и
затѣмъ прибавляя къ жидкости растворимаго стекла, Раутен-
бергъ получилъ осадокъ, содержащій каолинъ и цеолитъ, и
показывавшій большую способность къ поглощенію. Для срав-
ненія приводимъ ниже числа, показывающія поглотительную
способность болюса и помянутаго осадка: 300 С. С. раство-
ра NH^4Cl заключали $0,2313$ гр.— NH^3 , а послѣ взбалтыва-
нія съ болюсомъ (150 гр.) и оставленіи въ покоѣ, оказа-
лось поглощеннымъ $0,1135$ гр. NH^3 . Изъ того же объема
 NH^4Cl съ содержаніемъ $\text{NH}^3=1,0194$ гр. по взбалтываніи съ
100 гр. каолина съ 24% цеолитной части—поглощено $0,3279$
гр. NH^3 .

Отсюда видимъ, что въ обоихъ случаяхъ происходитъ почти
одинаковое поглощеніе (приблиз. $\frac{1}{2}$).

Только-что изложенные факты заставили Раутенберга обра-
тить вниманіе на гипотезу Уэ о зависимости поглотительной
способности почвъ отъ ихъ цеолитной части и допустить воз-
можность существованія въ почвахъ соединений, подобныхъ
цеолитамъ. Такимъ образомъ, гипотеза Уэ, отвергнутая Ли-
бихомъ, снова была выдвинута на сцену.

Взгляды Уэ и Раутенберга нашли себѣ подтвержденіе въ
опытахъ Эйхгорна *) (62—63 г.) и Лемберга **) (77 г.). Пер-
вый изслѣдовалъ реакціи обмѣна естественныхъ цеолитовъ,
между прочимъ шабазита. Измельчивъ послѣдній въ тонкій
порошокъ, онъ обливалъ его растворомъ соли, поглощеніе
основанія которой изслѣдовалось, и взбалтывалъ смѣсь, остав-
ляя затѣмъ стоять. Порошокъ минерала анализировался до
опыта и послѣ него. Въ томъ случаѣ, когда былъ взятъ хло-
ристый аммоній, получались слѣдующіе результаты:

*) Poggend Annal. CV, 126.

**) Ueber Silicatumwandlungen, Dorpat, 1877 г.

Шабазитъ содержаль до опыта.		Послѣ опыта.	
47, ₄	SiO ₂	51, ₃	
20, ₇	Al ₂ O ₃	22, ₂	
10, ₄	CaO	4, ₂	
1, ₀	K ₂ O	0, ₆	
	Na ₂ O		
—	(NH ₄) ₂ O	6, ₉	
20, ₀	H ₂ O	14, ₉	

Въ шабазитѣ происходило, слѣдовательно, уменьшеніе со-
 держанія извести и щелочей и эквивалентное ихъ замѣщеніе
 аммоніемъ (разсчетъ на окись). Опыты съ другими солями
 щелочей показывали всегда поглощеніе части основанія изъ
 раствора и переходъ въ растворъ извести. Эти опыты пока-
 зали, такимъ образомъ, способность естественныхъ цеоли-
 товъ вступать въ реакціи взаимнаго обмѣна съ переводомъ
 щелочей въ нерастворимое состояніе, т.-е. указали на спо-
 собность ихъ къ процессу, сходному во всемъ съ процес-
 сомъ поглотительной способности почвъ. Замѣчено было,
 кромѣ того, что цеолиты, выдѣлившіе воду при прокалива-
 ній, почти теряютъ свою поглотительную способность, и что
 поглотительная способность почвъ послѣ прокаливанія также
 весьма сильно понижается. Многочисленные и разнообраз-
 ные опыты Лемберга надъ способностью естественныхъ и
 искусственныхъ цеолитовъ вступать въ реакціи взаимнаго
 обмѣна показали весьма далеко идущую аналогію между хо-
 домъ этихъ реакцій и явленій поглощенія почвами. Такъ, на-
 примѣръ, оказалось, что натровый цеолитъ гораздо легче
 вступаетъ въ обмѣнъ съ растворимыми солями калия, чѣмъ
 калийный цеолитъ съ солями натрія, т.-е. здѣсь замѣчается
 аналогія съ тѣмъ свойствомъ почвъ, что онѣ энергичнѣе за-
 держиваютъ въ поглощенномъ состояніи калий, чѣмъ натрій.
 Лембергомъ же было указано на то, что если цеолиты под-
 вергаются дѣйствию воды содержащей углекислоту, то они
 теряютъ часть основаній въ видѣ углекислыхъ солей, а оста-
 токъ цеолита пріобрѣтаетъ способность поглощать, перево-
 дя въ нерастворимое состояніе, свободныя щелочи и амміакъ
 изъ растворовъ. Эта способность кислыхъ цеолитовъ долж-

на быть принята въ расчетъ при разсмотрѣннн указаннаго явленія, къ которому мнѣ придется еще возвратиться.

Хотя совокупность всего приведеннаго сильно говоритъ за несостоятельность Либиховскаго объясненія поглощенія, но къ этому объясненію прибѣгали въ случаяхъ кажущейся невозможности объяснить явленія, замѣченныя при поглощеніи, причинами химическаго характера. Въ этомъ отношеніи поучительно изслѣдованіе Гейдена *), въ которомъ онъ, не разъяснивъ должнымъ образомъ дѣла, успѣшилъ высказаться за взглядъ Либиха, а впоследствии отчасти самъ, отчасти другіе изслѣдователи доставили данныя къ разъясненію вопроса, причемъ потребность въ гипотезѣ Либиха устранилась сама собою. Я не буду останавливаться на попыткахъ Гейдена доказать присутствіе цеолитной части въ почвахъ, потому что эти попытки не привели къ цѣли, а перейду къ той части работы его, которая представляетъ интересъ въ указанномъ выше смыслѣ. Опредѣливъ поглотительную способность изслѣдованныхъ имъ почвъ относительно раствора хлористаго калия, Гейденъ показалъ, что прибавленіе къ почвамъ искусственныхъ цеолитовъ повышаетъ ихъ поглощательную способность, а обработка почвъ соляною кислотою понижаетъ ее, но не уничтожаетъ вовсе. Полагая, что оставшаяся отъ разложенія цеолитной части почвъ кремневая кислота дѣйствуетъ при поглощеніи, Гейденъ извлекалъ ее изъ почвъ, обработанныхъ соляною кислотою — кипяченіемъ съ крѣпкимъ растворомъ углекислаго натра. Кремневая кислота, конечно, переходила въ растворъ, но почва послѣ кипяченія съ углекислымъ натромъ стала показывать большее поглощеніе, чѣмъ до кипяченія. Гейденъ приписалъ это явленіе механическому размельченію почвы при кипяченіи и объяснилъ дѣло въ смыслѣ гипотезы Либиха, но кипяченіе съ крѣпкимъ растворомъ углекислаго натра должно было сильно измѣнить почву въ химическомъ отношеніи. Впервыхъ, та часть цеолитовъ, которая осталась въ почвѣ неразложенною, обмѣнила часть основаній на натрій, а натріевые цеолиты съ особенною легкостью обмѣниваютъ натрій на калий подъ вліяніемъ калиевыхъ солей, слѣдов., и хлористаго калия,

*) Annalen d. Landwirthschaft 43, 310.

съ которымъ экспериментировалъ Гейденъ; а въ вторыхъ, при обработкѣ почвы соляною кислотою, часть цеолитовъ могла не разложиться, а только потерять часть оснований, которая возмѣстилась натріемъ при послѣдующемъ кипяченіи почвы съ углекислымъ натромъ. Здѣсь, слѣдовательно, дѣло опять сводится къ образованію натровыхъ цеолитовъ, легко вступающихъ въ реакцію обмѣна съ калийными солями. Беммеленъ *), дѣйствительно, показалъ, что послѣ кипяченія съ углекислымъ натромъ почва обогащается натріемъ и легко отдаетъ его въ видѣ хлористаго натрія при дѣйствіи на почву растворовъ хлористаго калия. Такимъ образомъ, на этомъ примѣрѣ мы видимъ, что объясненіе явленій поглотительной способности почвъ химическими причинами выдерживаетъ пробу [даже въ такихъ запутанныхъ случаяхъ, какъ приведенный] выше.

До сихъ поръ мы рассматривали причины поглощенія оснований почвою и видѣли, что вся совокупность обстоятельствъ ведетъ къ принятію существованія въ почвахъ хотя небольшой въ количественномъ отношеніи, но химически дѣятельной цеолитной части. Изслѣдованіе того химическаго свойства почвъ, которое извѣстно подъ названіемъ ихъ поглотительной способности, подтверждаетъ, слѣдовательно, тѣ предположенія о существованіи этой части въ почвахъ, которыя были изложены въ первой лекціи. Существованіе цеолитной части въ почвахъ теперь признается почти всѣми, хотя, конечно, оно прямо не доказано, потому что эта часть не выдѣлена изъ почвъ безъ измѣненія. Кислоты, какъ мы видѣли, разлагаютъ цеолиты, и дѣйствіе кислотъ на почву, которое можетъ быть болѣе или менѣе глубоко, смотря по концентраціи кислоты и другимъ условіямъ реагированія, хотя и сопровождается явлениями сходными съ тѣми, которыми сопровождается разложеніе цеолитовъ, т.-е. освобожденіемъ кремневой кислоты и переходомъ глинозема и другихъ оснований въ растворъ, все-таки является только косвеннымъ, а не прямымъ доказательствомъ присутствія въ почвахъ цеолитной части. Оно, можетъ быть, интерпретировано иначе и пріобрѣтаетъ силу въ указанномъ смыслѣ, только будучи сопоставлено съ другими фактами, подтверждающими вѣроят-

*) Berichte d. deutsch. chem. Ges. 1878, 2228.

ность присутствія въ почвахъ цеолитной части. Затѣмъ, оканчивая здѣсь разсмотрѣніе вопроса о причинахъ поглощенія почвою основаній, необходимо замѣтить, что было бы ошибочно приписывать это поглощеніе *исключительно* дѣйствию цеолитовъ. Въ почвѣ находятся и другія химически дѣятельныя въ этомъ направленіи соединенія, и роль ихъ въ явленіяхъ поглощенія опредѣлена съ достаточною ясностію. Ранѣе было указано на свойство гуминовой кислоты давать двойныя известковощелочныя соли, нерастворимыя въ водѣ. Эти соли могутъ происходить при дѣйствіи растворовъ щелочныхъ солей на гуминовоизвестковую соль, причемъ часть извести въ этой соли будетъ замѣщаться щелочью. Растворы амміачныхъ солей также способны дѣйствовать въ этомъ направленіи на гуминовоизвестковую соль, образуя нерастворимую двойную известковоамміачную соль гуминовой кислоты. Эйхгорнь *) указывалъ также на способность гуминовой кислоты давать кислыя щелочныя соли и кислую амміачную соль, нерастворимую въ водѣ; эти показанія, впрочемъ, подвергнуты сомнѣнію и нуждаются въ подтвержденіи. Но не подлежитъ сомнѣнію свойство гидратной кремневой кислоты, встрѣчающейся въ почвахъ, давать весьма кислыя щелочныя соли, нерастворимыя въ водѣ. Вопросъ о роли кремневой кислоты при поглощеніи былъ разработанъ Беммеленомъ. Онъ показалъ, что гидратная кремневая кислота поглощаетъ свободныя щелочи изъ весьма разбавленныхъ растворовъ. Если брать растворъ углекислой щелочи, то только половина щелочи поглощается кремневою кислотой, другая же половина остается въ растворѣ въ видѣ кислой углекислой щелочи; кремневая кислота, слѣдовательно, въ этомъ случаѣ производитъ разложеніе взятой соли, образуя кислую углекислую соль, которая уже не разлагается. Если брать среднія щелочныя соли, наприм., хлористый калий и дѣйствовать растворомъ его на гидратную кремневую кислоту въ присутствіи углекислой извести, то часть калия поглощается кремневою кислотой, а въ растворѣ оказывается хлористый кальцій и кислая углекислая известь. Можно думать, слѣдовательно, что вначалѣ здѣсь образуется кислая кремнекислая из-

*) Landwirthschaftliche Jahrbücher 6, 957.

весть, которая реагируетъ съ хлористымъ калиемъ. Какъ бы то ни было, но способность избытка кремневой кислоты переводить въ нерастворимое состояніе малыя количества щелочей достойна вниманія и объясняетъ рядомъ съ другими причинами, на которыя было указано ранѣе, поглощеніе свободныхъ щелочей почвою, т. - е. то явленіе, которое послужило Либиху однимъ изъ главныхъ опорныхъ пунктовъ къ принятію механическаго задержанія щелочей почвою.

Изъ кислотъ почва задерживаетъ въ нерастворимомъ состояніи фосфорную, кремневую и углекислоту; сѣрная же, соляная и азотная ею не задерживаются. Поглощеніе почвою названныхъ кислотъ объясняется образованіемъ въ почвѣ нерастворимыхъ солей, заключающихъ эти кислоты. Такъ, напримѣръ, фосфорная кислота, встрѣчая въ почвѣ известь, или окись желѣза, или другія основанія, съ которыми она даетъ нерастворимыя соли, — поглощается почвою; особые опыты показали, что окись желѣза въ присутствіи фосфорнокислой извести, растворенной въ водѣ, заключающей углекислоту, даетъ фосфорно-кислое желѣзо; присутствіе этой послѣдней соли въ почвѣ поэтому весьма вѣроятно. Кромѣ того, фосфорная кислота изъ ея растворимыхъ солей можетъ поглощаться и цеолитами (известковыми); при этомъ поглощается и кислота, и основаніе. Наприм., при дѣйствіи на такой цеолитъ фосфорно-кислой щелочи будутъ образоваться нерастворимая известковая соль фосфорной кислоты и щелочной цеолитъ (тоже нерастворимый). Кнопъ *) показалъ, что и каолинъ поглощаетъ фосфорную кислоту изъ растворовъ фосфорно-кислого кали. При этомъ образуется фосфорнокислый глиноземъ и кремнекислое кали, которое соединяется съ избыткомъ каолина. При дѣйствіи на известковый цеолитъ растворовъ кремнекислыхъ щелочей, изъ раствора также перейдутъ въ нерастворимое состояніе и кремневая кислота, и щелочь, потому что рядомъ съ кремнекислою известью будетъ образовываться щелочной цеолитъ.

Въ этихъ случаяхъ поглощеніе сопровождается, слѣдовательно, обѣдненіемъ раствора, потому что въ немъ не происходитъ замѣны одного основанія другимъ, и вмѣсто погло-

*) *Agriculturchemie* I, 259.

ценныхъ основанія и кислоты въ растворъ ничего не переходить. Исслѣдованія надъ отношеніемъ растворовъ фосфорнокислыхъ щелочей къ различнымъ почвамъ дѣйствительно показали, что при этомъ растворы обѣдняются основаніемъ и кислотою; при этомъ, впрочемъ замѣчено, что относительныя количества основанія и кислоты въ растворѣ не остаются одинаковыми въ различные моменты поглощенія. Это обстоятельство объясняется разнообразіемъ причинъ, которыми обусловливается поглощеніе фосфорной кислоты почвами.

Непоглощаемость почвою азотной кислоты, для которой не извѣстно нерастворимыхъ соединений, служитъ однимъ изъ ясныхъ доказательствъ того, что поглощеніе обусловливается причинами химическаго характера. Хотя почва лишена возможности задерживать въ нерастворимомъ состояніи такое важное для растеній питательное вещество, но это обстоятельство вознаграждается медленнымъ и постепеннымъ образованіемъ ея въ почвѣ и постепеннымъ же доставленіемъ ея сюда изъ атмосферы (см. далѣе).

Послѣ разсмотрѣнія причинъ поглощенія почвою основаній, необходимо познакомиться съ данными о количественной сторонѣ этого дѣла т.-е. о томъ, какія основанія поглощаются почвою изъ солей въ большомъ количествѣ. Изъ огромнаго числа опытовъ, произведенныхъ до сихъ поръ, видно, что наибольшую поглотительную способность почва проявляетъ относительно кали и амміака, въ гораздо меньшей степени—относительно натра, извести и магnezіи. Такъ, наприм., опыты надъ поглотительною способностью почвы одного изъ полей Петровской Академіи, произведенные по методу взбалтыванія г. I. Ивановымъ*), дали слѣдующіе результаты: 500 СС. раствора хлористаго натрія (въ 1 литрѣ находилось $\frac{1}{10}$ частичнаго вѣса въ граммахъ) заключали $2,92$ гр. Na^2O ; при настаиваніи же и частомъ взбалтываніи съ 200 гр. почвы втеченіи 72 часовъ почва поглотила $16,16\%$ всей Na^2O ; въ опытѣ же съ KCl при соответствующихъ условіяхъ было поглощено $30,91\%$ всей K^2O . Подобнымъ же образомъ въ опытахъ Либиха при процѣживаніи черезъ почвы слабыхъ растворовъ

*) Журналъ Р. Хим. Общ. 1877 года, стр. 177.

сѣрно-кислаго кали — кали задерживалось почти цѣликомъ; при процѣживаніи же соотвѣтствующихъ растворовъ сѣрно-кислаго натра — около 50% натра проходило черезъ почву, не поглощаясь.

Это различное отношеніе въ почвѣ солей калия и натрія отражается на составѣ морской воды.

Въ морѣ заключаются въ видѣ солей въ значительныхъ количествахъ именно тѣ основанія и кислоты, которыя слабо задерживаются почвою. Большое содержаніе въ морской водѣ хлористаго натрія, а затѣмъ хлористыхъ и сѣрно-кислыхъ солей магнія и кальція объясняется легкимъ вымываніемъ дождями этихъ солей изъ почвы. Конечно, въ морѣ будутъ находиться и соли задерживаемыя почвой, но въ гораздо меньшей степени. Такъ, содержаніе въ морской водѣ калийныхъ солей невелико, а фосфорныхъ крайне незначительно, хотя присутствіе ихъ въ ней несомнѣнно: безъ нихъ не могли бы существовать организмы, населяющіе море. Что касается до азотной кислоты, то она также находится въ морѣ въ видѣ солей, хотя бѣольшая часть послѣднихъ, послуживъ питательнымъ матеріаломъ для организмовъ, населяющихъ море, является послѣ ихъ смерти уже въ видѣ углекислаго амміака. Если морскую воду процѣживать чрезъ почву, содержащую много натра въ поглощенномъ состояніи, то количество солей натрія въ ней еще увеличится, а количество извести, магnezіи и кали уменьшится. Такому измѣненію, по всей вѣроятности, подвергается морская вода, просачиваясь изъ моря въ прибрежныя озера. Въ крымскія соляныя озера, наприм., поступаетъ морская вода, просачиваясь чрезъ узкую полосу земли, отдѣляющую ихъ отъ моря, которая, вслѣдствіе постоянного соприкосновенія съ морскою водою, содержитъ натръ въ поглощенномъ состояніи. Поэтому легче получить соль въ чистомъ состояніи изъ соляныхъ озеръ, чѣмъ изъ моря*).

Значеніе поглотительной способности почвъ для питанія растений можно формулировать слѣдующимъ образомъ:

1) Вслѣдствіе поглотительной способности почвами задер-

*) О составѣ соли Генчического озера, Густавсона. Журн. Русск. Хим. Общ. 1874 г., стр. 264.

живаются въ весьма доступномъ для растеній состояніи и предохраняются отъ вымыванія важныя для питанія растеній вещества, какъ, наприм., кали, [фосфорная кислота, амміакъ, и др. 2) Поглотительная способность понижаетъ содержаніе въ почвенныхъ растворахъ отдѣльныхъ оснований, а относительно оснований и кислотъ растворъ обѣдняется въ томъ случаѣ, если соли въ немъ образованы кислотами, поглощаемыми почвою. При этихъ послѣднихъ обстоятельствахъ, почва поглощаетъ изъ раствора часть соли и этимъ предохраняетъ растенія отъ вреднаго для нихъ дѣйствія концентрированныхъ растворовъ солей. 3) Она вызываетъ и регулируетъ постоянное разнообразіе растворовъ въ почвахъ, необходимое для успѣшнаго питанія растеній. Если, наприм., въ почву будетъ введенъ растворъ азотнокислаго кали, то часть кали тотчасъ поглотится и замѣнится другими основаниями,—растворъ явится разнообразнымъ, и это разнообразіе будетъ постоянно поддерживаться. 4) Ею регулируется [постоянное разнообразіе въ составѣ цеолитной части почвы, такъ что, гдѣ бы ни пришлось корешку растенія прикоснуться къ твердымъ частямъ почвы, вездѣ онъ найдетъ разнообразный питательный матеріалъ. Явленіе это тѣсно связано съ разнообразіемъ растворовъ: то и другое зависитъ отъ однихъ и тѣхъ же причинъ. 5) Поглотительною способностью почвы объясняется передвиженіе въ почвѣ питательныхъ веществъ вслѣдствіе переведенія ихъ въ растворъ, что вызывается дѣйствіемъ такъ-называемыхъ непрямыхъ или косвенно дѣйствующихъ удобреній.

Возможно, наприм., какъ показали опыты Франка, заставить передвинуться кали въ болѣе глубокіе слои почвы, если вмѣстѣ съ хлористымъ калиемъ вносить въ почву и поваренную соль. Франкъ употреблялъ для своихъ опытовъ два цилиндра, имѣвшихъ по своей длинѣ черезъ каждые 6 дюйм. отверстія съ кранами; наполнивъ цилиндры почвой, онъ процѣживалъ чрезъ почву, въ одномъ случаѣ, растворъ хлористаго калия (1 гр. въ литрѣ), а въ другомъ—хлористаго калия въ смѣси съ хлористымъ натріемъ (тоже 1 гр. въ литрѣ); время отъ времени онъ бралъ черезъ посредство крановъ пробы растворовъ и опредѣлялъ въ нихъ процентное содержаніе хлора. Когда послѣднее дѣлалось постояннымъ и рав-

ти цѣликомъ;
соровъ сѣрно-
черезъ почву,

алия и натрія

начительныхъ
оторыя слабо
морской водѣ
сѣрно-кислыхъ
вымываніемъ
морѣ будутъ
въ гораздо
і водѣ калий-
значительно,
ихъ не могли
Что касается
въ морѣ въ
уживъ пита-
ющихъ море,
слаго амміа-
ву, содержа-
о количество
тво извести,
по всей вѣ-
ясь изъ моря
ра, наприм.,
зкую полосу
лѣдствіе по-
содержитъ
че получить
, чѣмъ изъ

для питанія
азомъ:

вами задер-

ск. Хим. Общ.

нымъ процентному содержанію хлора въ наливаемомъ растворѣ, онъ опредѣлялъ въ пробахъ количество щелочей. Сильнѣйшее поглощеніе происходило въ верхнемъ слоѣ, а потому чѣмъ ниже бралась проба, тѣмъ болѣе количество калія уменьшалось. Въ томъ случаѣ, когда былъ взятъ растворъ только хлористаго калія, проба изъ втораго крана содержала 9% первоначальнаго содержанія калія; но во второмъ случаѣ, когда чрезъ почву просачивался растворъ хлористаго калія въ смѣси съ хлористымъ натріемъ, проба изъ третьяго крана (на 6 дюйм. ниже) содержала 18% калія. Итакъ, поваренная соль способствовала передвиженію хлористаго калія на болѣе глубину.

Составивъ себѣ представленіе о почвѣ, о тѣхъ процессахъ, которые въ ней совершаются, и о тѣхъ категоріяхъ соединений, которыя она заключаетъ, возможно будетъ вполне сознательно отнестись къ приемамъ и методамъ химическаго анализа почвъ, къ которому теперь и переходимъ.

О химическомъ анализѣ почвы.

При агрономическомъ анализѣ вообще, большую роль играютъ подготовительныя работы, предшествующія опредѣленію минеральныхъ и органическихъ составныхъ частей въ изслѣдуемомъ веществѣ. Эти подготовительныя работы иногда весьма сложны и продолжительны. Вещество подвергается цѣлому ряду операцій, прежде чѣмъ, наприм., удастся перевести минеральныя составныя части его въ растворъ, изъ котораго большинство изъ нихъ и опредѣляется по знакомымъ уже намъ методамъ аналитической химіи.

Къ числу подготовительныхъ работъ принадлежитъ и составленіе средняго образца почвы для анализа — операція весьма важная, потому что только при должномъ выполненіи ея анализъ можетъ имѣть значеніе. Поэтому на собираніе почвы для анализа должно быть обращено особенное вниманіе. Прежде всего слѣдуетъ рѣшить вопросъ, однороденъ ли геологическій характеръ, внѣшній видъ и плодородіе того поля или участка, анализъ почвы котораго предполагается произвести. Если нѣтъ данныхъ, говорящихъ противъ этого,

то почву, собранную съ разныхъ мѣстъ поля, смѣшиваютъ въ одинъ образчикъ для анализа; въ противномъ случаѣ необходимо взять нѣсколько образцовъ для отдѣльныхъ анализовъ. Для отбирания образцовъ вырываютъ ямы, откуда и берутъ почву. Если почва поля имѣетъ однородный характеръ, то для составленія средняго образца на полѣ вырываютъ нѣсколько ямъ. Для того чтобы ямы приходились на равномъ одна отъ другой разстояніи, черезъ поле провѣшиваютъ должное количество пересѣкающихся прямыхъ и ямы роютъ въ мѣстахъ ихъ пересѣченія, до 15 или болѣе на десятинѣ; въ крайнемъ случаѣ берутъ образцы изъ пяти ямъ, одной—посрединѣ поля и четырехъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ угловъ его. При этомъ рытьѣ съ поверхности почвы удаляютъ постороннія тѣла, на ней находящіяся, наприм., сухіе листья и т. п. Отверстіе ямъ должно быть отъ $\frac{3}{4}$ до $1\frac{1}{2}$ аршинъ, смотря по глубинѣ. Одинъ бокъ подобной ямы срѣзаютъ вертикально острымъ заступомъ и отъ образовавшагося вертикальнаго разрѣза берутъ заступомъ вертикальный же слой земли, тонкій, но одинаковой толщины, до той глубины, гдѣ темный цвѣтъ верхняго слоя почвы пропадаетъ. На пахатныхъ поляхъ этотъ верхній слой обыкновенно рѣзко отличается отъ лежащаго подъ нимъ слоя; анализъ верхняго слоя и обозначается названіемъ—анализъ почвы; анализъ же ниже лежащаго слоя обозначается уже названіемъ—анализъ подпочвы.

Взятый образецъ помѣщаютъ въ ящикъ, куда затѣмъ помѣщаютъ образцы, взятые изъ другихъ ямъ того же поля. Общій вѣсъ взятой съ поля почвы долженъ быть не менѣе 10 фунтовъ. Для того, чтобы имѣть общее представленіе объ анализируемой почвѣ, необходимы свѣдѣнія о геологическомъ характерѣ почвы, объ ископаемыхъ и обломкахъ горныхъ породъ въ ней встрѣчающихся, о натурѣ болѣе глубокихъ слоевъ (2—3 аршина) поля, имѣетъ ли оно склонъ и въ какую сторону, каковъ внѣшній видъ почвы поля (почва влажная, сухая, каменистая и т. п.), какова его урожайность, чѣмъ и въ какомъ количествѣ оно удобрялось при существующемъ сѣвооборотѣ, какова средняя глубина обработки поля, какія имѣются метеорологическія данныя для мѣстности и т. п.

Собранные въ одинъ ящикъ образчики тщательно перемѣ-

шиваютъ и затѣмъ раскладываютъ въ лабораторіи на столахъ тонкимъ слоемъ для того, чтобы почва пришла, какъ говорятъ, въ воздушно-сухое состояніе. При этомъ различныя почвы хотя и удерживаютъ различныя количества гигроскопической воды, смотря по натурѣ почвы и влажности комнатнаго воздуха, но эти количества уже недостаточны для того, чтобы въ почвѣ продолжались обычные, уже знакомые намъ процессы. Ее можно сохранять въ этомъ состояніи безъ измѣненія и при кратковременныхъ манипуляціяхъ съ нею, наприм., при отвѣшиваніи нечего опасаться, что она будетъ мѣняться въ вѣсѣ отъ прибыли или убыли влажности. Еще во время сушенія почвы на воздухѣ, а главнымъ образомъ послѣ него комки измельчаются руками или въ широкой фарфоровой ступкѣ, употребляя при этомъ деревянный пестъ и дѣйствуя имъ съ осторожностью, чтобы не разбить и не перетереть остатки горныхъ породъ. Измельчивъ почву, ее просѣиваютъ черезъ жестяное сито, діаметръ отверстій котораго равенъ 3 мм.; этимъ способомъ почву отдѣляютъ отъ обломковъ горныхъ породъ, корешковъ растений и т. п. Просѣянную часть, мелкоземъ взвѣшиваютъ и употребляютъ для анализа, сохраняя въ банкахъ съ притертыми пробками. Остатокъ же на ситѣ обмываютъ водой, высушиваютъ и такимъ образомъ узнаютъ отношеніе мелкозема къ крупнымъ остаткамъ горныхъ породъ и т. п.

Когда почва для анализа готова, приступаютъ къ работѣ ея кислотами—соляною или азотною, съ цѣлью перевести въ растворъ тѣ составныя части почвы, которыя, сравнительно съ другими, являются наиболѣе доступными для растений. Если такого раздѣленія не производить, то результаты анализа будутъ имѣть весьма мало значенія. Выражая наприм., все количество кали, заключающагося въ почвѣ, однимъ числомъ, мы лишимъ себя возможности судить о томъ, сколько кали заключается въ водныхъ силикатахъ и другихъ соляхъ, могущихъ доставить растенію питательный матеріалъ въ ближайшее время, и сколько его находится въ обломкахъ горныхъ породъ, еще не вывѣтрившихся и которыя только въ болѣе или менѣе отдаленномъ будущемъ послужатъ для питанія растений. Конечно, такимъ раздѣленіемъ вопросъ о болѣе или менѣе доступныхъ растенію ве-

ществвахъ въ данной почвѣ рѣшается только въ самой общей формѣ, потому что на одной и той же почвѣ разныя растенія развиваются различно, обладая въ различной степени способностью къ усвоенію веществъ, находящихся въ почвѣ; но рѣшить ближе этотъ вопросъ, даже по отношенію къ отдѣльнымъ видамъ растеній, мы не можемъ, не зная природы кислотныхъ выдѣленій корней. Ближайшее рѣшеніе какъ этого вопроса, такъ и вопроса о дѣйствіи различныхъ удобрений на урожайность растеній достигается иными методами—именно прямыми сельскохозяйственными опытами надъ даннымъ растеніемъ въ полѣ.

При обработкѣ почвы кислотами, наприм. соляной кислотой, которая чаще употребляется для этой цѣли, произойдутъ слѣдующіе процессы: 1) въ кислотѣ растворится все то, что растворилось бы въ подобномъ объемѣ воды, т.-е. хлористыя, азотнокислыя и сѣрнокислыя соли и часть органическаго вещества; 2) въ кислотѣ растворится и то, что въ водѣ не растворилось бы, напримѣръ—окись желѣза и глиноземъ; 3) кислота разложитъ часть солей, заключающихся въ почвѣ, причемъ основанія и кислоты этихъ солей все или частью перейдутъ въ растворъ. Разложатся такимъ образомъ: фосфорнокислое желѣзо, фосфорнокислая известь и другія фосфорнокислыя соли, углекислыя и гуминовокислыя соли, а также часть водныхъ силикатовъ и цеолитовъ почвы.

Не трудно видѣть, что разложеніе всѣхъ этихъ соединеній будетъ идти различно: у однихъ скоро и нацѣло (наприм. углекислыя и гуминовокислыя соли разлагаются весьма слабо соляной кислотой), у другихъ же будетъ зависѣть отъ крѣпости кислоты, продолжительности ея дѣйствія, наконецъ и отъ температуры; отъ такихъ условій будетъ зависѣть, наприм., дѣйствіе кислоты на цеолитную часть почвы. Отсюда уже ясно, что при обработкѣ почвы соляною кислотой при различныхъ условіяхъ будутъ получаться и различные результаты.

Поэтому явилась необходимость соглашенія относительно условій дѣйствія соляной кислоты на почву, чтобы результаты анализовъ почвъ, произведенныхъ въ разныхъ мѣстахъ и различными химиками, можно было сравнивать между собою.

Вопросъ этотъ разсматривался на съѣздѣ въ Геттингенѣ

въ 1864 году. Съездъ установилъ слѣдующія нормальныя правила для анализа почвъ: 1) соляная кислота берется съ 30% содержаніемъ HCl (удѣльный вѣсъ такой кислоты будетъ равенъ 1,13); 2) на 450 гр. почвы берутъ 1,5 лит-ра кислоты; 3) дѣйствуютъ на холоду втеченіи двухъ сутокъ, временами взбалтывая. На съездѣ же было постановлено для ближайшаго сужденія о почвѣ изслѣдовать вытяжку, приготовленную при кипяченіи съ соляною кислотою, а также и водную вытяжку, причемъ берутъ воду, заключающую $\frac{1}{4}$ часть того количества углекислоты, которое нужно для ея насыщенія; это дѣлается такимъ образомъ: готовятъ насыщенный углекислотою объемъ воды, къ которому и прибавляютъ еще такихъ же 3 объема воды. Но все-таки главнымъ моментомъ въ анализѣ почвъ будетъ обработка почвы соляною кислотой при комнатной температурѣ, потому что условія этой обработки являются средними, а не исключительными.

Возникаетъ затѣмъ вопросъ, брать ли для анализа почву совершенно сухую или же воздушно-сухую? На практикѣ берутъ почву воздушно-сухую и при этомъ поступаютъ двояко: 1) Вольфъ, напимѣръ, и другіе берутъ 450 грам. воздушно-сухой почвы и 1500 СС соляной кислоты; 2) на съездѣ же постановлено, и согласно съ этимъ практикуется часто слѣдующій путь: опредѣляютъ сперва влажность почвы, а затѣмъ берутъ столько воздушно-сухой почвы, чтобы вѣсъ въ ней сухой почвы былъ равенъ 450 гр. Приходится, слѣдовательно, всегда отвѣшивать воздушно-сухой почвы болѣе чѣмъ 450 гр., и на сколько граммовъ почвы отвѣшено болѣе, на столько куб. сантиметровъ соляной кислоты (нормально 1500 СС.) берутъ менѣе.

Отмѣривъ соляную кислоту, почву всыпаютъ въ стеклянку и наливаютъ кислоту; стеклянку закрываютъ пробкой, но сначала не плотно (для свободнаго выхода CO_2) и оставляютъ на 48 часовъ, часто взбалтывая. Если почва содержитъ большое количество углекислыхъ солей, то соляную кислоту приливаютъ понемногу. За нѣкоторое время до срока, жидкости даютъ отстояться и затѣмъ сливаютъ сифономъ 1000 СС. ея въ цилиндръ съ дѣленіями.

Слитая солянокислая вытяжка всегда окрашена въ бурый

иждующія нормальной
ная кислота берётся
й вѣсь такой кислоты
очвы берутъ 1, лит-
у втеченіи двухъ су-
вздѣ же было поста-
очвѣ изслѣдовать вы-
сь соляною кислотою,
берутъ воду, заключа-
ислоты, которое нужно
ь образомъ: пригото-
мъ воды, къ которому
ма воды. Но все-таки
въ будетъ обработка
температурѣ, потому
средними, а не исклю-

ли для анализа почву
хую? На практикѣ бе-
омъ поступаютъ дво-
берутъ 450 грам. воз-
ной кислоты; 2) на
ь этимъ практикуется
ерва влажность почвы,
ой почвы, чтобы вѣсь
р. Приходится, слѣдо-
ю-сухой почвы болѣе
очвы отвѣшено болѣе,
кислоты (нормально

сыпаютъ въ стглянку
ываютъ пробкой, но
ыхода CO_2) и остав-
я. Если почва содер-
тъ солей, то соляную
которое время до сро-
тъ сливаютъ сифономъ
г.
окрашена въ бурый

цвѣтъ по двумъ причинамъ: 1) отъ присутствія органиче-
скихъ веществъ и 2) отъ окиси желѣза. Опредѣленіе въ вы-
тяжкѣ минеральныхъ основаній и кислотъ возможно только
въ отсутствіи органическаго вещества въ вытяжкѣ и потому
оно должно быть въ ней разрушено. Можно бы задать во-
просъ, почему для этого не прокачиваютъ предварительно
почву при доступѣ воздуха. Но легко видѣть, что при про-
качиваніи въ почвѣ произошли бы глубокія измѣненія про-
тивъ ея естественнаго состоянія; эти измѣненія выразились
бы: 1) въ выдѣленіи воды изъ ея водныхъ силикатовъ и це-
олитной части, вслѣдствіе чего послѣдняя перешла бы въ не-
растворимое или трудно растворимое въ кислотѣ состояніе;
2) въ разложеніи углекислыхъ солей (Mg, Ca), причемъ вы-
дѣлившаяся известь, дѣйствуя на безводные силикаты, быв-
шіе въ почвѣ до ея прокачиванія и неразлагаемые соляною
кислотою, перевела бы ихъ въ силикаты, разлагаемые кисло-
тами. Все это и мѣшаетъ удалять органическое вещество
прокачиваніемъ. Поступаютъ иначе. Слитую жидкость раз-
бавляютъ водою, процѣживаютъ (для удаленія взмученныхъ
въ ней частицъ твердыхъ веществъ) и выпариваютъ на во-
дяной банѣ до-суха; остатокъ смываютъ водою въ колбу и
кипятятъ въ продолженіе 1—1, часовъ, прибавляя понемногу
дымящейся азотной кислоты; при этомъ органическое веще-
ство разрушается вслѣдствіе окисленія, растворъ освѣтляет-
ся, его выпариваютъ вторично до-суха для переведенія быв-
шей въ растворѣ кремневой кислоты въ нерастворимое со-
стояніе *).

Къ остатку, смоченному соляною кислотою, приливаютъ
воды и отцѣживаютъ отъ кремнекислоты; въ фильтратѣ опре-
дѣляютъ K, Na, Mg, Ca, Mn, Fe и Al, а также кислоты
сѣрную и фосфорную; не опредѣляютъ кислотъ соляной и
азотной, потому что онѣ были введены при описанныхъ
операціяхъ. Все желѣзо, находящееся въ растворѣ, будетъ

*) Изложивъ подробно подготовленіе почвы къ анализу и предварительныя
операціи, я не буду останавливаться на изложеніи подробностей опредѣленія
минеральныхъ основаній и кислотъ, такъ какъ это было бы повтореніемъ ана-
литической химіи, курсъ которой уже пройденъ слушателями. Для справокъ
же, при работахъ, можно пользоваться руководствами Меншуткина, Фрезеніуса,
частію Вольфа и др.

въ видѣ соли окиси, въ почвѣ же оно могло находиться частью и въ видѣ солей закиси; для опредѣленія послѣдней въ почвѣ поступаютъ такъ, какъ будетъ сказано ниже.

Для указанныхъ опредѣлений фильтратъ, о которомъ идетъ рѣчь, доводятъ снова до одного литра и дѣлятъ на три порціи: одну—въ 200 СС., двѣ—по 400 СС. Такъ какъ 1000 СС. раствора отвѣчаютъ 300 гр. почвы, то 200 СС. соотвѣтствуютъ 60 гр., а 400 СС.—120 гр. ея. Въ первой порціи отдѣляютъ Fe^2O^3 , Al^2O^3 , CaO , MgO и Mn ; во второй—сѣрную кислоту и щелочи, а въ третьей—исключительно фосфорную кислоту.

Первую порцію (изъ которой для большинства случаевъ достаточно взять четверть, что отвѣчаетъ 15 гр. почвы) нейтрализуютъ содой до легкой мути, кипятятъ и прибавляютъ уксуснокислаго натра или уксуснокислаго амміака, причемъ осаждаются вся фосфорная кислота въ соединеніи съ глиноземомъ и окисью желѣза, а также основныя уксуснокислыя соли этихъ металловъ. Полученный осадокъ собираютъ на фильтрѣ, промываютъ и снова растворяютъ въ соляной кислотѣ и растворъ дѣлятъ на двѣ равныя части (каждая отвѣчаетъ 30 гр. почвы); въ той и другой части осаждаютъ амміакомъ всю окись желѣза и весь глиноземъ вмѣстѣ съ фосфорною кислотой, одинъ изъ осадковъ прокалываютъ, взвѣшиваютъ и узнаютъ общее количество Al^2O^3 , Fe^2O^3 и P^2O^5 ; другой осадокъ растворяютъ въ нагрѣтой водной сѣрной кислотѣ, восстанавливаютъ окись желѣза въ закись, наприм. помощію цинка или инымъ путемъ, и титруютъ закись желѣза минеральнымъ хамелеономъ; перечисливъ найденную закись желѣза на окись, вычитаютъ послѣднюю изъ общаго вѣса Al^2O^3 , Fe^2O^3 и P^2O^5 (полученныхъ въ первой части); такимъ образомъ узнаютъ сумму глинозема и фосфорной кислоты, и такъ какъ послѣдняя будетъ потомъ опредѣлена изъ отдѣльной порціи, то получатся всѣ данныя для опредѣленія Al^2O^3 .

Въ фильтратѣ отъ дѣйствія уксуснокислаго натра отдѣляютъ марганецъ хлоромъ или бромною водою въ видѣ гидрата перекиси; ее (перекись) переводятъ для взвѣшиванія въ закись-окись марганца (Mn^3O^4). Къ кислому фильтрату отъ марганца приливаютъ амміака до нейтрализаціи, кипятятъ и

осаждаютъ щавелевокислымъ аммоніемъ известь. Въ фильтратѣ отъ послѣдней, послѣ удаленія амміачныхъ солей, осаждаютъ магнезію [фосфорнонатровою] солью въ присутствіи амміака въ видѣ фосфорно-амміачно-магнезіальной соли, прокаливаютъ и взвѣшиваютъ въ видѣ пирро-фосфорно-кислаго магнія.

Для опредѣленія сѣрной кислоты и щелочей, ко второй порціи первоначальнаго раствора (400 СС.) приливаютъ хлористаго барія, осаждавая такимъ образомъ сѣрную кислоту въ видѣ $BaSO_4$; къ фильтрату отъ послѣдняго приливаютъ амміака и углекислаго аммонія, осаждавая такимъ образомъ всѣ основанія, находящіяся въ растворѣ, за исключеніемъ магнезіи и щелочей. Получается весьма объемистый осадокъ, съ трудомъ промываемый. Для облегченія этого дѣла можно рекомендовать полученный осадокъ высушить, растереть въ ступкѣ и промывать на фильтрѣ холодною водою. Фильтратъ отъ этого осадка выпариваютъ, прокаливаютъ для удаленія амміачныхъ солей, смачиваютъ крѣпкимъ растворомъ щавелевой кислоты и, высушивъ, снова прокаливаютъ, но не очень сильно. Щавелевая кислота при прокаливаніи превращаетъ магнезію и слѣды извести въ нерастворимыя углекислыя соли. Массу обрабатываютъ водой и, насытивъ растворъ соляною кислотой и выпаривъ, получаютъ смѣсь хлористыхъ калия и натрія. Въ этой смѣси опредѣляютъ калий посредствомъ хлорной платины.

Фосфорную кислоту осаждаютъ молибденово-кислымъ аммоніемъ изъ третьей порціи раствора (400 СС.), стустивъ его нѣсколько выпариваніемъ; полученный желтый осадокъ растворяютъ въ амміакѣ и къ раствору приливаютъ магнезіальной смѣси, причемъ осаждается фосфорно-кислая амміакъ-магнезія; конечное же опредѣленіе фосфорной кислоты производятъ въ видѣ пирро-фосфорнаго магнія *).

*) Если въ почвѣ требуется знать только содержаніе фосфорной кислоты, то можно поступать слѣдующимъ образомъ. Отъ 20 до 30 гр. почвы помѣщаютъ въ фарфоровую чашку или тигель и нагреваютъ въ продолженіе 15 минутъ, перемѣшивая почву платиновою проволокою, до тѣхъ поръ, пока органическое вещество обуглится; затѣмъ обливаютъ 20—30 СС. крѣпкой азотной кислоты, выпариваютъ до-суха на песчаной банѣ, остатокъ смачиваютъ 20 СС. азотной кислоты и 30 СС. воды, помѣщаютъ на фильтрѣ и промываютъ водою. Фильтратъ

жаніе фосфорной кислоты въ соляно-кислой вытяжкѣ, легко опредѣлить количество глинозема въ первой порціи раствора (200 СС.). Нерѣдко въ тѣхъ случаяхъ, когда почва содержитъ значительныя количества гумуса, часть фосфорной кислоты остается при немъ, не переходя въ соляно-кислую вытяжку. Въ этомъ случаѣ можно, по Бертоло, прокалить почву въ трубкѣ, въ струѣ кислорода, помѣстивъ за почвою слой углекислаго натра. По окончаніи прокаливанія все обрабатываютъ азотною кислотой и выдѣливъ SiO_2 , опредѣляютъ фосфорную кислоту.

Теперь остается сказать объ анализѣ той части почвы, которая не растворилась въ соляной кислотѣ на холоду. Изъ нея снова готовятъ вытяжку кипяченіемъ съ соляною кислотой *), остатокъ нагреваютъ съ крѣпкой сѣрною кислотой, а то, что не разложилось отъ дѣйствія послѣдней, разлагаютъ фтористымъ водородомъ, примѣняя къ изслѣдованію полученныхъ растворовъ общіе приемы минеральнаго анализа.

Остатокъ почвы отъ дѣйствія соляной кислоты на холоду

выпариваютъ до объема приблизительно въ 50 СС. и осаждаютъ фосфорную кислоту молибденово-кислымъ аммоніемъ. Если же почву предварительно не прокалывать, то какъ показали опыты въ нашей лабораторіи, хорошіе результаты получаются только въ томъ случаѣ, когда почва не очень богата гумусомъ. Въ противномъ же случаѣ фильтратъ заключаетъ органическое вещество и его приходится снова выпаривать съ азотною кислотой.

*) Въ послѣднее время часто примѣняется прямая обработка почвы горячею соляною кислотой. Берутъ 50 или 100 гр. воздушносухой почвы, смотря по тому будетъ ли приближаться данная почва къ типу глинистыхъ или къ типу песчаныхъ почвъ, и обливаютъ взятое количество почвы въ Эрленмейеровской колбѣ 100 или 200 СС. соляной кислоты уд. в. 1,15. Почву кипятятъ съ соляною кислотой въ продолженіе одного часа, вставивъ въ отверстіе колбы для предупрежденія разбрызгиванія маленькую воронку. Затѣмъ въ колбу прибавляютъ въ избыткѣ воды, перемѣшиваютъ и даютъ отстояться. Освѣтлившуюся жидкость сливаютъ черезъ фильтръ и промываютъ почву горячею водою, пока фильтратъ не перестанетъ давать мути съ азотнокислымъ серебромъ. При промываніи нѣтъ необходимости всю почву помѣстить на фильтръ. Къ фильтрату прибавляютъ азотной кислоты и выпариваютъ на водяной банѣ для выдѣленія кремневой кислоты. Далѣе поступаютъ также какъ и при анализѣ помощію холодной соляной кислоты. Если требуется опредѣлить все количество выдѣлившейся кремневой кислоты, то остатокъ почвы кипятятъ съ растворомъ соды и небольшого количества ѣдкаго натра и изъ раствора выдѣляютъ кремневую кислоту.

заключаетъ часть кремневой кислоты (отъ разложенія силикатовъ и цеолитной части), другая ея часть переходитъ въ соляно-кислую вытяжку; эта часть была количественно опредѣлена при выпариваніи. Для опредѣленія нерастворившейся кремневой кислоты, надо кипятить остатокъ съ растворомъ соды и, разложивъ фильтратъ слабой соляною кислотой, выпарить его до суха и затѣмъ обработать водой, причемъ кремнекислота не растворится. Но эту операцію неудобно производить съ тѣмъ большимъ количествомъ остатка которое получается послѣ приготовления соляно-кислой вытяжки изъ 450 гр. почвы, а потому берутъ новые 50 гр. почвы и обрабатываютъ соответствующимъ количествомъ соляной кислоты, остатокъ собираютъ, промываютъ и кипятятъ съ содой для опредѣленія кремневой кислоты.

Такимъ же путемъ, т. е. обработкой небольшой навѣски почвы соляною кислотой, а затѣмъ высушиваніемъ и взвѣшиваніемъ остатка можно приблизительно опредѣлить общее количество веществъ, переходящихъ изъ почвы въ соляно-кислую вытяжку.

Разсмотрѣнный нами ходъ анализа употребляется преимущественно въ Германіи. Во Франціи часто употребляютъ для приготовления вытяжки изъ почвы азотную кислоту (30% HNO_3); на 100 гр. почвы берутъ 300 СС. кислоты и смѣсь кипятятъ 3—4 часа; при этомъ органическое вещество окисляется. Полученный растворъ выпариваютъ и нагрѣваютъ въ фарфоровомъ тиглѣ до 200°C . (въ сушилкѣ); при этомъ азотно-кислые окисъ желѣза, окисъ марганца и глиноземъ разлагаются съ выдѣленіемъ окисей, азотно-кислый же магній разлагается только частью; если остатокъ обработать водой, то въ растворъ перейдутъ щелочи, известь и часть магнія, все въ видѣ азотно-кислыхъ солей; остатокъ будетъ состоятъ изъ кислотъ фосфорной и кремневой, глинозема, окиси желѣза и частью магnezіи; если его кипятить съ растворомъ азотно-кислаго аммонія, то магnezія реагируетъ съ послѣднимъ, образуя азотно-кислый магній, аммиакъ же выдѣляется. Этою реакціей и пользуются для перевода всего магнія въ растворъ. Дальнѣйшій ходъ анализа по существу сходенъ съ вышеизложеннымъ.

Для опредѣленія другихъ составныхъ частей почвы (какъ-

то: влажности, химически связанной воды, гумуса, углекислоты в ее солях, аммиака и азотной кислоты в солях, азота растительных остатков, хлора и наконец закиси железа и серы) берут отдельные навески последней. *Гигроскопическую воду* определяют, нагревая около 5 гр. воздушно-сухой почвы при 105° до постоянства во весь; при этом обыкновенно замечается, что к концу высушивания весь почвы начинает крайне слабо увеличиваться. Поэтому нагревание прекращают, когда разность двух взвешиваний будет достаточно мала. Потеря веса выражает количество гигроскопической воды.

Определение *химически связанной воды* важно потому, что служит указанием на степень вентрильности почвы; химически связанная вода находится в водных силикатах и цеолитах; определение совершается сильным прокаливанием высушенной порции почвы при доступе воздуха, причем выгорают органические вещества и разлагаются углекислые соли *); если из общей потери веса вычесть весь углекислоты и органического вещества, то и получим химически связанную воду. Так как в русских почвах обыкновенно мало углекислых солей, то определение в них CO² лучше всего делать прямым взвешиванием. Для этого берут 20—50 гр. почвы, помещают в колбу и углекислоту выдѣляют соляной кислотой при кипячении. Колба соединена сначала с поднятым вверх холодильником, трубка которого внутри расширена **), а затем с изогнутыми трубами сначала для осушения и затем для поглощения углекислоты (фиг. 6). Для осушения углекислоты служит серная кислота и хлористый кальций. Для погло-

*) Кроме того при прокаливании почвы на воздухе разлагаются азотно-кислые и аммиачные соли; с другой стороны, если почва содержит соли закиси железа, марганца, или сернистые металлы, то они при прокаливании поглощают кислород. Изменения во весь почвы, происходящие от этих причин, не принимаются в расчет при определении химически связанной воды: они будут весьма малы в сравнении с той неточностью, которая происходит от допущения, что гумус во всех почвах содержит 58% углерода.

**) Употреблением подобных холодильников достигается весьма совершенное сгущение паров воды при кипячении смеси, из которой выдѣляется углекислота. При этом в приборы, назначенные для высушивания и поглощения углекислоты, не попадает и следов соляной кислоты.

щени углекислоты берутъ натристую известь. Въ то колѣно трубки съ натристой известью, которое удалено отъ колбы, помѣщаютъ немного хлористаго кальція для задерживанія воды, образующейся при реакціи углекислоты съ натристой известью. Трубки назначенныя для поглощенія углекислоты

Фиг. 6.



взвѣшиваются до и послѣ анализа. Прибыль въ вѣсѣ покажетъ количество углекислоты, выдѣленной изъ углекислыхъ солей. Для полнаго вытѣсненія углекислоты изъ колбы необходимо къ концу анализа пропускать черезъ приборъ съ помощью аспиратора долгое время токъ воздуха, лишеннаго углекислоты.

Принципъ лежалцій въ основѣ *опредѣленія гумуса* состоитъ въ томъ, что углеродъ послѣдняго переводится въ углекислоту, и количество ея опредѣляется. При этомъ принимаютъ на основаніи средняго состава гумуса, что содержаніе въ немъ углерода равно 58%. Количество гумуса (x) находятъ, слѣдовательно, изъ пропорціи $x : a$ (вѣсѣ найденнаго углерода) = 100 : 58, т. е. множить найденный вѣсѣ углерода на 1,724. Существуютъ два способа окисленія гумуса — мокрымъ и сухимъ путемъ. Первый предложенъ Кнопомъ и состоитъ въ томъ, что берутъ 5 гр. воздушно-сухой почвы, помѣщаютъ въ колбу и окисляютъ хромовымъ ангидридомъ или, какъ поступаютъ обыкновенно, сѣрною кислотой и дву-хромакалиевою солью ($K^2Cr^2O^7$); хромовый ангидридъ, выдѣля-

ющійся въ послѣднемъ случаѣ, окисляетъ углеродъ гумуса въ углекислоту, которую высушиваютъ подобно тому, какъ описано выше при опредѣленіи углекислоты (въ приборѣ на 6 фиг.). Этотъ способъ требуетъ первоначальнаго отдѣленія углекислоты изъ углекислыхъ солей почвы, почему къ почвѣ, помѣщенной въ колбу, приливаютъ сначала сѣрной кислоты; когда выдѣленіе углекислоты окончено и она вытѣснена изъ колбы струею воздуха (лишеннаго CO_2), колбу соединяютъ съ приборами для осушенія и поглощенія; затѣмъ всыпаютъ въ нее двухромово-кислый калий и нагреваютъ на водяной банѣ; по окончаніи выдѣленія углекислоты черезъ приборъ протягиваютъ посредствомъ аспиратора долгое время струю воздуха (безъ CO_2).

Изслѣдованіями Варингтона и Пика, а также Логеса, доказано, что при опредѣленіи углерода въ почвахъ окисленіемъ хромовою кислотой, по способу Кюпа, получаются неудовлетворительные результаты. Если при выполненіи этого способа держаться, какъ это теперь принято, тѣхъ предписаній, которыя даны Вольфомъ *), то углерода получается меньше, чѣмъ при сравнительныхъ опытахъ опредѣленія углерода путемъ элементарнаго органическаго анализа. Дефицитъ углерода вовсе не такъ малъ, чтобъ имъ можно было пренебрегать. Изъ анализовъ Варингтона и Логеса **), а также моихъ видно, что во многихъ случаяхъ четвертая часть всего углерода, заключающагося въ почвахъ въ видѣ гумуса, ускользаетъ отъ опредѣленія. Это зависитъ отъ того, что не весь углеродъ органическихъ веществъ переводится хромовою кислотой при условіяхъ опыта въ углекислоту. Такъ, наприм., найдено (Логесъ), что въ окислительной смѣси остается уксусная кислота, не разрушаемая хромовою кислотой. Такъ какъ попытки примѣнить къ окисленію гумуса почвъ другіе окислители, наприм. марганцово-калиевую соль, не увѣнчались успѣхомъ, то остается только для данной цѣли обратиться къ извѣстнымъ приемамъ элементарнаго органическаго анализа.

*) Руководство къ сельскохозяйственнымъ химическимъ изслѣдованіямъ Вольфа. Русское изданіе 1878 года, стр. 27.

**) Journ. of the chem. soc. 1880, 617, и Vers. stat. 1882, 230.

Хотя органический анализъ сжиганіемъ въ примѣненіи къ почвамъ уже по самому существу дѣла является упрощеннымъ, потому что въ почвахъ опредѣляется только углеродъ, тѣмъ не менѣе его избѣгаютъ, потому что требованія этого метода все-таки довольно велики и часто съ трудомъ удовлетворяются средствами агрономическихъ лабораторій. Для органическаго анализа необходимы особыя печи, особое для нихъ помѣщеніе, на каждое сжиганіе требуется значительное количество газа и т. д. Если же войти въ положеніе тѣхъ лабораторій, которыя лишены газа и въ которыхъ, слѣдовательно, при органическомъ анализѣ приходится прибѣгать къ весьма тяжелой операциі сжиганія на угляхъ, въ Либиховской печи, то, оставляя даже въ сторонѣ другія причины, станетъ понятнымъ, почему способъ Кнопа, въ видахъ удобства, хотя и въ ущербъ истинѣ, практикуется и до сего времени.

Предстояло, слѣдовательно, рѣшить вопросъ: нельзя ли до такой степени упростить опредѣленіе углерода въ почвахъ сжиганіемъ, чтобы оно явилось доступнымъ для каждой лабораторіи въ той же мѣрѣ, какъ и способъ Кнопа. Что касается до упрощенія пріемовъ нагреванія, то опыты, произведенные мною въ этомъ направленіи, показали, что для *полнаго сжиганія гумуса почвъ нѣтъ необходимости въ печахъ для органическаго анализа: для данной цели достаточно двухъ лампъ Берцеліуса, или двухъ газовыхъ горелокъ, равняющихся по ихъ нагревательной способности лампамъ Берцеліуса* *). Приборъ, употребляемый мною для опредѣленія углерода въ почвахъ, составляется слѣдующимъ образомъ. Берутъ туго-плавкую стеклянную трубку, длиною до 5 дециметровъ и такого діаметра, чтобы длинная платиновая лодочка, могущая вмѣстить до 5 гр. почвы, свободно входила въ трубку. Въ передній конецъ трубки, между двумя асбестовыми пробками, помѣщаютъ слой зернистой или, еще лучше, чешуистой окиси мѣди (получаемой прокаливаніемъ мѣдныхъ листовъ на воздухѣ) длиною въ 1 дециметръ. Ту часть трубки, которая за-

*) Весьма удобными оказались при анализѣ лампы Берцеліуса не съ круглой, а овально-удлиненною свѣтильной, допускающею болѣе равномерное нагреваніе трубки.

нята окисью мѣди, обертываютъ снаружи одинъ или два раза мѣдною сѣткою и закрѣпляютъ послѣднюю мѣдною проволокой. Трубки даютъ горизонтальное положеніе, укрѣпивъ задній конецъ ея въ зажимъ тяжелаго штатива на такой высотѣ, чтобы подъ трубку могли быть поставлены лампы Берцелюса или газовыя горѣлки. Чтобы придать трубкѣ болѣе устойчивое положеніе, весьма полезно подпереть чѣмъ-либо самую переднюю часть ея, хотя бы стеклянною палочкой, расширенною вилкообразно сверху и вставленною нижнимъ концомъ въ широкую пробку. Нижнюю, не покрытую сѣткою часть трубки помѣщаютъ въ желобъ, приготовленный изъ мѣдной же сѣтки и укрѣпленный вмѣстѣ съ трубкой въ зажимъ штатива. Переднюю часть трубки соединяютъ съ кали—аппаратомъ Гейслера, наполненнымъ крѣпкою сѣрною кислотой, а аппаратъ этотъ—съ двумя изогнутыми трубками, наполненными натристою известью. Весьма полезно передъ аппаратомъ Гейслера помѣстить маленькую трубку съ выдутымъ на ней шарикомъ, назначеннымъ для собиранія воды. Конечно, эту трубку съ шарикомъ можно вставить посредствомъ пробки въ переднюю часть трубки для сожиганія, но для того, чтобы облегчить собираніе воды въ шарикѣ, можно оттянуть передній конецъ трубки для сожиганія, направивъ этотъ конецъ нѣсколько внизъ и соединивъ его посредствомъ каучука съ трубкой, на которой выдутъ шарикъ. Задній конецъ трубки для сожиганія назначенъ для вдвиганія въ нее лодочки съ почвою и затѣмъ—для пропусканія въ трубку кислорода или воздуха, лишеннаго углекислоты. Поэтому онъ закрывается пробкою съ вставленною въ нее трубкою, которая соединяется посредствомъ каучука съ приборомъ, наполненнымъ натристою известью. Для наблюденія за токомъ воздуха или кислорода изъ газометра, полезно вставить между трубкой для сожиганія и приборомъ съ натристою известью маленькій кали-аппаратъ Гейслера, наполненный крѣпкимъ растворомъ ѣдкаго кали.

Самый анализъ ведутъ слѣдующимъ образомъ. Въ платиновой лодочкѣ отвѣшиваютъ почву, въ воздушно-сухомъ состояніи, въ количествѣ отъ 2 до 5 граммъ, смотря по наружнымъ признакамъ почвы, заставляющимъ предполагать въ ней большее или меньшее содержаніе гумуса. Лодочку

ли два ра-
дною про-
укрѣпивъ
такой вы-
ны лампы
рубкѣ бо-
еть чѣмъ-
ю палоч-
ною ниж-
покрытую
говленный
рубкой въ
няють съ
ю сѣрною
трубками,
но передъ
у съ выду-
анія воды.
гь посред-
иганія, но
икѣ, мож-
ія, напра-
го посред-
шарикъ.
ля вдвига-
усканія въ
лоты. По-
ю въ нее
ка съ при-
аблюденія
, полезно
мъ съ на-
ра, напол-
Въ плати-
ухомъ со-
ря по на-
дполагать
Лодочку

вдвигаютъ въ трубку до асбестовой пробки и пламенемъ одной лампы прокалываютъ слой окиси мѣди, пропуская черезъ трубку струю кислорода, или воздуха, лишенныхъ углекислоты, и соединивъ переднюю часть трубки съ приборомъ Гейслера, наполненнымъ сѣрною кислотою. Затѣмъ взвѣшиваютъ двѣ изогнутыя трубки съ натристой известью, во второмъ колѣнѣ которыхъ, въ верхней части, помѣщено нѣсколько хлористаго кальція, и которыя заткнуты каучуковыми пробками съ проходящими черезъ нихъ согнутыми трубками. Соединивъ трубки, наполненные натристой известью, съ приборомъ Гейслера, приступаютъ къ сожженію органическаго вещества почвы. Сожженіе лучше всего вести въ струѣ кислорода, но можно ограничиться и воздухомъ; только въ послѣднемъ случаѣ анализъ длится нѣсколько долѣе — около полутора часа, вмѣсто одного часа. Продолжая нагрѣвать большимъ пламенемъ одной лампы слой окиси мѣди, приступаютъ къ нагрѣванію передней части лодочки помощію второй лампы, — конечно, при постоянномъ пропусканіи кислорода, или воздуха. Въ началѣ надо нагрѣвать лодочку весьма слабо, и этотъ первый періодъ слабого нагрѣванія долженъ длиться тѣмъ долѣе, чѣмъ болѣе почва содержитъ гумуса. Въ это время изъ почвы выдѣляется главнымъ образомъ вода, которая и скопляется мало по малу въ шарикъ передъ приборомъ Гейслера. Часто замѣчается также скопленіе мелкихъ капелекъ воды въ задней части трубки за лодочкой. Эту воду легко прогнать струей кислорода въ переднюю часть трубки, если слабо подогрѣвать маленькою спиртовою лампой то мѣсто, гдѣ вода скопилась. Къ концу этого періода начинаютъ развиваться летучіе продукты разложенія гумуса. По прошествіи четверти часа, или двадцати минутъ слабого нагрѣванія, пламя постепенно увеличиваютъ и, наконецъ, приблизительно черезъ полчаса отъ начала сжиганія доводятъ его до такой величины, что оно охватываетъ трубку. Тогда трубку покрываютъ сверху мѣдною сѣткой, въ формѣ обращеннаго желоба, и, не уменьшая пламени, передвигаютъ лампу мало по малу къ задней части лодочки, по мѣрѣ того, какъ гумусъ выгораетъ. За выгораніемъ гумуса легко слѣдить по измѣненію цвѣта почвы. Къ концу анализа, когда трубки съ натристой известью совершенно

охладились, пропускаютъ чрезъ весь приборъ струю воздуха, какъ для вытѣсненія оставшейся отъ сожженія углекислоты, такъ и для удаленія кислорода изъ трубокъ съ натристою известью.

Удача анализа зависитъ, главнымъ образомъ, отъ перваго періода слабого нагрѣванія. Если этотъ періодъ былъ выдержанъ съ надлежащимъ терпѣніемъ, такъ что развитіе продуктовъ разложенія гумуса шло мало по малу и они успѣвали окисляться окисью мѣди, то, несмотря на малый слой окиси мѣди, сѣрная кислота въ приборѣ Гейслера остается вполне безцвѣтною, и вода въ шарикѣ не заключаетъ и слѣдовъ органическихъ соединеній. Послѣ окончанія одного анализа, можно, взвѣсивъ трубки съ натристою известью, тотчасъ начинать другой, не прокаливая уже предварительно окиси мѣди. Вынутую изъ трубки платиновую лодочку съ прокаленною почвой, въ которой нельзя замѣтить никакихъ слѣдовъ угля, полезно взвѣсить. Убыль въ вѣсѣ лодочки съ почвой, за вычетомъ гигроскопической воды взятой почвы, покажетъ, приблизительно, общую потерю вѣса при прокалываніи. Ниже будетъ сказано болѣе подробно о тѣхъ измѣненіяхъ, которыя происходятъ въ почвѣ при выжиганіи изъ нея органическаго вещества по приведенному способу.

Разъ устроенная и укрѣпленная въ штативѣ трубка для сожиганія можетъ служить весьма долгое время. Мною произведено, наприм., болѣе сорока анализовъ съ одною и тою же трубкою. Сѣрную кислоту въ приборѣ Гейслера надо мѣнять чрезъ три, или четыре анализа. Назначеніе сѣрной кислоты состоитъ не только въ высушиваніи углекислоты и кислорода или воздуха передъ вступленіемъ ихъ въ приборы съ натристою известью, но и для удержанія окисловъ азота, образующихся при сжиганіи изъ азотистыхъ веществъ почвы. Употребленіе сѣрной кислоты для этой цѣли было рекомендовано Варингтономъ. Послужившая при анализѣ сѣрная кислота при дѣйствіи на нее сѣрно-кислаго дифениламина окрашивается въ густой синій цвѣтъ. Чтобы испытать, не отдаетъ ли она окисловъ азота пропускаемымъ чрезъ нее газамъ, я взялъ приборъ Гейслера съ сѣрною кислотой, служившею уже для четырехъ анализовъ, и въ продолженіе часа пропускалъ чрезъ нее воздухъ, лишенный углекислоты,

въ струю возду-
мженія углекис-
дубокъ съ натри-
тъ, отъ перваго
дъ былъ выдер-
о развитіе про-
у и они успѣ-
на малый слой
іслера остается
ключаетъ и слѣ-
нія одного ана-
известью, тот-
предварительно
ую лодочку съ
бтить никакихъ
бсѣ лодочки съ
взятой почвы.
бса при прока-
о о тѣхъ измѣ-
выжиганіи изъ
способу.
въ трубка для
мя. Мною про-
ь одною и тою
слера надо мѣ-
ніе сѣрной ки-
углекислоты и
ихъ въ прибо-
занія окисловъ
гыхъ веществъ
ой цѣли было
при анализѣ
ислаго дифени-
Чтобы испы-
аемымъ чрезъ
ною кислотой,
ь продолженіе
углекислоты,

который, затѣмъ, проходилъ чрезъ взвѣшенную трубку съ натристой известью: привѣса не оказалось. Слѣдовательно, то небольшое количество окисловъ азота, которое образуется при сжиганіи указанныхъ навѣсокъ почвъ, вполне задерживается сѣрною кислотой.

Надо, впрочемъ, замѣтить, что полученные методомъ сжиганія непосредственныя данныя о содержаніи углерода въ почвахъ не могутъ быть приняты безусловно, потому что, быть можетъ, не вся углекислота, поглощенная при анализѣ натристой известью, произошла на счетъ углерода органическихъ веществъ почвы. Часть ея могла выдѣлиться изъ углекислыхъ солей почвы, при прокаливаніи послѣдней. Съ другой стороны, часть углекислоты, происшедшей при сжиганіи солей органическихъ кислотъ, могла остаться въ лодочкѣ въ видѣ углекислыхъ солей. Надо, слѣдовательно, во-первыхъ, опредѣлить количество углекислоты углекислыхъ солей взятой для анализа почвы, а во вторыхъ — количество углекислоты, заключающееся въ томъ прокаленномъ остаткѣ почвы, который получается послѣ анализа. Если обозначить углекислоту, полученную при сжиганіи и поглощенную натристой известью чрезъ C , углекислоту почвы чрезъ a , а углекислоту прокаленного остатка въ лодочкѣ послѣ анализа чрезъ b , то $C - a + b$ дастъ то количество углекислоты, которое произошло отъ органическихъ веществъ почвы.

Въ слѣдующей таблицѣ я привожу: 1) процентное содержаніе углекислоты въ черноземахъ, лишенныхъ гигроскопической воды; 2) содержаніе углекислоты въ остаткахъ послѣ анализа, выраженное, впрочемъ, для сравненія не въ процентахъ самихъ остатковъ, а въ процентахъ отъ тѣхъ вѣсовыхъ количествъ высушенныхъ почвъ, которыя дали начало этимъ остаткамъ; 3) разность между двумя найденными процентными количествами углекислоты для каждой почвы до и послѣ сожженія и 4) отвѣчающія найденнымъ разностямъ количества углерода въ процентахъ, на которыя должны быть исправлены непосредственно полученные результаты, приведенные въ пятомъ столбцѣ.

№№ черноземовъ.	Содержаніе углекислоты въ процентахъ высушенной почвы до анализа.	Содержаніе углекислоты въ остаткахъ отъ анализа, выраженное въ процентахъ высушенной почвы.	Разность между числами первого и второго столбца.	Отвѣчающее разности процентное по отношенію къ высушенной почвѣ количество углерода, которое должно быть прибавлено къ процентному количеству углерода, найденному при анализѣ.	Непосредственно найденнаго количества углерода при анализѣ.
I	0,066%	0,205%	0,139%	0,037%	5,07%
II	0,036	0,040	0,004	0,001	1,76
III	0,056	0,167	0,111	0,030	3,43
IV	0,025	0,080	0,055	0,015	1,14
V	0,053	0,245	0,992	0,052	4,74
VI	0,129	0,279	0,150	0,040	7,32
VII	0,038	0,081	0,043	0,011	5,52
VIII	0,045	0,067	0,022	0,006	2,11
IX	1,299	1,397	0,098	0,026	1,73

Изъ таблицы легко усмотрѣть, что количества углерода, собранныя въ предпоследнемъ столбцѣ и выраженные прямо въ процентахъ, которые должно *прибавить* къ процентнымъ числамъ, приведеннымъ при анализахъ черноземовъ, настолько малы, что ими можно пренебречь: они не превышаютъ сотыхъ долей процента. Достойнымъ вниманія являлось то обстоятельство, что всегда остатокъ послѣ анализа содержалъ болѣе углекислоты, чѣмъ та почва, изъ которой онъ произошелъ. Можно было предположить, что при тѣхъ условіяхъ нагрѣванія при анализѣ, которыя мною предложены, углекислыя соли почвъ (углекислая известь) не разлагаются. Довольно ясный намекъ на это далъ валахскій черноземъ (IX), содержащій сравнительно съ другими изслѣдованными черноземами болѣе значительное количество углекислоты. Въ остаткѣ послѣ сжиганія этого чернозема все-таки получилась, какъ и въ другихъ случаяхъ, нѣкоторая прибыль углекислоты, составляющая, впрочемъ, незначительную долю всей углекислоты прокаленного остатка. Для окончательнаго рѣшенія вопроса о томъ, разлагается ли углекислая известь при сжиганіи органическихъ веществъ почвы по моему способу, я взялъ бессарабскій черноземъ (I), отвѣщенное количество его смѣшалъ съ толченымъ мѣломъ и подвергъ сжиганію для опредѣленія углерода. Взято было 2,2165 гр. =

Разности по отноше- высушенной личество уг- торое долж- шбавлено къ му количе- ода, найден- и анализъ.	Непосредственно най- денна количества уг- лерода при анализъ.
37%	5,07%
01	1,76
30	3,43
15	1,14
52	4,74
40	7,32
11	5,52
06	2,11
26	1,73

чества углерода, граженныя прямо къ процентнымъ вземовъ, настольне превышаютъ ния являлось то анализа содеризъ которой оны при тѣхъ услоюю предложены, не разлагаются. черноземъ (IX), ованными чернокислоты. Въ остакн получила, ббыль углекислоую долю всей значительнаго рѣекислая известь ы по моему спотвѣшенное колии подвергъ сжило 2,2165 гр. =

=2,117 гр. въ выс. сост., въ лодочку было прибавлено 0,53 гр. толченого мѣла. Получено 0,396 гр. CO², или 5,10% С., т.-е. то же количество углерода, которое получается изъ данного чернозема и безъ прибавленія къ нему углекислой извести, изъ чего слѣдуетъ, что послѣдняя, при выжиганіи органическаго вещества почвъ, по моему способу, не разлагается. Наконецъ, былъ сдѣланъ такой опытъ: приготовленая осажденіемъ, вполнѣ чистая углекислая известь была въ количествѣ 1,156 гр. помѣщена въ лодочку и подвергнута прокаливанію въ струѣ кислорода, въ приборѣ для сжиганія, въ продолженіе одного часа, такъ, чтобы пламя лампы Берцеліуса обнимало съ двухъ сторонъ то мѣсто трубки, гдѣ была помѣщена лодочка, т.-е. при тѣхъ же условіяхъ, при которыхъ производится выжиганіе органическаго вещества почвъ. Прибыль въ вѣсѣ трубки съ натристой известью оказалась послѣ опыта равной только 0,001 гр. Изъ приведеннаго слѣдуетъ, что въ остаткахъ почвъ послѣ выжиганія изъ нихъ органическаго вещества, по моему способу, остается какъ углекислая известь, бывшая въ почвахъ до сжиганія, такъ и вновь образовавшаяся во время сжиганія.

Количество вновь образовавшихся углекислыхъ солей при выжиганіи изъ почвы органическаго вещества, какъ видно изъ таблицы, весьма не велико. Эти углекислыя соли образуются, главнымъ образомъ, изъ солей органическихъ кислотъ, заключающихся въ почвѣ, т.-е. изъ гуминовокислой извести, и т. п. Надо замѣтить, что, кромѣ происхожденія углекислыхъ солей изъ солей органическихъ кислотъ, есть вѣроятность образованія ихъ при выжиганіи гумуса почвъ изъ такъ называемыхъ зольныхъ частей гумуса, если въ нихъ преобладаютъ основанія надъ кислотами; извѣстно, что гумусъ черноземовъ богатъ зольными составными частями.

Какъ бы то ни было, но тотъ фактъ, что углекислыя соли почвъ не разлагаются при методѣ анализа, рекомендуемомъ мною, дѣлаетъ излишнимъ предварительную обработку почвъ кислотами, именно—сѣрною кислотой, что практикуется при способѣ Кнопа, сѣрнистою кислотой, какъ рекомендуетъ Варингтонъ, фосфорною кислотой (Логесъ), или соляною кислотой (Бертело). Обработка почвъ кислотами передъ сжиганіемъ является операцией удлиняющею анализъ и вліяю-

щею на его точность, если не прибѣгать къ помощи чашечекъ Гофмейстера, раздробляемыхъ вмѣстѣ съ почвою, подвергнутою въ нихъ дѣйствию кислотъ. Опыты, сдѣланные мною еще въ началѣ работы надъ сожиганіемъ черноземовъ, въ томъ числѣ и валахскаго, послѣ предварительной обработки ихъ сѣрнистою и фосфорною кислотами, показали, что эта обработка не вліяетъ на результатъ анализа.

Взвѣшиваніе послѣ анализа платиновой лодочки съ прокаленною въ струѣ кислорода или воздуха почвою доставляетъ данныя какъ для опредѣленія общей потери вѣса почвы при прокаливаніи, такъ и для вычисленія химически связанной воды почвы, потому что количество гумуса въ почвѣ вычисляется, какъ извѣстно, по найденному въ ней углероду. Но тутъ я долженъ замѣтить, что общая потеря въ вѣсѣ почвы при прокаливаніи, найденная указаннымъ путемъ, часто нѣсколько менѣе истинной. Это зависитъ отъ того, что при вышеприведенныхъ условіяхъ анализа изъ почвы можетъ не выдѣлиться вся химически связанная вода, хотя органическое вещество выгоритъ сполна. Впрочемъ, разность здѣсь съ результатами обычнаго способа опредѣленія общей потери вѣса почвъ при прокаливаніи не особенно велика. Нѣсколько опытовъ, сдѣланныхъ мною въ этомъ направленіи, показали, что общая потеря въ вѣсѣ почвъ при прокаливаніи, опредѣленная непосредственнымъ взвѣшиваніемъ лодочекъ съ остатками анализа, въ крайнихъ случаяхъ на полпроцента менѣе истинной, но часто весьма близка къ послѣдней.

Связанный азотъ въ почвахъ находится, какъ извѣстно, въ видѣ: 1) азота растительныхъ остатковъ, 2) азота нитратовъ и 3) азота амміачныхъ солей. При анализѣ опредѣляютъ сначала общее содержаніе въ почвѣ азота, затѣмъ—количества азота нитратовъ и амміачныхъ солей; вычитая сумму азота, полученную при двухъ послѣднихъ опредѣленіяхъ, изъ первой, находятъ по разности азотъ растительныхъ остатковъ. Для опредѣленія въ почвѣ *общаго содержанія азота*, употребляютъ способъ Кьельдаля *), сущность

*) Подробности о способѣ Кьельдаля приведены въ лекціи объ анализѣ растительнаго корма.

помощи чашек почвою, подлты, сдѣланные въ черноземѣ, тщательной обработкой, показали, что лиза.

Юдочки съ пропорочною доставтери въса почхимически свяумуса въ почу въ ней угледая потеря въ казаннымъ пузависитъ отъ анализа извизанная вода, на. Впрочемъ, юсоба опредѣаннн не особенно въ этомъ бсѣ почвъ при мѣ взвѣшиваайннхъ случао весьма близ

акъ извѣстно, азота нитраизѣ опредѣля, затѣмъ—колей; вычитая ихъ опредѣлетъ растительбцаго содержа*), сущность

объ анализѣ рас-

котораго состоитъ въ томъ, что содержащее азотъ органическое вещество, въ данномъ случаѣ почву, въ которой заключается органическое вещество, содержащее N,—нагрѣваютъ съ крѣпкой сѣрною кислотой до начинающагося кипѣнн я, приче мъ весь азотъ переходитъ въ аммиакъ и, соединяясь съ избыткомъ кислоты, даетъ сѣрноаммиачную соль; когда весь азотъ перешелъ въ аммиакъ, жидкость, разбавленную водой, перегоняютъ съ ѣдкимъ натромъ и отгоняющнйся водный аммиакъ собираютъ въ извѣстный объемъ титрованной сѣрной кислоты, избытокъ которой опредѣляютъ затѣмъ титрованнемъ щелочью; отсюда узнается количество связанной сѣрной кислоты, а слѣдовательно—и азотъ аммиака. Доказано, что если при этомъ присутствуютъ малыя количества нитратовъ, то они переходятъ въ аммиакъ; а такъ какъ въ почвѣ количество нитратовъ, обыкновенно, не бываетъ значительнымъ, то способъ Кьельдаля можно смѣло употреблять при опредѣленнн общаго количества связаннаго азота въ почвахъ. Понятно, что при этомъ вмѣстѣ съ образовавшимся при анализѣ аммиакомъ изъ органическихъ остатковъ и нитратовъ получится и аммиакъ, бывшнй въ видѣ солей въ почвѣ. Для анализа достаточно взять навѣску около 10 гр. почвы и нагрѣвать это количество съ 30 СС. крѣпкой сѣрной кислоты. Въ случаѣ весьма низкаго содержания азота въ почвахъ, можно брать навѣску въ 100 гр., или даже болѣе и вести нагрѣванн съ сѣрною кислотой въ платиновой чашкѣ, прикрывъ ее обращенною воронкою.

Опредѣленн аммиака въ почвѣ простое по принципу, потому что основано на разложенн аммиачныхъ солей помощью оснований, тѣмъ не менѣе представляетъ значительныя затрудненн по двумъ причинамъ. Во первыхъ—потому, что аммиачныхъ солей въ почвахъ весьма мало, а во вторыхъ—вслѣдствнн присутствн въ почвахъ органическихъ содержащихъ азотъ веществъ, которыя при дѣйствнн оснований тоже частно разлагаются, выдѣляя малыя количества аммиака. Съ особенною легкостью подобному разложенн подвергаются амиды кислотъ, присутствн которыхъ въ почвахъ, по послѣднимъ изслѣдованнмъ, является весьма вѣроятнымъ. Есть основанн, впрочемъ, для предположенн, что роль амидовъ въ питанн растений, вслѣдствн легкости ихъ разложенн, весь-

ма близка къ роли амміака, такъ что вопросъ объ отдѣленіи готоваго амміака отъ амидовъ имѣеть болѣе аналитическій, чѣмъ агрономическій характеръ. Во всякомъ случаѣ выдѣленіе амміака перегонкою при дѣйствіи на почву растворовъ ѣдкаго кали, или ѣдкаго натра не можетъ быть примѣнено, потому что разложеніе при этомъ коснется и веществъ, съ трудомъ образующихъ амміакъ. Равнымъ образомъ, дѣйствіе крѣпкихъ растворомъ ѣдкихъ щелочей на почву при обыкновенной температурѣ подъ стекляннымъ колоколомъ, подъ который ставится и титрованная сѣрная кислота, назначенная для поглощенія амміака, даетъ неточные результаты. Употребляются же для указаной цѣли слѣдующіе два способа: 1) способъ Буссенго: 200 гр. почвы и 500 С. С. воды помещаютъ въ колбу, прибавляютъ 5 гр. свѣже-прокаленной магнезіи и отгоняютъ водный амміакъ въ титрованную сѣрную кислоту; магнезія здѣсь берется потому, что амміачныя соли ею разлагаются, на органическія же вещества почвы содержащія азотъ она оказываетъ лишь весьма слабое дѣйствіе. Принципъ другого, болѣе точнаго способа принадлежитъ Шлезингу и состоитъ въ предварительномъ извлеченіи изъ почвы амміака помощью кислотъ, а затѣмъ въ разложеніи полученнаго раствора ѣдкими щелочами. Въ литровую колбу помещаютъ такой вѣсъ почвы, чтобы количество въ ней сухой почвы равнялось 400 гр. Почву обливаютъ 100 С. С. дистиллированной воды и приливаютъ къ смѣси изъ бюретки крѣпкой соляной кислоты до тѣхъ поръ, пока не перестанетъ выдѣляться углекислота и пока жидкость не будетъ заключать избытокъ соляной кислоты. Затѣмъ въ колбу приливаютъ столько воды, чтобы общее количество жидкости въ колбѣ равнялось 400 С. С. Закрывъ колбу пробкой, смѣсь взбалтываютъ, даютъ отстояться, отцѣживаютъ чрезъ сухой фильтръ 200 С. С. и перегоняютъ полученный растворъ съ избыткомъ ѣдкаго натра, собирая амміакъ въ титрованную сѣрную кислоту. При этомъ способѣ также нельзя избѣжать перехода въ растворъ амидовъ *), поэтому лучше употреблять при отгонкѣ амміака изъ кислаго раствора магнезію, а не ѣдкій натръ.

*) Ср. Loges, Versuchstationen, XXXII, 201 и Berthelot et André C. R. СIII, 1101.

Для *опредѣленія нитратовъ* ихъ извлекаютъ изъ почвы водою; такъ какъ азотная кислота почвою не поглощается, то въ водной вытяжкѣ будутъ все азотнокислыя соли почвы. Для избѣжаній долгихъ промываній поступаютъ слѣдующимъ образомъ: берутъ такое количество воздушносухой почвы, чтобы въ немъ заключался 1 кило сухой почвы, и приливаютъ въ колбу такой объемъ воды, чтобы общій объемъ ея былъ равенъ двумъ литрамъ. Смѣсь взбалтываютъ, даютъ отстояться, сливаютъ одинъ литръ жидкости черезъ сухой фильтръ, выпариваютъ до малаго объема, прибавивъ одну, двѣ капли раствора углекислаго натра, а затѣмъ опредѣляютъ азотную кислоту по способу Тиманна.

Количество *хлора* опредѣляютъ тоже въ водной вытяжкѣ почвы, приготовленной такъ же, какъ для опредѣленія азотной кислоты. Если въ полученной водной вытяжкѣ заключаются замѣтныя количества сѣрной кислоты, то она должна быть предварительно выдѣлена растворомъ азотнокислаго барита. Хлоръ опредѣляютъ въ вытяжкѣ, нѣсколько сгущенной выпариваніемъ, въ видѣ хлористаго серебра. Опредѣленіе хлора можетъ указать на причину неплодородія почвы, потому что присутствіе въ почвѣ хлористаго натрія въ количествѣ превышающемъ 0,1% вредно дѣйствуетъ на растительность.

Опредѣленіе закиси желѣза является часто весьма важнымъ въ практическомъ отношеніи, такъ какъ присутствіе ея оказываетъ вредное вліяніе на растеніе. Въ почвахъ можетъ находиться сѣрнокислая закись желѣза, происшедшая вслѣдствіе окисленія желѣзнаго окислѣна. Качественное открытіе закиси желѣза, наприм., въ торфянистыхъ почвахъ, производится въ водной вытяжкѣ помощью раствора желѣзосинеродистаго калия и узнается по едному окрашиванію жидкости. Для количественнаго опредѣленія закиси желѣза готовятъ солянокислую вытяжку изъ почвы (100 гр.), но устраняютъ при этомъ доступъ воздуха, для чего къ почвѣ, помещенной въ колбу, прибавляютъ нѣсколько кусковъ мрамора, приливаютъ соляной кислоты и колбу затыкаютъ пробкою со вставленною въ нее длинной стеклянной трубкой; развивающаяся при этомъ углекислота вытѣсняетъ воздухъ изъ колбы, и раствореніе закиси желѣза происходитъ въ атмосферѣ углекислоты. Затѣмъ растворъ, не выливая изъ колбы,

усредняютъ содой, нагрѣваютъ до кипѣнія, приливаютъ уксуснокислаго натра для осажденія окиси желѣза и быстро отцѣживаютъ горячій растворъ черезъ слоеный фильтръ; въ фильтратѣ окисляютъ закись желѣза соляною кислотой и бертолетовою солью и осаждаютъ полученную окись желѣза уксусно-кислымъ натромъ. Осадокъ промываютъ, прокаливаютъ (органическія вещества не были предварительно выдѣлены), растворяютъ осадокъ въ сѣрной кислотѣ и снова восстанавливаютъ окись въ закись, которую и опредѣляютъ титрованіемъ минеральнымъ хамелеономъ.

Опредѣленіе сѣры въ почвахъ представляетъ значеніе по отношенію открытія въ нихъ сѣрнистыхъ металловъ, изъ которыхъ нѣкоторые (наприм. сѣрнистый кальцій) дѣйствуютъ вредно на растительность, а другіе (наприм. сѣрнистое желѣзо), окисляясь, даютъ вреднодѣйствующія соединенія. Въ случаѣ присутствія сѣрнистыхъ металловъ, почва, послѣ прокаливанія при доступѣ воздуха, покажетъ большее содержаніе сѣрной кислоты, чѣмъ до прокаливанія. Для опредѣленія сѣры 25 гр. почвы обливаютъ въ платиновой чашкѣ крѣпкимъ растворомъ азотнокислаго кали и углекислаго кали, высушиваютъ и прокаливаютъ. Затѣмъ массу обрабатываютъ при кипяченіи слабой соляной кислотой, прибавивъ немного азотной кислоты, и въ растворѣ опредѣляютъ сѣрную кислоту хлористымъ баріемъ. Изъ полученнаго количества сѣрной кислоты вычитаютъ найденную въ солянокислой вытяжкѣ почвы, сдѣлавъ, конечно, расчетъ на 25 гр. почвы. Разность будетъ отвѣчать сѣрѣ сѣрнистыхъ металловъ и органическихъ соединеній.

Что касается до способа представленія результатовъ анализа, то всегда найденное количество оснований и кислотъ выражается въ формѣ безводныхъ окисловъ, или элементовъ (наприм., CaO , Na_2O , P_2O_5 , Cl и т. п.) и приводится отдѣльно, потому что группировка ихъ въ соли заключаетъ много произвольнаго.

Конечно, опредѣленіе не всѣхъ приведенныхъ веществъ одинаково важно для сужденія о почвѣ. Такъ наприм. опредѣленіе окиси желѣза, марганца и нѣкоторыхъ другихъ представляетъ въ большинствѣ случаевъ лишь второстепенный интересъ. Важнѣйшими опредѣленіями при анализѣ почвъ являются опре-

дѣленія: фосфорной кислоты, гумуса, химически связанной воды, связаннаго азота, общаго количества веществъ, переходящихъ въ растворъ при дѣйствіи соляной кислоты. Перечисленные опредѣленія или касаются веществъ обыкновенно встрѣчающихся въ почвахъ лишь въ малыхъ количествахъ, какъ наприм. фосфорная кислота *), или указываютъ на степень вывѣтрѣлости почвы и на большее или меньшее присутствіе въ ней такихъ веществъ, которыя способствуютъ вывѣтриванію почвы и имѣютъ косвенное значеніе для питанія растений. Къ этимъ опредѣленіямъ слѣдуетъ присоединить еще опредѣленіе поглотительной способности почвъ, которая, какъ мы видѣли, стоитъ въ прямомъ отношеніи съ количествомъ соединений, образующихся въ почвѣ при вывѣтриваніи. При этомъ для опредѣленія поглощенія слѣдуетъ выбрать такую соль, основаніе которой находится въ почвахъ въ маломъ количествѣ; въ противномъ случаѣ почва можетъ показать малое поглощеніе только потому, что она уже содержитъ много даннаго основанія въ поглощенномъ состояніи.

Принимая это во вниманіе, лучше всего остановиться на изслѣдованіи отношенія почвъ къ амміаку амміачныхъ солей, наприм. нашатыря, потому что въ почвахъ заключаются весьма малыя количества амміака; къ тому же опредѣленіе

*) Что касается до роли химическаго анализа въ вопросахъ практическаго земледѣлія, то въ нѣкоторыхъ случаяхъ результаты анализа прямо могутъ дать указанія относительно тѣхъ мѣръ, которыя должны быть приняты; въ другихъ же, болѣе частыхъ случаяхъ анализъ почвы имѣетъ только консультативное значеніе. Такъ, наприм., если почва оказывается неплодородной и анализъ открываетъ въ ней присутствіе солей закиси желѣза, то этимъ опредѣляются и мѣры, которыя должны быть приняты: известкованіе почвы для выдѣленія закиси желѣза и усиленная аэрація почвы. Но если анализъ показываетъ лишь сравнительно съ другими почвами малое содержаніе въ изслѣдуемой почвѣ какого-либо вещества, наприм. фосфорной кислоты, или азота, то это можно только принять во вниманіе, но не въ исключительное руководство къ тому, какимъ тукомъ удобрять почву. Тутъ вопросъ лучше всего рѣшается сельскохозяйственными опытами, и надо имѣть въ виду, что различныя растенія обладаютъ различною способностью къ утилизованію веществъ изъ одной и той же почвы. Къ тому же всегда крайне рискованно дѣлать заключенія изъ данныхъ анализа на содержаніе въ большихъ площадяхъ земли той или другой составной части почвы. Незбѣжныя ошибки и неточности анализа, при перечисленіи результатовъ опредѣленія, наприм. на десятину, могутъ дать поводъ къ большимъ неточностямъ.

Т А В Л И Ц А

показывающая вѣсъ одного куб. сантиметра азота въ миллиграмахъ при давленіи отъ 73 отъ 10° до 25° С.

	730	732	734	736	738	740	742	744	746	748	750	752	754	756
10°	1,14975	1,15294	1,15613	1,15932	1,16251	1,16570	1,16889	1,27208	1,17527	1,17846	1,18165	1,18484	1,18803	1,19122
11°	1,14417	1,14789	1,15107	1,15424	1,15742	1,16060	1,16378	1,16696	1,17014	1,17332	1,17650	1,17168	1,18286	1,18604
12°	1,13960	1,14277	1,14593	1,14910	1,15227	1,15543	1,15860	1,16177	1,16493	1,16810	1,17127	1,17444	1,17760	1,18077
13°	1,13454	1,13769	1,14085	1,14401	1,14716	1,15032	1,15348	1,15663	1,15979	1,16295	1,16611	1,16926	1,17242	1,17557
14°	1,12942	1,13257	1,13572	1,13886	1,14201	1,14515	1,14830	1,15145	1,15459	1,15774	1,16088	1,16403	1,16718	1,17032
15°	1,12426	1,12739	1,13053	1,13366	1,13680	1,13993	1,14305	1,14620	1,14933	1,15247	1,15560	1,15873	1,16187	1,16500
16°	1,11908	1,12220	1,12533	1,12845	1,13158	1,13470	1,13782	1,14095	1,14407	1,14720	1,15032	1,15344	1,15657	1,15969
17°	1,11384	1,11695	1,12006	1,12317	1,12629	1,12940	1,13251	1,13562	1,13873	1,14185	1,14496	1,14807	1,15118	1,15429
18°	1,10854	1,11165	1,11475	1,11785	1,12095	1,12405	1,12715	1,13025	1,13335	1,13645	1,13955	1,14266	1,14576	1,14886
19°	1,10320	1,10629	1,10938	1,11248	1,11557	1,11866	1,12175	1,12484	1,12794	1,13103	1,13412	1,13721	1,14030	1,14339
20°	1,09786	1,10094	1,10402	1,10710	1,11018	1,11327	1,11635	1,11943	1,12251	1,12559	1,12867	1,13175	1,13483	1,13791
21°	1,09243	1,09550	1,09857	1,10165	1,10472	1,10779	1,11086	1,11393	1,11700	1,12007	1,12314	1,12621	1,12928	1,13235
22°	1,08696	1,09002	1,09308	1,09614	1,09921	1,10227	1,10533	1,10839	1,11145	1,11451	1,11757	1,12063	1,12369	1,12675
23°	1,08141	1,08446	1,08751	1,09056	1,09361	1,09666	1,09971	1,10276	5,10581	1,10886	1,11191	1,11496	1,11801	1,12106
24°	1,07581	1,07885	1,08189	1,08493	1,08796	1,09100	1,09404	1,09708	1,10012	1,10316	1,10620	1,10924	1,11228	1,11532
25°	1,07013	1,07316	1,07619	1,07922	1,08225	1,08528	1,08831	1,09134	1,09437	1,09740	1,10043	1,10346	1,10649	1,10952
	730	732	734	736	738	740	742	744	746	748	750	752	754	756

Д а в л е н і е в ъ м и л л и

Т А Б Л И Ц А,

ра азота въ милиграмахъ
температурахъ

при давленіи отъ 730 до 770 миллиметровъ ртутнаго столба и при
отъ 10° до 25° С.

742	744	746	748	750	752	754	756	758	760	762	764	766	768	770	
1,16889	1,27208	1,17527	1,17846	1,18165	1,18484	1,18803	1,19122	1,19441	1,19760	1,20079	1,20398	1,20717	1,21036	1,21355	10°
1,16378	1,16696	1,17014	1,17332	1,17650	1,17168	1,18286	1,18603	1,18921	1,19239	1,19557	1,19875	1,20193	1,20511	1,20829	11°
1,15860	1,16177	1,16493	1,16810	1,17127	1,17444	1,17760	1,18077	1,18394	1,18710	1,19027	1,19344	1,19660	1,19977	1,20294	12°
1,15348	1,15663	1,15979	1,16295	1,16611	1,16926	1,17242	1,17558	1,17873	1,18189	1,18505	1,18820	1,19136	1,19452	1,19768	13°
1,14830	1,15145	1,15459	1,15774	1,16088	1,16403	1,16718	1,17032	1,17347	1,17661	1,17966	1,18291	1,18605	1,18920	1,19234	14°
1,14305	1,14620	1,14933	1,15247	1,15560	1,15873	1,16187	1,16500	1,16814	1,17127	1,17440	1,17754	1,18067	1,18381	1,18694	15°
1,13782	1,14095	1,14407	1,14720	1,15032	1,15344	1,15657	1,15969	1,16282	1,16594	1,16906	1,17219	1,17531	1,17844	1,18156	16°
1,13251	1,13562	1,13873	1,14185	1,14496	1,14807	1,15118	1,15429	1,15741	1,16052	1,16363	1,16674	1,16985	1,17297	1,17608	17°
1,12715	1,13025	1,13335	1,13645	1,13955	1,14266	1,14576	1,14886	1,15196	1,15506	1,15816	1,16126	1,16436	1,16746	1,17056	18°
1,12175	1,12484	1,12794	1,13103	1,13412	1,13721	1,14030	1,14340	1,14649	1,14958	1,15267	1,15576	1,15886	1,16195	1,16504	19°
1,11635	1,11943	1,12251	1,12559	1,12867	1,13175	1,13483	1,13791	1,14099	1,14408	1,14716	1,15024	1,15332	1,15640	1,15948	20°
1,11086	1,11393	1,11700	1,12007	1,12314	1,12621	1,12928	1,13236	1,13543	1,13850	1,14157	1,14464	1,14771	1,15078	1,15385	21°
1,10533	1,10839	1,11145	1,11451	1,11757	1,12063	1,12369	1,12675	1,12982	1,13288	1,13594	1,13900	1,14206	1,14512	1,14818	22°
1,09971	1,10276	1,10581	1,10886	1,11191	1,11496	1,11801	1,12106	1,12411	1,12716	1,13021	1,13326	1,13631	1,13936	1,14241	23°
1,09404	1,09708	1,10012	1,10316	1,10620	1,10924	1,11228	1,11532	1,11835	1,12139	1,12443	1,12747	1,13051	1,13355	1,13659	24°
1,08831	1,09134	1,09437	1,09740	1,10043	1,10346	1,10649	1,10952	1,11255	1,11558	1,11861	1,12164	1,12467	1,12770	1,13073	25°
742	744	746	748	750	752	754	756	758	760	762	764	766	768	770	

Т е м п е р а т у р а П о С.

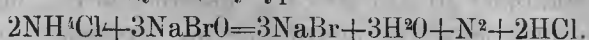
н и е в ъ м и л л и м е т р а х ъ.

Т А Б Л И Ц А,

показывающая объем азота в куб. сантиметрах, который слѣдуетъ прибавить къ найденному при опытахъ надъ поглотительною способностью почвы по способу Кюппа.

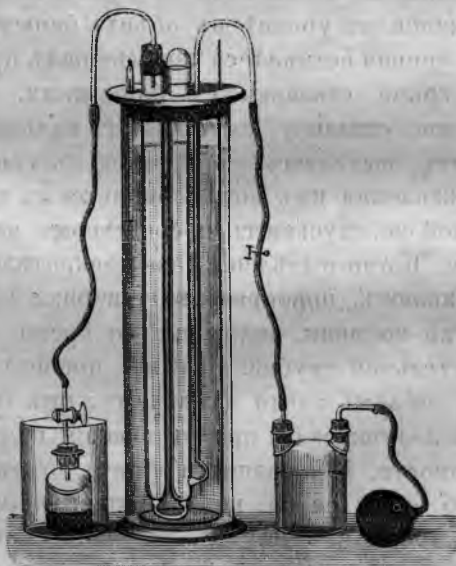
Выдѣлось	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Поглотилось	0,06	0,08	0,11	0,13	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53
Выдѣлось	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Поглотилось	0,36	0,38	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58	0,61	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,76	0,78	0,81	0,83
Выдѣлось	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Поглотилось	1,06	1,08	1,11	1,13	1,16	1,18	1,21	1,23	1,26	1,28	1,31	1,33	1,36	1,38	1,41	1,43	1,46	1,48	1,51	1,53
Выдѣлось	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Поглотилось	1,56	1,58	1,61	1,63	1,66	1,68	1,71	1,73	1,76	1,78	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,96	1,98	2,01	2,03
Выдѣлось	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Поглотилось	2,06	2,08	2,11	2,13	2,16	2,18	2,21	2,23	2,26	2,28	2,31	2,33	2,36	2,38	2,41	2,43	2,46	2,48	2,51	2,53

амміака въ растворахъ, къ чему, конечно, приходится прибѣ- гать при опредѣленіи поглотительной способности почвъ, не- сравненно удобнѣе, чѣмъ опредѣленіе, наприм. калия. Кнопъ, въ лабораторіи котораго было произведено много опредѣле- ній поглотительной способности почвъ, рекомендуетъ упо- треблять для этого нашатырь (NH⁴Cl). Имъ же данъ весьма удобный способъ опредѣленія амміака посредствомъ бромно- ватисто-натріевой соли (NaBrO); послѣдняя реагируетъ съ амміакомъ по слѣдующему уравненію:



Весь азотъ амміака получается, слѣдовательно, въ газо- образномъ состояніи. Объемъ выдѣлишагося азота измѣря- ютъ и отъ объема переходятъ къ вѣсу азота. Реакцію про- изводить въ особомъ приборѣ (фиг. 7), носящемъ названіе азотометра.

Фиг. 7.



Кнопъ предлагаетъ брать растворъ нашатыря, заключаю- щій въ 208 СС. одинъ гр. хлористаго аммонія; при разло- женіи такого раствора бромноватисто-натріевой солью изъ каждаго куб. сантиметра раствора выдѣляется одинъ куб. сантиметръ азота при 0° и 760 мм. давленія. Берутъ 100 СС.

Поглотилось	1,55	1,58	1,61	1,63	1,66	1,68	1,71	1,73	1,76	1,78	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,96	1,98	2,01	2,03	
Выдѣлилось	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
Поглотилось	2,06	2,08	2,11	2,13	2,16	2,18	2,21	2,23	2,26	2,28	2,31	2,33	2,36	2,38	2,41	2,43	2,46	2,48	2,51	2,53	

этого раствора нашатыря и смѣшиваютъ съ 50 гр. воздушно-сухой почвы, просѣянной чрезъ сито съ отверстіями въ $\frac{1}{2}$ милл. и, часто взбалтывая, оставляютъ на 48 часовъ. Можно брать также 100 гр. почвы и 200 СС раствора нашатыря. Къ смѣси Кнопъ рекомендуетъ прибавлять 5—10 гр. отмученнаго порошка мѣла для нейтрализаціи соляной кислоты, но, повидимому, это не имѣетъ существеннаго значенія, затѣмъ отцѣживаютъ часть жидкости чрезъ сухой фильтръ, берутъ пипеткою 20 или 40 СС., выпариваютъ, прибавивъ каплю соляной кислоты, почти досуха, смываютъ остатокъ 10 СС. воды въ одно отдѣленіе стеклянки (фиг. 9), раздѣленной пластинкой на двѣ части, и помѣщаютъ въ другое отдѣленіе 50 СС. раствора NaBrO , который приготавливаютъ, растворяя 100 гр. NaHO въ 1250 СС. воды и прибавляя къ раствору 25 СС. брома. Стеклянку соединяютъ съ приборомъ, погрузивъ ее въ воду, и, вынувъ кранъ изъ соединительной трубки, наблюдаютъ, чтобы вода въ приборѣ стояла на 0 дѣленія и на одинаковомъ уровнѣ въ обѣихъ бюреткахъ и чтобы это положеніе уровня оставалось неизмѣннымъ при соединеніи посредствомъ крана стеклянки съ бюретками. Затѣмъ, наклоня осторожно стеклянку, смѣшиваютъ находящіяся въ ней жидкости. Азотъ, выдѣляясь, собирается въ градуированной бюреткѣ; вытѣсняемая имъ вода собирается въ другой бюреткѣ, изъ которой ее спускаютъ посредствомъ изображеннаго приспособленія. Когда выдѣленіе газа прекратилось, стеклянку сильно встряхиваютъ, повторяя это три раза черезъ нѣкоторые промежутки времени, закрывая во время встряхиванія кранъ соединительной трубки. Затѣмъ, приведя воду къ одному уровню, объемъ азота измѣряютъ; онъ будетъ менѣе того, который получился бы при разложеніи нашатыря выше указанной крѣпости. Изъ разности обоихъ объемовъ узнаютъ количество куб. сант. азота, которое въ видѣ амміака задержалось 50 гр. почвы изъ 100 СС. раствора нашатыря. Отсюда вычисляютъ, какое количество куб. сант. азота задержалось бы 100 гр. почвы изъ 200 СС. раствора (если опытъ не былъ произведенъ съ этими послѣдними количествами) и этимъ числомъ выражаютъ поглотительную способность почвы. Напримѣръ, если въ таблицахъ Кнопа *) поглотительная

*) Bonitirung der Ackererde.

способность почвы выражена числомъ 75 (черноземъ), то это значитъ, что 100 гр. чернозема поглотили изъ 200 СС. раствора нашатыря съ содержаніемъ въ немъ $0,2804$ гр. $\text{NH}^3 - 0,114$ гр. NH^3 , т. е. $37,5\%$. Такъ какъ при описанномъ способѣ опредѣленія приходится имѣть дѣло съ газами, то необходимо принять мѣры, чтобы температура газа во время его измѣренія не мѣнялась и была съ точностью извѣстна; поэтому какъ стеклянку, такъ и трубки окружаютъ водою опредѣленной и одинаковой температуры и къ измѣренію газа приступаютъ только тогда, когда онъ успѣетъ принять температуру окружающей его воды. При расчисленіи результатовъ опыта надо принять во вниманіе, что часть азота остается въ растворѣ въ той жидкости, откуда онъ выдѣлялся. Особыми опытами опредѣлено, сколько азота остается при этомъ въ растворѣ. Въ прилагаемой таблицѣ приведены числа, выражающія число куб. сант. азота, которое должно прибавить къ непосредственно измѣренному объему газа. Другая таблица даетъ возможность безъ вычисленій переходить къ вѣсу азота отъ наблюденнаго объема этого газа.

Объ удобреніяхъ.

Въ лекціяхъ объ удобреніяхъ будетъ представлено не полное ученіе объ удобреніи, но та его часть, которая тѣсно связана съ химіей, т. е. составъ удобреній, химическіе процессы, происходящіе при ихъ приготовленіи и храненіи, химическіе процессы, происходящіе при дѣйствіи удобреній на почву, насколько это окажется нужнымъ послѣ изложенія реакцій, происходящихъ въ почвѣ, — и анализъ удобреній.

Если растенія истлѣваютъ на мѣстѣ своего роста, то верхніе слои почвы обогащаются органическими и минеральными составными частями: растенія, проникая въ нижніе слои почвы корнями, извлекаютъ оттуда минеральныя соли и поднимаютъ ихъ въ надземные органы. При такихъ условіяхъ перешедшія изъ почвы въ растеніе минеральныя вещества возвращаются въ почву же. Но при отчужденіи жатвы съ поля легко можетъ произойти обѣдненіе почвы одной или нѣсколькими составными частями; является необходимость возмѣщенія послѣд-

нихъ для поднятія урожаевъ, и этого достигаютъ внесеніемъ въ нее удобреній.

Удобреніями называются не только вещества, служація для непосредственнаго питанія растений, но также и тѣ, которыя переводятъ въ удоуусвояемое состояніе присутствующія уже въ почвѣ соединенія, или улучшаютъ физическія свойства почвы. Отсюда общее опредѣленіе удобреній будетъ такое: удобренія суть вещества, вносимыя въ почву съ цѣлью повышенія урожая. Удобренія дѣлятся на прямыя или возмѣщающія (непосредственно дѣйствующія) и удобренія непрямыя (косвенно дѣйствующія). Впрочемъ, рѣзкаго различія между ними нѣтъ. Такъ наприм., чилійская селитра будетъ и прямымъ, и косвеннымъ удобреніемъ. Она доставляетъ растеніямъ азотъ и вызываетъ въ почвѣ реакціи обмѣна, переводя въ растворъ основанія, бывшія въ нерастворимомъ состояніи. Роль нѣкоторыхъ удобреній, Впрочемъ, не исчерпывается указанными сторонами дѣйствія; такія удобренія, какъ навозъ, человѣческія изверженія и т. п., содержація много органическаго вещества, являются не только возмѣщающими удобреніями, но и улучшающими физическія свойства почвы. Эту сторону дѣйствія удобреній мы, Впрочемъ, разсматривать не будемъ, потому что она должна быть разобрана въ курсѣ земледѣлія; равнымъ образомъ не будемъ разсматривать и косвенно дѣйствующихъ удобреній, потому что теорія ихъ дѣйствія ясна изъ ученія о поглотительной способности почвъ, уже изложенной, а приготовленіе и анализъ такихъ удобреній, какъ гипсъ, известь и друг., не представляетъ никакихъ особенностей. Остается, слѣдовательно, сосредоточиться на прямыхъ удобреніяхъ и обратить вниманіе на ихъ возмѣщающее дѣйствіе.

Для того, чтобы указать, какія удобренія будутъ разсмотрены, надо рѣшить, какія изъ важныхъ питательныхъ веществъ въ почвѣ находятся въ малыхъ количествахъ и возмѣщеніе которыхъ при отчужденіи урожаевъ для почвы наиболѣе необходимо. Здѣсь на первомъ планѣ стоитъ фосфорная кислота, находящаяся въ почвѣ въ крайне малыхъ количествахъ, чаще въ сотыхъ, чѣмъ въ десятыхъ доляхъ процента, — затѣмъ азотъ и наконецъ кали. Хотя послѣднее и заключается часто въ почвахъ въ значительныхъ количест-

сигаютъ внесеніемъ
ества, служація для
акже и тѣ, которыя
рисуствующія уже
изическія свойства
еній будетъ такое:
очву съ цѣлью по-
рямыя или возмѣ-
и удобренія непря-
рѣзкаго различія
ая селитра будетъ
а доставляетъ ра-
акціи обмѣна, пе-
ть нерастворимомъ
рочемъ, не исчер-
; такія удобренія,
т. п., содержація
не только возмѣ-
і физическія свой-
ій мы, впрочемъ,
должна быть ра-
разомъ не будемъ
добрений, потому
о поглотительной
готовленіе и ана-
и друг., не пред-
в, слѣдовательно,
обратить внима-

вахъ, но большею частью въ неудобоусвояемой формѣ — въ видѣ обломковъ горныхъ породъ, только мало-помалу вывѣтривающихся. Равнымъ образомъ, связанный азотъ гумуса медленно превращается въ амміакъ и нитраты. Изверженія животныхъ, рядомъ съ перечисленными веществами, заключаютъ и другія, нужныя для питанія растений; поэтому они представляютъ полныя удобренія и противопоставляются вспомогательнымъ удобреніямъ—большею частью минеральнымъ, наприм., фосфатамъ, селитрѣ, сѣрноамміачной соли и т. п. Чтобы покончить съ общими замѣчаніями относительно удобреній, приведемъ еще нѣкоторыя соображенія, касающіяся этого вопроса.

По ученію Либиха, почвѣ, для поддержанія ея плодородія, должно возвращать все отнятое. На это положеніе, при всей его безспорности, можно замѣтить, что успѣхъ урожая зависитъ не только отъ возвращенія почвѣ веществъ, отчужденныхъ отъ нея предшествовавшими жатвами, но и отъ наличности многихъ условій, часть которыхъ находится въ нашемъ распоряженіи. На то изъ условій, которое находится въ minimumѣ, и должно быть обращено вниманіе; это условіе слѣдуетъ усилить, чтобы безпрепятственно, въ полной мѣрѣ, воспользоваться другими. Если неурожай зависитъ отъ истощенія почвы одною или нѣсколькими составными частями, прочія же условія для урожая въ благопріятны, то, конечно, возвращеніе почвѣ отнятаго будетъ полезно, хотя и здѣсь надо еще принять во вниманіе различную способность растений къ использованию питательнаго запаса почвы; пониженіе урожая даннаго растенія вслѣдствіе малаго количества въ почвѣ какого-либо вещества не означаетъ еще, что и другія растенія будутъ страдать отъ того же. Но если почва обладаетъ плохими физическими качествами, мѣшающими развитію корней, удержанію влаги и надлежащему ходу вывѣтриванія, то сколько бы мы ни вносили односторонне дѣйствующихъ удобреній, дѣла не поправимъ. Въ этомъ случаѣ и возвращеніе, по Либиху, почвѣ отнятаго не поможетъ урожаю, такъ какъ почва можетъ и помимо отнятаго содержать достаточный запасъ питательныхъ веществъ, но они, по недостатку развитія благопріятныхъ условій другихъ категорій, будутъ оставаться непроизводительными.

будутъ разсмотрѣ-
нительныхъ ве-
ществахъ и воз-
ь для почвы наи-
стоитъ фосфор-
не малыхъ коли-
ихъ доляхъ про-
отъ послѣднее и
ьныхъ количест-

О навозѣ.

Выше уже было упомянуто, что изверженія животныхъ заключаютъ всѣ главныя питательныя вещества для растений: связанный азотъ, кали, фосфорную кислоту. Кромѣ того, они являются самымъ естественнымъ матеріаломъ для удобрения, потому что инаго примѣненія для нихъ не найдено, хотя и были дѣланы попытки къ извлеченію, наприм., изъ мочи амміачныхъ солей и т. п. Въ хозяйствахъ же, гдѣ содержится скотъ, изверженія скопляются въ большомъ количествѣ. Съ давнихъ поръ уже они съ успѣхомъ примѣняются для удобрений и въ этомъ отношеніи особенную извѣстность приобрѣлъ навозъ, т. е. смѣсь твердыхъ и жидкихъ скотскихъ извержений съ подстилкою, для которой весьма часто, но не всегда, употребляется солома.

Чтобы выяснитъ значеніе навоза, какъ удобрения возмѣщающаго, надо разсмотрѣть, въ какомъ отношеніи стоитъ навозъ къ тому корму, которымъ питается скотъ; другими словами, слѣдуетъ разсмотрѣть, во первыхъ, зависимость состава извержений отъ состава корма; во вторыхъ, — тѣ измѣненія, которымъ подвергаются изверженія при храненіи ихъ въ видѣ навоза.

Для того, чтобы взять возможно простыя условія происхожденія извержений, надо разсмотрѣть, въ какомъ отношеніи къ пищѣ стоятъ изверженія такого животнаго, вѣсь котораго не мѣняется. При обмѣнѣ, происходящемъ при этихъ условіяхъ въ тѣлѣ животнаго, одни вещества выдѣляются, другія отлагаются, но приходъ равенъ расходу; значитъ, весь связанный азотъ пищи и всѣ минеральныя вещества, въ ней заключавшіяся, будутъ находиться въ изверженіяхъ. Но количество органическаго вещества въ изверженіяхъ будетъ меньше, чѣмъ въ принятой пищѣ, такъ какъ часть углерода и водорода ея послѣ усвоенія пойдетъ на процессъ дыханія и превратится въ углекислоту и воду. Многіе опыты, сдѣланные надъ различными животными, показали, что въ разсматриваемомъ случаѣ изъ сухаго вещества корма теряется, превращаясь въ углекислоту и воду, около половины вѣса. Такъ напримѣръ, по опытамъ Геннеберга и Стомана волу

впродолженіи сутокъ было скормлено 16,77 фунта (сухаго вещества), а изверженій за то же время собрано 8,75 фунта (сухаго вещества); въ другіе дни:

скормлено:	собрано:
16,778 фун.	8,708 фун.
15,289 "	8,222 "

Среднее изъ нѣсколькихъ опытовъ: скормлено 16,67 и собрано 8,15, или 48,96%.

Итакъ почти 50% вѣса корма выдѣляется въ твердыхъ и жидкихъ изверженіяхъ вола, когда вѣсь его оставался постояннымъ; другая половина терялась въ видѣ CO_2 и H_2O . Слѣдовательно, происходитъ уменьшеніе въ содержаніи только углерода и водорода, азотъ же и минеральныя соли цѣликомъ находятся въ изверженіяхъ. Потеря части органическаго вещества не важна, ибо углеродъ и водородъ органическаго вещества растений происходятъ насчетъ углекислоты и воды. Значитъ при условіи неизмѣняемости вѣса животного и зная составъ корма и подстилки, легко расчислить, сколько въ свѣжемъ навозѣ будетъ заключаться питательныхъ для растенія веществъ.

Не особенно трудно рѣшить этотъ вопросъ и въ томъ случаѣ, когда животные не находятся въ состояніи равновѣсія питанія: если они откармливаются, растутъ, размножаются, или если они даютъ продукты, наприм., молоко. Зная составъ этихъ продуктовъ или средній составъ прироста, легко вычислить и составъ изверженій. Этими соображеніями и руководятся, устанавливая общую связь между пищею и свѣжимъ навозомъ.

При обсужденіи вопроса о значеніи изверженій, какъ удобрительнаго матеріала, надо принять во вниманіе различіе въ составѣ твердыхъ изверженій и мочи. Въ мочѣ находятся только продукты обмѣна, продукты регрессивнаго метаморфоза, въ калѣ же, вмѣстѣ съ ними, главнымъ образомъ—непереварившіеся остатки корма. У травоядныхъ въ мочѣ находятся: мочевины, гипсуровая кислота, минеральныя соли, но фосфорной кислоты нѣтъ. Въ твердыхъ изверженіяхъ—фосфорныя соли, остатки пищи, эпителий, слизь, желчь и пр. Вотъ средній составъ лошадиныхъ и коровьихъ изверженій, а также и свѣжаго навоза по Буссенго:

	1000 ч. мочи со- держатъ:		1000 ч. кала со- держатъ:		1000 ч. свѣжаго навоза + соло- мист. подстилка.
	лошади:	коровы:	лошади:	коровы:	
N	14,8	9,69	5,3	4,2	3—5
P ² O ⁵	слѣды	слѣды	3,0	1,0	3
K ² O	8,03	13,19	слѣды	0,3	6
H ² O	910,8	921,0			
Общее колич. извер. въ годъ (въ килогр.)	1200	3080	6000	10000	

Еслибы въ дѣло всегда употреблялся свѣжій навозъ, то опредѣлить въ немъ содержаніе питательныхъ для растеній веществъ было бы легко по вышеизложенному. Но извѣстно, что навозъ, передъ его примѣненіемъ для удобренія, лежитъ нѣкоторое время въ хлѣвахъ, или въ особо устроенныхъ гноищахъ, причѣмъ подвергается измѣненіямъ—прѣтеть, что обнаруживается развитіемъ амміачнаго запаха и измѣненіемъ цвѣта,—онъ мало-по-малу чернѣетъ, солома теряетъ свое строеніе и давно перепрѣвшій старый навозъ является почти однородною землистою массой чернаго цвѣта.

Ближайшее изученіе причинъ, вызывающихъ измѣненія, происходящія въ навозѣ, показало, что онѣ зависятъ отъ жизнедѣятельности разнообразныхъ низшихъ организмовъ, находящихся въ навозѣ для себя подходящія условія для питанія. Скопленіе навоза представляетъ удобную среду для развитія аэробіевъ и анаэробіевъ. Въ мѣстахъ доступныхъ дѣйствию кислорода воздуха поселяются плѣсневые грибки и другіе организмы, дыханіе которыхъ совершается на счетъ свободнаго кислорода воздуха, и здѣсь процессъ будетъ имѣть исключительно окислительный характеръ. Въ мѣстахъ же недоступныхъ дѣйствию кислорода будутъ жить разнообразныя бактеріи, и здѣсь, какъ всегда при броженіяхъ, въ отсутствіе воздуха, появятся, съ одной стороны, соединенія болѣе окисленные, съ другой—болѣе возстановленные, чѣмъ первоначальный субстратъ. Еслибы не было условій благопріятствующихъ устраненію или, что то же, измѣненію природы этихъ продуктовъ жизни бактерій, то дѣятельность ихъ вскорѣ прекратилась бы, потому что ни одинъ организмъ не можетъ существовать въ средѣ, состоящей изъ его выдѣленій, т. е. изъ продуктовъ его жизнедѣятельности, или содержащей

а со-	1000 ч. свѣжаго
навоза + соло-	
робы:	мяст. подстилка.
4.2	3—5
1.0	3
0.5	6

000

свѣжій навозъ, то
хъ для растений
ому. Но извѣстно,
удобрения, лежитъ
обо устроенныхъ
имъ—прѣветъ, что
апахъ и измѣне-
солома теряетъ
навозъ является
го цвѣта.

сшихъ измѣненія,
нѣ зависятъ отъ
ихъ организмовъ,
и условия для пи-
робную среду для
гахъ доступныхъ
бневые грибки и
паются на счетъ
ссы будетъ имѣть
тъ мѣстахъ же не-
тъ разнообразныя
няхъ, въ отсут-
соединенія болѣе
ныя, чѣмъ перво-
говій благопріят-
змѣненію природы
льность ихъ вско-
организмъ не мо-
тъ его выдѣлений,
, или содержащей

эти продукты въ извѣстной степени накопленія. Но часть этихъ продуктовъ газообразна (CO_2 , CH_4), слѣдовательно, разсѣвается въ атмосферѣ; другая, какъ наприм. кислоты, служитъ пищею аэробіямъ и превращается въ концѣ концовъ въ углекислоту и воду; наконецъ, при разложеніи навоза имѣетъ мѣсто одно обстоятельство, весьма помогающее безпрепятственному дѣйствию бактерий: это — развитие изъ мочевины углекислаго амміака, который превращаетъ кислоты въ амміачныя соли, дѣлая ихъ безвредными для дальнѣйшаго броженія и выполняя тутъ, очевидно, ту же роль, которую играетъ углекислая известь при молочномъ и масляномъ броженіяхъ.

Обратимъ вначалѣ вниманіе на газы, образующіеся при разложеніи навоза. Давно уже было замѣчено, что при разложеніи навоза выдѣляются углекислота, пары углекислаго амміака, небольшія количества сѣрнистаго водорода, азотъ, метанъ. Нѣкоторыя изслѣдованія, далѣе приведенныя, имѣютъ цѣлью показать, отъ какихъ причинъ и условій зависятъ развитіе въ навозѣ тѣхъ и другихъ газовъ.

Опыты Дегерена *) показали, что въ навозныхъ гноищахъ наивысшая температура замѣчается во внѣшнихъ слояхъ, гдѣ идетъ сильное окисленіе; такъ на глубинѣ 0,3 метр. температура кучи была 55°, а выше—65° и 68° (смѣсь конскаго и скотскаго навоза лѣтомъ въ періодѣ разложенія). Газы, извлеченные изъ этихъ наружныхъ слоевъ (0,45 м.), состояли изъ углекислоты и азота, т.-е. весь кислородъ воздуха пошелъ на окисленіе органическаго вещества. Газы же, извлеченные изъ нижнихъ слоевъ кучи, состояли изъ углекислоты и болотнаго газа (CH_4), съ небольшою примѣсью азота, температура же глубокихъ слоевъ была значительно ниже, чѣмъ наружныхъ.

Возможно въ особыхъ опытахъ заставить навозъ разлагаться исключительно при содѣйствіи кислорода воздуха или въ отсутствіи его и при этомъ наблюдать соответствующія явленія съ большею ясностью. Подобные опыты произвелъ Гэйонъ (Gayon) **). Онъ помѣстилъ свѣжій конскій навозъ,

*) Compt. Rend. 1884, 380.

**) Compt. Rend. 1884, 528.

какъ извѣстно, весьма легко разлагающійся, въ 2 кубическихъ ящикахъ (1 метръ по вѣсѣмъ измѣреніямъ); одинъ изъ нихъ имѣлъ стѣнки изъ проволочной сѣтки, — значить, воздухъ могъ въ немъ свободно циркулировать; другой былъ со всѣхъ сторонъ закрытъ, оставлены же были только отверстія въ крышкѣ для термометровъ. Въ первомъ ящикѣ, при вѣшной температурѣ равной 8—10°, черезъ три дня, температура достигла до 65 — 70°, выдѣлялись въ обилии пары воды и масса амміака. При микроскопическомъ изслѣдованіи навоза изъ этого ящика, въ немъ оказалась масса микробовъ: плѣсневые грибки, бациллы, микрококки и т. п. *). Что касается до закрытаго ящика, то въ немъ температура сначала возвысилась до 20°, а затѣмъ понизилась почти до температуры вѣшной среды. При этихъ условіяхъ въ навозѣ также были найдены различныя бактеріи; изъ нихъ Гэйонъ соотвѣтственными культурами выдѣлилъ бактерію, способную разлагать клѣтчатку на углекислоту и метанъ **). (Изъ 1 куб. метра свѣжаго конского навоза при 35° можно получить при соотвѣствующихъ условіяхъ до 100 литровъ метана въ сутки.) Особые опыты показали, что въ присутствіи хлороформа не происходитъ разложенія навоза на метанъ и углекислоту. Но, запаивая навозъ въ трубки съ воздухомъ и хлороформомъ, Дегеренъ нашель, что весь кислородъ воздуха хотя и медленно, однако превратился въ углекислоту. Этотъ послѣдній опытъ не даетъ еще права сдѣлать то заключеніе, что въ образованіи найденной углекислоты микроорганизмы не принимали участія: хлороформъ не безусловно смертеленъ для всѣхъ микроорганизмовъ. Изъ опытовъ Вольни слѣдуетъ, что онъ часто дѣй-

*) По изслѣдованіямъ Шлезинга сына (С. В. 1889, 527) надъ стерилизованнымъ навозомъ, развитіе углекислоты изъ него, при температурахъ 70 — 100°, начинается происходить и подъ влияніемъ химическаго окисленія.

**) Разложеніе клѣтчатки при броженіи на CO_2 и CH_4 было изслѣдовано Поповымъ и Гоппе-Зейлеромъ. Послѣдній получилъ изъ 25,773 гр. сухой бумаги, 700 СС воды и 0,7 гр. сухаго вещества осадка изъ уличной трубы (ферментъ) вирожденія 15 лѣтъ 3281,135 СС углекислоты и 2570,93 СС метана. Разложеніе было ведено въ стеклянкѣ съ газоотводною трубою, слѣдовательно—безъ доступа воздуха. Реакція, по всей вѣроятности, совершается въ двѣ фазы: 1) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$; 2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 3\text{CO}_2 + 3\text{CH}_4$.

йся, въ 2 кубиче-
еніямъ); одинъ изъ
и, — значитъ, воз-
зять; другой былъ
были только отъ
первомъ ящикѣ,
черезъ три дня,
дѣлялись въ обилии
роскопическомъ изъ
въ немъ оказалась
циллы, микрококки
цика, то въ немъ
а затѣмъ понизи-
ты. При этихъ ус-
различныя бактеріи;
цтурами выдѣлилъ
на углекислоту и
е конского навоза
ющихъ условіяхъ до
опыты показали,
ходить разложенія
апаивая навозъ въ
герень нашель, что
ю, однако превра-
пытъ не даетъ еще
бразованіи найден-
имали участія: хло-
сѣхъ микроорганиз-
го онъ часто дѣй-

27) надъ стерилизован-
емпературахъ 70 — 100°,
окисленія.

№ было изслѣдовано По-
5,773 гр. сухой бумаги,
ичной трубы (ферментъ)
570,93 СС метана. Раз-
бою, слѣдовательно—безъ
шается въ двѣ фазы: 1)

ствуеть только ослабля ихъ жизнѣдѣтельность. Для полу-
ченія категорическихъ результатовъ, слѣдовало бы прибѣг-
нуть къ помощи другихъ дезинфецирующихъ средствъ, на-
прим. сулемы.

Вышеизложеннымъ объясняется одновременный ходъ въ
навозѣ окислительныхъ и восстановительныхъ процессовъ;
наблюдалось, что внутри кучи гипсъ, внесенный для задер-
жанія углекислаго амміака, часто восстанавливается въ сѣрни-
стый кальцій. Послѣдній процессъ является повидимому так-
же результатомъ жизнѣдѣтельности особыхъ бактерій.

Кромѣ указанныхъ выше газовъ, при гніеніи навоза, так-
же какъ и при гніеніи легкоразлагающихся азотистыхъ ве-
ществъ, выдѣляется азотъ. Первые по времени, но весьма
тщательно исполненныя изслѣдованія въ этомъ отношеніи
произведены Рейзе въ 1856 году *). Еще въ 1849 году Рейзе
и Реньо опубликовали подробный отчетъ объ опытахъ, имѣв-
шихъ цѣлью рѣшеніе вопроса, выдѣляется ли при дыханіи
животныхъ нѣкоторое количество азота, или нѣтъ. Устроен-
ный ими съ этою цѣлью приборъ позволялъ поддерживать во
все время опыта подъ большимъ стекляннымъ колоколомъ,
куда помѣщалось животное, составъ воздуха, весьма близ-
кій къ нормальному: это достигалось поглощеніемъ углекис-
лоты вѣдкимъ кали и подпусканіемъ въ колоколь, по мѣрѣ
уменьшенія въ немъ давленія, кислорода до первоначальнаго
давленія. Для опредѣленія результата опыта анализировался
воздухъ въ колоколѣ. Если въ этомъ воздухѣ процентное
содержаніе азота оказывалось болѣе, чѣмъ въ атмосферномъ
воздухѣ, то это служило доказательствомъ выдѣленія сво-
боднаго азота при процессѣ, въ самомъ колоколѣ происхо-
дящемъ. Этимъ приборомъ и воспользовался Рейзе для рѣ-
шенія вопроса, выдѣляется ли азотъ при гніеніи. Конскій и
скотскій навозъ вводился подъ колоколь въ количествахъ
отъ 5 до 10 кило, и при томъ—или въ среднемъ состояніи
влажности, или почти сполна погруженный въ жидкость. При
среднемъ состояніи влажности объемъ азота послѣ опыта,
продолжавшагося отъ 6 до 21 дня, колебался отъ 80,16 до
81,9, слѣдовательно, выдѣленіе свободнаго азота все-таки

*) Compt. rend. XLII, 53.

происходило; но при опытахъ съ навозомъ, запыльшимъ жидкостью, объемъ азота послѣ опыта достигалъ до 84,97—93,46; въ этихъ послѣднихъ случаяхъ замѣчалось также образование метана отъ 1,55 до 8,54 объемовъ. Значить, при гніеніи навоза, при доступѣ воздуха, выдѣляется свободный азотъ; если гніеніе навоза происходитъ подъ водою, то азота выдѣляется болѣе, и рядомъ съ нимъ выдѣляется метанъ; въ обоихъ случаяхъ образуется, кромѣ того, углекислота. Многіе другіе изслѣдователи, послѣ Рейзе, экспериментируя по другому методу *), именно—опредѣляя, съ одной стороны, связанный азотъ гнющаго вещества передъ началомъ опыта, а съ другой—сумму связаннаго азота въ соединеніяхъ, происшедшихъ при гніеніи, и связаннаго азота, оставшагося въ веществѣ послѣ опыта, пришли къ тому же результату, какъ Рейзе, т. е. что часть связаннаго азота при гніеніи освобождается въ видѣ газа.

Переходимъ теперь къ разсмотрѣнію негазообразныхъ продуктовъ гніенія навоза. Конечно, навозъ, содержа массу соединений, даетъ при гніеніи множество продуктовъ, но для ориентированія въ этомъ сложномъ процессѣ слѣдуетъ разложить его по частямъ, обративъ при этомъ вниманіе на преобладающіе процессы.

Свѣжій навозъ, не считая минеральныхъ веществъ, состоитъ изъ остатковъ растительной пищи, соломы и соединеній съ большимъ содержаніемъ азота, главнымъ образомъ: мочевины, остатковъ бѣлковыхъ веществъ и гиппуровой кислоты. Разложеніе растительныхъ остатковъ даетъ начало гуминовымъ веществамъ; почернѣніе навоза по мѣрѣ его разложенія ясно на это указываетъ. Разложеніе мочевины ведетъ къ образованію углекислаго амміака и запахъ разлагающагося навоза вполне убѣдительно говоритъ за то, что

*) Въ послѣднее время, Шлезингъ (С. В. 1889, CVIII, 261) экспериментируя по методу весьма сходному съ методомъ Рейзе, нашелъ также, что при разложеніи конскаго навоза выдѣляется азотъ. Выдѣленіе азота было равнымъ образомъ констатировано Шлезингомъ при гніеніи мяса, рыбы, сыра, бобовъ. При опытахъ Шлезинга взятыя вещества оставались въ присутствіи кислорода до полного прекращенія разложенія. При этомъ найдено, что весь азотъ вещества, за исключеніемъ меньшаго количества, выдѣливавшегося въ свободномъ состояніи (около 2%) превращался въ амміакъ.

углекислый аммиакъ дѣйствительно образуется. Конечно, образуются въ навозѣ и иныя соединенія, наприм.—органическія кислоты, сѣрководородъ и друг. Но все-таки главными по количеству продуктами разложенія навоза, остающимися въ немъ, явятся углекислый аммиакъ и гуминовыя вещества.

Конечно, не безъ вліянія другъ на друга останутся эти продукты. Слѣдуетъ ожидать образованія гуминовоаммиачной соли; и дѣйствительно, водная вытяжка навоза показываетъ реакцію гуминовоаммиачной соли. Она даетъ осадки съ солями извести, окиси желѣза, глинозема; кислоты выдѣляютъ изъ нея бурый осадокъ, схожій по внѣшнему виду и по отношенію къ водѣ и щелочамъ съ гуминовою кислотой. Та же черная масса, въ которую превращается вполне перепрѣвній навозъ, заключаетъ значительное количество азота—до 4хъ процентовъ и болѣе—и притомъ не въ видѣ амміака, а въ видѣ связаннаго органическаго азота, который можно назвать амиднымъ азотомъ. Равнымъ образомъ, вещество, сходное съ гуминовой кислотой (навозная кислота Тенара) и на образованіе котораго въ навозѣ только-что указано, заключаетъ болѣе азота, чѣмъ гуминовая кислота почвы *).

*) О причинахъ процентнаго обогащенія азотомъ гумусовыхъ веществъ по мѣрѣ ихъ разложенія было мною сказано ранѣе въ лекціи о гумусѣ. Въ данномъ частномъ случаѣ, т.-е. при разложеніи навоза, надо имѣть въ виду, что низшіе организмы могутъ заимствовать азотъ изъ амміака, а оставлять его въ выдѣленіяхъ, или послѣ смерти, въ формѣ сложныхъ органическихъ соединеній, обратное образованіе амміака изъ которыхъ можетъ идти безъ сравненія медленнѣе, чѣмъ образованіе амміака изъ мочевины и другихъ легко разлагающихся азотистыхъ соединеній, заключающихся въ навозѣ. Результатомъ явится превращеніе аммиачнаго азота въ связанный азотъ, заключающійся въ соединеніяхъ уже не въ формѣ амміака. Изъ опытовъ Жули слѣдуетъ, что дѣйствительно, часть аммиачнаго азота навоза переходитъ въ связанный неаммиачный азотъ. Но, по-видимому, этотъ переходъ можетъ совершаться при участіи гумусовыхъ веществъ и безъ содѣйствія низшихъ организмовъ. Опыты Тархова (Извѣстія Петровской Акад. 1881 г. вып. I), которые заслуживаютъ полнаго вниманія и которые слѣдовало бы повторить въ болѣе широкихъ размѣрахъ, дали слѣдующіе результаты. Сырой торфъ помѣщался въ стеклянки вмѣстѣ съ водой и сѣрнокислымъ амміакомъ; онѣ плотно закрывались, затѣмъ оставлялись при частомъ взбалтываніи. Сдѣлано опредѣленіе азота амміака и азота органическихъ соединеній до и послѣ опыта. Оказалось, что количество связаннаго азота органическихъ соединеній послѣ опыта увеличилось на счетъ азота амміака, количество котораго оказалось меньше, чѣмъ до опыта. Если послѣ опыта передъ

Въ почвѣ этотъ азотъ превратится мало-помалу въ нитраты; кислоты же навоза, заключающія связанный азотъ, дадутъ въ почвѣ нерастворимыя соединения съ известью, глиноземомъ, но не вымоются водой.

Въ общемъ, результатъ измѣненія навоза проявится: 1) въ уменьшеніи количества органическаго вещества, 2) въ потерѣ части NH^3 и азота и 3) въ обогащеніи остающагося органическаго вещества азотомъ и минеральными веществами, что и подтверждается опытами. Главная причина, почему измѣненіе навоза идетъ въ указанныхъ направленіяхъ, лежитъ въ томъ, что онъ играетъ роль пищи для низшихъ организмовъ; поэтому и измѣненія его имѣютъ тотъ же характеръ, какъ измѣненія корма при прохожденіи послѣдняго черезъ организмы животныхъ (развитіе углекислоты и воды, уменьшеніе органическихъ веществъ, обогащеніе оставшагося органическаго вещества азотомъ и минеральными солями). Измѣненія въ этомъ направленіи будутъ весьма замѣтны въ навозѣ до тѣхъ поръ, пока онъ не превратится въ гумусовое вещество глубокой стадіи разложенія, нерастворимое въ водѣ и мало способное играть роль пищи для низшихъ организмовъ. Но рядомъ съ этимъ принимаютъ участіе и процессы чисто химическаго характера (дѣйствіе амміака на органическія соединения), которые были выше рассмотрѣны.

При гніеніи навоза, какъ было указано выше, часть связаннаго азота переходитъ въ свободный азотъ *); кромѣ того часть углекислаго амміака улетучивается: и то и другое понижаетъ, конечно, удобрительное качество навоза, а потому вызвало рядъ изслѣдованій, имѣвшихъ цѣлю предупредить, или, по крайней мѣрѣ, по возможности понизить эту потерю. Конечно, самымъ простымъ и радикальнымъ средствомъ въ этомъ отношеніи является дезинфекція навоза, прекращеніе

опредѣленіемъ амміака торфъ не высушивался, то превращеніе было крайне мало; если же онъ высушивался при 100° , то оно выступало съ полною ясностью. То же самое и съ гуминовой кислотой. Гуминовая кислота изъ сахара (безъ азота) послѣ обработки $(\text{NH}_4)^2 \text{SO}_4$ содержала не только NH^3 , но и связанный амидный азотъ. Ср. Eggerts (Centr. Bl. Arg. Ch. 1889, 75) результаты котораго тѣ же, что у Тархова.

*) Въ лекціи о круговоротѣ азота въ природѣ я буду еще имѣть случай остановиться на причинахъ и условіяхъ перехода связаннаго азота въ свободный при гніеніи.

въ немъ процессовъ гніенія. Стало извѣстнымъ, что прибавленіе къ навозу извести въ значительныхъ количествахъ, а также кизерита, каинита и отбросовъ отъ добыванія калиевыхъ солей (см. калиевыя удобрения), значительно понижаетъ въ немъ интенсивность процессовъ гніенія. Но, кромѣ дороговизны этихъ дезинфецирующихъ средствъ, надо имѣть въ виду, что въ хозяйствахъ чаще всего требуется полуразложившійся навозъ, такъ что главное вниманіе должно быть обращено не на то, чтобы остановить совершающіеся въ навозѣ процессы гніенія, а на отысканіе такихъ условій, при которыхъ бы во время этихъ процессовъ выдѣлялось наименьшее количество азота въ свободномъ состояніи и улетучивалось бы мало амміака. Этого можно достигнуть въ значительной степени и безъ употребленія какихъ либо особыхъ веществъ, а только подходящимъ уходомъ за навозомъ. Сохраненіе навоза въ хлѣвахъ подъ животными соединяетъ въ себѣ много благоприятныхъ въ указанномъ смыслѣ условій. Навозъ сохраняется постоянно влажнымъ, при умѣренномъ доступѣ воздуха внутрь массы; первое способствуетъ удержанію въ растворѣ углекислаго амміака, а второе ослабляетъ интенсивность процесса превращенія связаннаго азота въ свободный. При храненіи навоза не подъ животными, а въ гноищахъ, слѣдуетъ воспроизводить по возможности тѣ же условія: навозъ слѣдуетъ поддерживать во влажномъ состояніи, поливая его навозною жижею; утаптываніемъ животными, или иными средствами надо достигнуть того, чтобы онъ лежалъ довольно плотною массой и чтобы, слѣдовательно, воздухъ проникалъ внутрь массы лишь въ умѣренномъ количествѣ. Чтобы еще болѣе предохранить навозъ отъ потери изъ него углекислаго амміака, его смѣшиваютъ, или покрываютъ торфомъ или землею. Прибавка гипса, или еще лучше— суперфосфата, заключающаго гипсъ, оказывается весьма дѣйствительною. Эти вещества не останавливаютъ гніенія навоза, а только превращаютъ амміакъ въ нелетучія соли. Углекислый амміакъ входитъ въ реакцію обмѣна съ гипсомъ, давая сѣрнокислый амміакъ и углекислую известь; кислая же фосфорнокислая известь и свободная фосфорная кислота, заключающіяся въ суперфосфатѣ, входятъ въ соединеніе съ амміакомъ. При удобреніи навозомъ слѣдуетъ, конечно, также

въ нитраты;
зотъ, дадутъ
ью, глинозе-

явится: 1) въ
, 2) въ поте-
щагося орга-
веществами,
ина, почему
вленіяхъ, ле-
шихъ органи-
трактеръ, какъ
организма жи-
еніе органи-
ганическаго
змѣненія въ
ь навозѣ до
овое веще-
е въ водѣ и
рганизмовъ.
цессы чисто
рганическія

, часть свя-
, кромѣ того
и другое по-
а, а потому
едупредить,
ту потерю.
дствомъ въ
рекращеніе

было крайне
, полною ясно-
та изъ сахара
NH₃, но и свя-
75) результаты

въ случай оста-
въ свободный

принять мѣры отъ потери изъ него азота и амміака. Лучшимъ средствомъ въ этомъ отношеніи является немедленное запахиваніе навоза; но когда это невозможно, то навозъ слѣдуетъ разбросать равномерно по полю, но не оставлять въ кучахъ. Впрочемъ раструженіе навоза по полю только тогда не ведетъ къ значительнымъ потерямъ амміака, когда оно производится на влажной почвѣ въ сырое и дождливое время года. При этихъ условіяхъ, встрѣчающій влагу и вымываемый дождями амміакъ распределяется равномерно по почвѣ, поглощаясь ею. Оставленіе же въ кучахъ влечетъ за собою потерю амміака отъ провѣтриванія ихъ и чрезмѣрное обогащеніе амміакомъ, вслѣдствіе промыванія, тѣхъ ограниченныхъ участковъ поля, которые были заняты скопленіями навоза. Самая почва подъ такими кучами является удобреніемъ и должна быть распределена по полю во избѣжаніе возможнаго полеганія растений. При запахиваніи навоза слѣдуетъ имѣть въ виду свойства почвы. Въ почвахъ легко провѣтриваемыхъ, наприм. песчаныхъ, навозъ можетъ быть запаханъ на большую глубину, чѣмъ на тяжелыхъ глинистыхъ почвахъ, въ которыхъ, вслѣдствіе трудной проницаемости ихъ для воздуха, разложеніе навоза и образованіе изъ него нитратовъ вообще идетъ медленно, чѣмъ на почвахъ съ противоположными качествами. Если, имѣя это въ виду, кромѣ того принять во вниманіе, что глинистыя почвы обладаютъ большею поглотительною способностью, чѣмъ песчаныя то станетъ понятнымъ, почему совѣтуютъ удобрять послѣднія почасту небольшими количествами навоза, и не считаютъ это необходимымъ для почвъ глинистыхъ, которыя могутъ выносить рѣдкое, но сильное удобреніе.

О человѣческихъ изверженіяхъ, какъ удобрительномъ матеріалѣ.

Самые цѣнные продукты сельскаго хозяйства, съ большимъ процентнымъ содержаніемъ фосфорной кислоты, азота, какъ напримѣръ: зерна злаковъ, мясо, молоко, — идутъ на пищу человѣку, и, слѣдовательно, изверженія послѣдняго являются весьма цѣннымъ удобрительнымъ средствомъ. Но пользованіе этимъ средствомъ затрудняется тѣмъ, что сельскій хозяинъ не на-

ммиага. Луч-
немедленное
навозъ слѣ-
оставлять въ
только тогда
и, когда оно
ждлиное вре-
агу и вымы-
ѣрно по поч-
ечетъ за со-
чрезмѣрное
ѣхъ ограни-
скоплениями
ется удобре-
о избѣжаніе
навоза слѣ-
ь легко про-
ть быть за-
глинистыхъ
оницаемости
іе изъ него
почвахъ съ
ь виду, кро-
чвы облада-
тъ песчанья
рять послѣд-
и не счита-
оторыя мо-

ходить его въ должныхъ количествахъ подъ руками, такъ какъ продукты, служащіе человѣку пищей, отчуждаются изъ хозяйства, большею частью, на сторону и сосредоточиваются въ городахъ. Кромѣ затрудненій перевозки, на распростра-неніе въ хозяйствахъ этого удобрения неблагоприятно вліяетъ также и то обстоятельство, что изъ выгребныхъ ямъ изверженія получаютъ сильно разбавленные водою, такъ что ихъ удобрительная цѣнность весьма понижается.

Для того, чтобы показать зависимость между составомъ пищи и изверженіями, сопоставимъ слѣдующія данныя анализовъ въ расчетѣ на сухое вещество:

Составъ	Изверженій:				
	Сѣна:	Пшеницы:	Мяса:	человѣка:	коровы
Органическаго вещества . . .	92,2	96,7	94,5	80,6	82,5
въ органическомъ веществѣ					
связаннаго N	1,4	2,4	15,7	14,7	2,7
Золы	7,8	3,8	5,5	19,4	17,4

Числа, приведенныя въ таблицѣ, относятся къ высушенной *мочи* твердыхъ и жидкихъ изверженій. Отсюда видно, что изверженія человѣка гораздо богаче азотомъ, чѣмъ изверженія коровы. Что касается золы, то количество ея одинаково, но составъ различенъ:

Въ 100 ч. золы	человѣческихъ изверж.	изверж. коровы.
" " " K ² O	16	17
" " " P ² O ⁵	17	2

Слѣдовательно, человѣческія изверженія богаче изверженій крупнаго рогатаго скота не только азотомъ, но и фосфорною кислотою. Если же сравнить составъ мочи и кала, выдѣляемыхъ человѣкомъ въ извѣстный промежутокъ времени, то выяснятся слѣдующія въ этомъ отношеніи различія: взрослый человѣкъ въ день среднимъ числомъ выдѣляетъ твердыхъ изверженій 133 гр. и 1200 гр. мочи.

Они содержатъ: сухое веществ.	30	"	64	"
Въ этомъ сух. в-ѣ орган. в-вѣ	25,7	"	50	"
Азота въ органич. в-хъ . . .	2,1	"	12,7	"
Золы(сух. в-во минусъ орг. в-во)	4,5	"	14	"
P ² O ⁵	1,7	"	1,7	"
K ² O	0,6	"	2,2	"

материалъ.

ь большимъ
азота, какъ
а пищу чело-
ются весьма
ованіе этимъ
яинъ не на-

Слѣдовательно, въ извѣстный промежутокъ времени человѣкъ выдѣляетъ въ мочѣ *вдвое болѣе* твердыхъ веществъ, чѣмъ въ калѣ, и къ тому же твердое вещество мочи процентно богаче азотомъ и кали, чѣмъ твердыя изверженія. Значить, особеннаго вниманія заслуживаетъ утилизація мочи для удобрения.

Замѣтимъ здѣсь, что отношеніе между твердымъ веществомъ мочи и кала у крупнаго рогатаго скота и лошадей совершенно обратно приведенному. Такъ, найдено, что быки выдѣляли на 1000 фунтовъ живаго вѣса:

7 ₄₃	кала (въ высуш. состоян.)	и	1 ₀₆	мочи (въ высуш. состоян.)
6 ₉₃	" " " "	"	1 ₁₅	" " " "
7 ₁₃	" " " "	"	0 ₉₁	" " " "

Т. е. въ 7 разъ меньше выдѣлялось твердыхъ составныхъ веществъ въ мочѣ, нежели въ твердыхъ изверженіяхъ. Къ тому же выводу можно придти, пользуясь цифрами, приведенными въ статьѣ о навозѣ.

Изверженія примѣняются для удобрения или въ натуральномъ состояніи, или въ видѣ канализаціонныхъ жидкостей для орошенія полей *), или въ видѣ пудретовъ. Послѣдніе при-

*) Когда при орошеніи полей канализаціонными жидкостями имѣется въ виду только обезвреживаніе послѣднихъ, то не обращается вниманія на то, что данная поверхность почвы получаетъ удобрительнаго матеріала несравненно болѣе, чѣмъ требуетъ самой интензивной культурой. Но при орошеніи съ агрономическими цѣлями, конечно надо принять во вниманіе составъ жидкостей и распредѣлять ихъ на данную поверхность въ должныхъ количествахъ. Такъ наприм. около Парижа на гектаръ въ годъ поступаетъ съ цѣлью обезвреживанія 57,000 куб. метровъ жидкости. Въ этомъ объемѣ содержится 2,565 кило азота, 1,026 кило фосф. к. и 2,109 кило кали. Эти количества эквивалентны 500,000 кило навоза или 32,000 пудамъ въ годъ на десятину. Ясно, что этого удобрения хватило бы болѣе, чѣмъ на 25 десятинъ. Не слѣдуетъ думать, что при такомъ избыточномъ удобрении почва обогащается. Канализаціонныя жидкости до такой степени разбавлены водою, что при обильномъ орошеніи изъ почвы многое уносится. Въ этомъ отношеніи поучительны данныя добытыя Фелькеромъ, который анализировалъ почву луговъ около Эдинбурга, получавшихъ въ продолженіи 80 лѣтъ ежегодно на гектаръ отъ 30,000 до 40,000 куб. метровъ канализаціонныхъ жидкостей. Въ килограммѣ почвы оказалось всего 0,4 гр. азота, 0,6 гр. фосфорной кислоты и 0,8 гр. кали.

готовляются, смачивая наприм., твердыя изверженія слабой сѣрной кислотой и высушивая *).

Полнаго вниманія заслуживаетъ также присыпка изверженій землею или торфянымъ порошкомъ. Последняго требуется въ годъ на челоуѣка отъ 3 до 6 пудовъ. Дѣйствіе торфа сводится къ способности его задерживать газы и впитывать массы жидкости; твердыя изверженія, въ прикосновеніи съ торфомъ, теряютъ воду и разложеніе ихъ вслѣдствіе этого замедляется; полученная масса почти лишена запаха, потому что не выдѣляетъ газовъ, задерживаемыхъ торфомъ. Но обезвреживающее его свойство, т. е. способность окислять органическія вещества и переводить связанный азотъ въ нитраты, несравненно ниже, чѣмъ почвы. Опыты показали, что моча при процѣживаніи чрезъ торфъ почти не мѣняется въ составъ, тогда какъ при процѣживаніи чрезъ почву сильно нитрифицируется. Изъ попытокъ переводить составныя части мочи въ концентрированныя удобренія слѣдуетъ упомянуть о способѣ Шлезинга: къ перегнившей мочѣ приливаютъ растворъ хлористаго магнія, составляющаго отбросъ при добываніи поваренной соли изъ морской воды. Осаждается при этомъ фосфорнокислая амміакъ-магнезія. Были сдѣланы также попытки къ выдѣленію амміака изъ мочи. Для этого перегнившую мочу перегоняютъ съ известью

*) Заслуживаетъ вниманія слѣдующій способъ переработки изверженій, который началъ входить въ употребленіе въ Парижѣ. Смѣсь твердыхъ и жидкихъ изверженій кипятятъ въ объемистыхъ приборахъ, въ присутствіи извести; выдѣляющійся амміакъ поглощаютъ сѣрною кислотой. Осадокъ, образующійся въ приборѣ послѣ кипяченія, содержитъ всю фосфорную кислоту и почти весь азотъ органическихъ веществъ изверженій; осадокъ этотъ отжимаютъ и высушиваютъ. Прозрачная же жидкость содержитъ почти все кали, которое было въ первоначальной смѣси. Способъ этотъ 1) не требуетъ особыхъ бассейновъ для отстаиванія изверженій 2) кипяченіемъ убиваются зародыши низшихъ организмовъ 3) остаткомъ переработки является дезинфецированная жидкость, содержаніе въ которой органическихъ веществъ весьма мало. Способъ этотъ начинается распространяться и въ Германіи. Такъ называемый А—В—С процессъ, ведущій свое начало изъ Англіи, названъ такъ потому, что требуетъ примѣненія квасцовъ (alun), крови (blood) и глины (clay). Смѣсь изверженій стущаютъ прибавленіемъ древеснаго угля, глины и отбросовъ крови и затѣмъ приливаютъ раствора квасцовъ. Осадокъ прессуютъ, высушиваютъ и мелютъ. Остающаяся жидкость прозрачна, лишена запаха, но содержитъ слѣды азота.

и первыя порціи отгона собираютъ; въ нихъ будетъ почти весь амміакъ мочи. Перегонъ насыщаютъ сѣрной кислотой и, выпаривъ, получаютъ сѣрноамміачную соль. Въ послѣднее время этотъ пріемъ стали примѣнять къ смѣси твердыхъ и жидкихъ изверженій (см. выше) *).

Гуано и птичій пометъ вообще, какъ удобрительный матеріаль.

Птицы, какъ извѣстно, выдѣляютъ твердыя изверженія и мочу вмѣстѣ. Содержаніе воды въ этой смѣси изверженій безъ сравненія ниже, чѣмъ въ смѣси твердыхъ и жидкихъ изверженій млекопитающихъ. Такъ, наприм., въ свѣжемъ голубиномъ пометѣ было найдено воды 58%, а въ утиномъ—46,6%.

Слѣдовательно, свѣжій птичій пометъ представляетъ весьма концентрированное удобрение. Попавъ въ условія, благопріятствующія высыханію, птичьи изверженія легко теряютъ воду, разложеніе ихъ останавливается и въ сухомъ состояніи они могутъ сохраняться безъ измѣненія. Весьма извѣстное удобрение гуано представляетъ быстро высохшій птичій пометъ.

Образованіе гуано въ главныхъ мѣстностяхъ его нахождения, именно,—на небольшихъ прибрежныхъ островахъ и на берегу Тихаго океана въ Южной Америкѣ, между 2^о и 21^о южной широты, совершается при слѣдующихъ условіяхъ. Морское теченіе, направляющееся отъ мыса Горнъ на сѣверъ, вдоль берега Южной Америки, изобилуетъ громаднымъ количествомъ рыбы, которою питаются несмѣтныя стаи птицъ.

Скопленіе изверженій этихъ птицъ вмѣстѣ съ ихъ остатками: костями, перьями, яйцами и т. п. составляетъ то, что называется залежами гуано. Сохраненіе изверженій обуславливается тѣмъ, что климатъ этихъ мѣстностей жарокъ, а дождь бываетъ крайне рѣдко. По показанію Буссенго, въ то время, когда онъ былъ въ одномъ изъ мѣстъ залеганія гуано, тамъ не было дождя въ продолженіе семнадцати лѣтъ.

Въ Европу гуано было впервые привезено А. Гумбольтомъ въ началѣ этого столѣтія и изслѣдовано французскими хими-

*) Примѣняется еще иногда, но очень рѣдко, сжиганіе изверженій.

ками Фуркруа и Вокеленомъ. Оно оказалось состоящимъ: 1) главнымъ образомъ изъ мочевой кислоты, частью свободной, частью въ видѣ амміачной и известковой солей; 2) изъ амміачныхъ и калийныхъ солей щавелевой кислоты; 3) изъ солей фосфорной кислоты, главнымъ образомъ известковой, а также амміачной, магнезіальной и калийной — въ небольшихъ количествахъ; 4) изъ малыхъ количествъ хлористаго аммонія, хлористаго калия и сѣрнокислаго кали; 5) изъ примѣсей: песка и т. п. Позже въ гуано былъ найденъ гуанинъ въ малыхъ количествахъ и углекислый амміакъ. Послѣдующіе анализы гуано были дѣланы главнымъ образомъ съ цѣлью опредѣленія его удобрительнаго достоинства и ограничивались потому опредѣленіемъ въ немъ связаннаго азота, фосфорной кислоты и только нѣкоторыхъ оснований. Вотъ составъ гуано съ острововъ Хинха, лежащихъ подъ 13°—15° южной широты:

Воды	15 ⁷⁸²
Органич. вещества	52 ⁷⁵²
Фосфорно-извест. соли	22 ⁷⁶⁴
Щелочныхъ солей	7 ⁷⁵⁶
Общее кол. азота	15 ⁷²⁹
Песку	1 ⁷⁶⁶

Количество гуано на этихъ островахъ доходило по приближительному разсчету до 823 миллионновъ пудовъ, но теперь этотъ запасъ почти совершенно истребленъ. Это типъ такъ называемаго перуанскаго гуано, представляющаго бураго цвѣта порошокъ, въ которомъ замѣчаются твердыя скопления, остатки перьевъ, костей и т. п.

Къ водѣ перуанское гуано относится слѣдующимъ образомъ. Если гуано обработать водою и *тотчасъ* отдѣлить растворъ отъ остатка, то оказывается, что около половины гуано переходитъ въ растворъ, и въ немъ будутъ находиться щавелево-кислый амміакъ и другія растворимыя соли гуано, но фосфорной кислоты будетъ мало. Почти вся она находится въ остаткѣ въ видѣ нерастворимой трехосновной известковой соли. Если же гуано *оставитъ* съ водою на нѣсколько дней и затѣмъ отцѣдить растворъ, то окажется, что количество щавелевой кислоты въ немъ уменьшилось, а количество фос-

ние Либихъ и Ма-
гуано щавелово-
въ реакцію взаим-
ной известью,
какъ и щавелево-
къ показали осо-
бѣнно кислото ам-
мъ, что растворъ
о фосфорнокислой
етъ щавелевокис-
) сѣрной кислоты
реакціи. Все это
бъясняетъ весьма
и послѣ его рас-
ъ. Въ этомъ слу-
занная реакція и
ываться раство-
его произойдетъ
фосфорной кислоты

агерскихъ остро-
іствію дождей, а
ещество въ немъ
вною составною
овная фосфорно-
: полнымъ удоб-
кислоту содержа-
гуано по Либиху:

78,7 %

6,1 "

0,12 "

0,13 "

14,95 "

0,3—1,0 "

многочисленные
ени между двумя

Гуано часто подвергается фальсификаціи, а потому прихо-
дится прибѣгать къ его *анализу*. Тѣ составныя части гуано,
на которыя слѣдуетъ прежде всего обратить вниманіе, бу-
дутъ: 1) связанный азотъ со включеніемъ азота амміачныхъ
солей и 2) фосфорная кислота. Для опредѣленія азота можно
рекомендовать способъ Кьельдаля *). Для опредѣленія же фос-
форной кислоты 2,5 гр. тщательно составленнаго средняго
образчика гуано прокаливаетъ въ платиновомъ тиглѣ съ
двойнымъ количествомъ смѣси соды (2 части) и селитры (1
часть). Этотъ пріемъ употребляется для того, чтобы воспре-
пятствовать при выжиганіи органическаго вещества образо-
ванію пиро- и мета-фосфатовъ; послѣдніе могутъ образоваться
потому, что въ гуано фосфорная кислота можетъ быть свя-
зана частью съ амміакомъ. Сплавъ растворяютъ въ азотной
кислотѣ, отдѣляютъ кремнекислоту и опредѣляютъ въ части
раствора фосфорную кислоту титрованіемъ уксуснокислымъ
ураномъ, соблюдая должныя для того предосторожности, или
молибденовокислымъ амміакомъ. Въ томъ случаѣ, когда тре-
буется опредѣлить въ гуано растворимую фосфорную кислоту,
поступаютъ такъ же, какъ съ суперфосфатами, о чемъ бу-
детъ рѣчь далѣе. При опредѣленіи воды въ гуано высушива-
ніемъ, надо имѣть въ виду, что изъ него потеряется при этомъ
часть амміака. Поэтому сушеніе производятъ пропусканіемъ
струи воздуха чрезъ трубку, въ которую помѣщена фарфо-
ровая лодочка съ 2—3 гр. гуано. Трубка въ горизонтальномъ
положеніи помѣщается въ особую воздушную баню, нагрѣ-
ваемую до 100°. Воздухъ пропускаютъ съ помощію аспира-
тора, заставляя его послѣ выхода изъ трубки проходить чрезъ
титрованную сѣрную кислоту. Титрованіемъ кислоты узнаютъ
количество NH^3 , которое должно быть прибавлено къ вѣсу
высушеннаго гуано въ лодочкѣ. Опредѣленіе общаго коли-
чества зольныхъ частей гуано производится прокаливаніемъ
на воздухѣ 5 гр. гуано. Подобнымъ же образомъ произво-
дится и вообще анализъ помета птицъ.

Пометъ голубей, куръ и др. птицъ является также весьма
концентрированнымъ и цѣннымъ удобреніемъ; вотъ составъ
высушенныхъ изверженій голубей и куръ:

*) Описание способа Кьельдаля приведено при анализѣ растительнаго корма.

	Голуби:	Куры:
Органическихъ веществъ	81 ₇₅	74 ₇₅
Азота	6 ₇₂	5 ₇₅
Фосфорнокислыхъ солей	7 ₇₈	14 ₇₅

Слѣдуетъ, впрочемъ, имѣть въ виду, что изверженія птицъ гниютъ весьма быстро, если находятся въ сильно влажномъ состояніи; при этомъ они теряютъ аммиакъ и, конечно, ихъ удобрительное значеніе въ этомъ случаѣ понижается. Голубиный пометъ изъ-подъ желѣзныхъ крышъ потому и цѣнится, что онъ при этихъ условіяхъ быстро высыхаетъ, сохраняя свое удобрительное достоинство.

Въ настоящее время искусственно готовятъ удобрения, имѣющія сходство съ гуано. Матеріаломъ для этого служатъ остатки отъ заготовленія рыбъ, остатки китобойнаго промысла и т. п. *). Сущность приемовъ, практикуемыхъ при искусственномъ приготовленіи гуано, состоитъ: 1) въ удаленіи изъ обрабатываемаго матеріала жира, какъ цѣннаго продукта (вытапливаніемъ, нагрѣваніемъ съ водою) и 2) въ сушеніи и измельченіи остатка. Какъ эти, такъ и другія удобрения, получаемыя изъ животныхъ отбросовъ (высушенная кровь, роговые стружки и др.) являются сильно дѣйствующими удобрениями, содержащими большой процентъ азота и фосфорной кислоты **).

*) Съ весны 1885 года открылъ свои дѣйствія первый русскій гуанный заводъ для обработки китовыхъ тушъ, внутренностей и костей на китоловной факторіи Шереметьева въ губѣ Арѣ на Мурманскомъ берегу.

**) Различные отбросы, встрѣчающіеся въ каждомъ хозяйствѣ, какъ-то остатки растений, старая кожа, перья, соръ, остатки пищи и т. п. часто съ пользою употребляются для приготовленія компостнаго удобрения. Въ устраиваемыхъ съ этою цѣлю компостныхъ кучахъ, названныя вещества переслаиваются землею съ примѣсью золы, мергеля и т. п. Въ составъ такихъ кучъ весьма полезно вводить жженую, или гашеную известь. Смѣсь веществъ слѣдуетъ поддерживать въ умеренно-влажномъ состояніи. Перелопачивая время отъ времени кучу, легко замѣтитъ постепенное превращеніе ея въ однородную массу. Реакціи совершающіяся при этомъ слѣдующія: известь и другія щелочныя вещества весьма способствуютъ разрушенію и окисленію даже такихъ органическихъ веществъ, которыя въ почвѣ долго остались бы неразложившимися. Конечно въ первые моменты участіе низшихъ организмовъ въ происходящихъ процессахъ будетъ незначительно, потому что этому препятствуетъ щелочность среды. Но вскорѣ известь насыщается углекислотою, углекислыя щелочи переходятъ въ двуугле-

Объ удобренияхъ съ преобладающимъ содержаніемъ фосфорнокислой
извести.

Тѣ продукты, которые сбываются изъ хозяйства на сторону, наприм. зерно, мясо и т. п., содержатъ значительное количество фосфорной кислоты. Если не прибѣгать къ особымъ мѣрамъ для возвращенія почвѣ всей отнятой фосфорной кислоты, то неизбежнымъ послѣдствіемъ этого будетъ пониженіе ея плодородія. Въ этомъ отношеніи имѣются многіе поучительные примѣры; такъ наприм. Крузіусъ, который въ теченіе многихъ лѣтъ велъ точную отчетность по своему хозяйству, показалъ, что хотя его поля и получали въ отчетный періодъ времени болѣе чѣмъ было съ нихъ вывезено, но такъ какъ общее количество фосфорной кислоты въ удобренияхъ было менѣе вывезеннаго количества ея, то произошло обѣднѣніе почвы фосфорною кислотой съ его послѣдствіями. Именно—понижилась умолотность хлѣбовъ; количество получаемаго зерна стало дѣлаться меньше, хотя уменьшенія урожайности травянистыхъ частей растений и не было замѣчено.

Если сравнить содержаніе фосфорной кислоты въ травянистыхъ частяхъ растенія съ содержаніемъ ея въ зернѣ, то станетъ понятно, что уменьшеніе въ почвѣ количества фосфорной кислоты прежде всего должно было отразиться на урожаѣ зерна. Въ 10000 вѣс. частяхъ ржанаго зерна содержится 82 ч. фосфорной кислоты, въ соломѣ же только около 19. Почти то же самое въ пшеницѣ и ячменѣ. Въ 10000 ч. льнянаго сѣмени заключается 130 ч. фосфорной кислоты, а въ льняномъ стеблѣ—43 ч. фосфорной кислоты; въ клеверномъ сѣнѣ—56 ч. фосфорной кислоты, въ кормовой рѣпѣ—10 ч. фосфорной кислоты и т. д. Возмѣщеніе фосфорной кислоты въ почвѣ исключительно посредствомъ навоза является для хозяйствъ, сбывающихъ продукты на сторону, во мно-

кислыя, а также насыщаются происходящими кислотами—и тогда наступаетъ безпрепятственное дѣйствіе микроорганизмовъ, имѣющее результатомъ превращеніе взятыхъ веществъ въ однородную гуминовую массу съ значительнымъ содержаніемъ нитратовъ. Потери амміака изъ такихъ кучъ не происходитъ, потому что онъ поглощается землею и затѣмъ нитрифицируется.

гихъ отношеніяхъ неудобнымъ. Пришлось бы имѣть и вносить въ почву массы навоза, содержащаго всего около $\frac{3}{10}\%$ фосфорной кислоты, а вмѣстѣ съ нимъ массы органическаго вещества и другихъ соединеній, которыя могли бы оказываться для почвы излишними. Къ тому же, въ случаѣ скармливанія скоту сѣна съ луговъ, происходило бы истощеніе этихъ послѣднихъ. Эти немногія предварительныя замѣчанія достаточно мотивируютъ важность употребленія въ подходящихъ случаяхъ специальныхъ фосфорныхъ удобреній.

Тотъ сырой матеріалъ, который идетъ для фосфорныхъ удобреній, именно кости, фосфориты и—въ болѣе рѣдкихъ случаяхъ—нѣкоторыя другія вещества (наприм. бакерское и подобные ему сорта гуано) содержатъ всегда трехосновную фосфорнокислую известь $\text{Ca}^3(\text{PO}^4)^2$. И кости, и фосфориты, передъ внесеніемъ въ почву, всегда подвергаются предварительной обработкѣ, цѣль которой состоитъ въ томъ, чтобы *достигнуть возможно быстро и возможно равномернаго распредѣленія въ почву фосфорной кислоты.*

Повсемѣстное распредѣленіе фосфорной кислоты, въ поглощенномъ состояніи, въ верхнихъ слояхъ почвы необходимо для успѣшнаго питанія растений. Только въ этомъ случаѣ корешки растений всегда будутъ находить необходимую для нихъ фосфорную кислоту. Чѣмъ быстрѣ совершится такое распредѣленіе, тѣмъ скорѣе отразится внесеніе фосфорнаго удобрения на урожаѣ; вмѣстѣ съ тѣмъ, обращеніе капитала, употребленнаго на фосфорное удобреніе, будетъ быстро, а это и составляетъ цѣль всякаго промышленнаго предпріятія.

Распредѣленіе въ почвѣ фосфорной кислоты можетъ совершиться только въ томъ случаѣ, если внесенный въ нее фосфатъ $\text{Ca}^3(\text{PO}^4)^2$ растворится и затѣмъ изъ раствора фосфорная кислота поглотится частицами почвы. Такое раствореніе фосфатовъ въ почвѣ можетъ быть вызвано причинами двойкаго характера: вопервыхъ, дѣйствіемъ кислотъ, которыя, отнявъ часть извести отъ трехосновной соли, переведутъ ее или въ соль CaHPO^4 , немного легче растворимую въ водѣ, чѣмъ трехосновная соль,—или въ соль $\text{CaH}^2\text{P}^2\text{O}^6$, легко въ водѣ растворяющуюся; вовторыхъ — реакціе обмѣна трехосновной соли съ щелочными солями, наприм.,

имѣть и вносить около $\frac{3}{10}\%$ фосфорноорганическаго вещества бы оказывать учаѣ скармливанію истощенію этихъ замѣчанія доставляющихъ ий.

для фосфорныхъ болѣе рѣдкихъ им. бакерское и а трехосновную, и фосфориты, являются предва въ томъ, что

омпного распре- слоты, въ по- почвы необходимо въ этомъ ходитъ необходимо- быстрое совер- разится внесе- сь тѣмъ, об- ное удобреніе, каго промыш-

и можетъ со- нный въ нее раствора фос- Такое раство- но причинами ислоть, кото- соли, переве- растворимую ль $\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_3$, реакцію об- ими, наприм.,

углекислымъ кали, углекислымъ амміакомъ и т. п.; при дѣйствіи послѣднихъ на $\text{Ca}^3(\text{PO}_4)^2$ образуется, хотя и въ малыхъ количествахъ, фосфорнокислая щелочь, или фосфорнокислый амміакъ, растворяющіеся въ водѣ.

Изъ кислотъ, въ почвѣ находящихся и дѣйствующихъ въ указанномъ направленіи на трехосновную фосфорнокислую известь, главную роль по распространенности въ почвахъ играетъ углекислота, растворенная въ водѣ. Многіе опыты указываютъ на то, что вода, содержащая въ растворѣ углекислоту, сравнительно болѣе переводитъ въ растворъ трехосновной фосфорнокислой извести различнаго происхожденія, чѣмъ чистая вода*); конечно, при этомъ углекислота разлагаетъ трехосновную фосфорнокислую известь, отнимая отъ нея часть извести. При этомъ не лишнее замѣтить, что есть данныя, которыя, указываютъ на то, что даже чистая вода, растворяя крайне малыя количества трехосновной фосфорноизвестковой соли, собственно разлагаетъ ее, потому что растворъ имѣетъ кислую реакцію, содержитъ болѣе кислоты относительно извести, чѣмъ было во взятомъ фосфатѣ. Но нерѣдки и такія условія, вслѣдствіе которыхъ отнятіе извести фосфата — переходъ его въ растворимое состояніе — должно облегчиться; если, наприм., внесенный въ почву фосфатъ содержитъ органическое вещество, то при разложеніи послѣдняго разовьется не только углекислота, но и другія органическія кислоты, дѣйствіе которыхъ будетъ растворяющее относительно фосфата. Такъ какъ въ нѣкоторыхъ почвахъ, наприм. торфяныхъ, заключаются свободныя органическія кислоты, то въ нихъ также разложеніе фосфатовъ облегчается; дѣйствительно, особые опыты, о которыхъ будетъ рѣчь далѣе, показали, что подъ вліяніемъ торфа и воды трехосновная фосфорноизвестковая соль разлагается, отдавая въ растворъ фосфорную кислоту, соединенную съ меньшимъ

*) Такъ, наприм., 100000 частей чистой воды растворили 2,38 осажденной $\text{Ca}^3(\text{PO}_4)^2$, 1,78 частей пареной кости, 0,07 частей жженой кости и только слѣды ланскаго фосфорита. Но 1 часть осажденной $\text{Ca}^3(\text{PO}_4)^2$ растворилась въ 1102 частяхъ воды, насыщенной углекислотой; осажденная и затѣмъ прокаленная $\text{Ca}^3(\text{PO}_4)^2$ растворилась въ 13115 ч. воды, насыщенной углекислотою, свѣжія кости—въ 4000, апатитъ—въ 395000 частяхъ.

количествомъ извести. Можно думать, что и гидратная кремневая кислота, всегда находящаяся въ почвахъ, не остается безъ вліянія на разложеніе трехосновной фосфорнокислой извести. Опыты въ этомъ отношеніи не лишены были бы интереса и можетъ-быть доставили бы данныя къ разъясненію дѣйствія нѣкоторыхъ фосфоритовъ на подзолистыя почвы, бѣдные органическими веществами, но содержащія въ значительныхъ количествахъ кремневую кислоту.

Съ другой стороны, фосфорноизвестковая соль, какъ было указано выше, вступая въ реакцію взаимнаго обмѣна съ углекислымъ кали или углекислымъ амміакомъ, даетъ, хотя и въ малыхъ количествахъ, растворимую въ водѣ щелочную или амміачную соль фосфорной кислоты. Реакціей же взаимнаго обмѣна (или, быть можетъ, образованіемъ двойныхъ солей) долженъ быть объясненъ, вѣроятно, фактъ болѣе легкой, чѣмъ въ водѣ, растворимости трехосновной фосфорноизвестковой соли въ растворахъ такихъ солей, какъ сѣрнокислый амміакъ, хлористый аммоній, хлористый натрій, азотнокислый натръ и нѣкоторыя другія. Конечно, въ почвѣ могутъ одновременно дѣйствовать на внесенный въ нее фосфатъ многіе изъ указанныхъ факторовъ, ускоряя процессъ и усиливая его окончательный результатъ.

Какъ бы то ни было, но происшедшій растворъ, распространившись нѣсколько въ почвѣ и придя въ прикосновеніе съ частицами ея, содержащими известъ, окись желѣза и т. п., отдастъ имъ большую часть фосфорной кислоты. Въ почвѣ совершается, слѣдовательно, распредѣленіе фосфорной кислоты. Конечно, трудно ожидать математически равнаго распредѣленія ея по всѣмъ частицамъ почвы, потому что многія условія препятствуютъ этому въ почвѣ, но первые моменты распредѣленія будутъ наиболѣе важными въ этомъ процессѣ. Они стоятъ въ тѣсной зависимости отъ *степени измельченія* внесеннаго фосфата. Чѣмъ мельче будетъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, фосфатъ, внесенный въ почву, тѣмъ быстрѣ совершится распредѣленіе фосфорной кислоты, потому что тѣмъ больше будетъ его поверхность, подвергающаяся вліянію почвенныхъ дѣятелей. Дѣйствіе крупной кости медленнѣе, чѣмъ мелкой, крупнаго фосфорита медленнѣе, чѣмъ измельченнаго. Но надо замѣтить, что и при

равной степени измельчения натура фосфатовъ, ихъ происхождение, играютъ при этомъ большую роль *).

*) Даже изъ тѣхъ немногихъ данныхъ, которыя приведены въ предшествовавшей выноскѣ, можно усмотрѣть, что отношеніе трехосновной фосфорнокислой извести различнаго происхожденія, или полученной не при одинаковыхъ условіяхъ, оказывается весьма различнымъ къ водѣ и углекислотѣ. Апатитъ или фосфоритъ Лана, наприм., крайне мало измѣняются отъ дѣйствія воды и углекислоты, а кость,—болѣе; послѣдняя, въ свою очередь, въ прокаленномъ состояніи является гораздо болѣе устойчивою относительно дѣйствія воды, чѣмъ въ непрокаленномъ. Въ почвѣ, слѣдоват., фосфаты разнаго происхожденія будутъ разлагаться, при прочихъ равныхъ условіяхъ, слѣдоват., и при одинаковомъ измельченіи,—съ различною скоростью. Фосфориты, подобные приведенному и которые близко стоятъ по ихъ свойствамъ къ кристаллическому апатиту, разлагаются въ почвѣ безъ сравненія медленнѣе, чѣмъ фосфориты инаго происхожденія. Я полагаю, что, при обсужденіи причинъ этого явленія, должно быть обращено особенное вниманіе на вѣроятность существованія трехосновной фосфорнокислой извести, а также и другихъ нерастворимыхъ фосфорно-кислыхъ солей—въ нѣсколькихъ полимерахъ. Химія переполнена примѣрами того, что соединения полимерныя гораздо постояннѣе, менѣе склонны къ реакціямъ, чѣмъ отвѣчающія имъ мономеры. Аллотропическія видоизмѣненія фосфора, полимеры альдегидовъ и т. п.—все подтверждаетъ возрастаніе стойкости соединений, при ихъ полимеризаціи. Подобному же измѣненію свойствъ могутъ подвергаться и многія минеральныя соединения, частичный вѣсъ которыхъ мы не знаемъ. Такъ наприм., осажденная окись желѣза, осторожно нагрѣтая до полного удаленія воды и имѣющая составъ Fe_2O_3 , легко растворяется въ кислотахъ; если же ее сильно прокалить, то она, сохраняя составъ, мѣняетъ свойства, дѣлается труднорастворимою въ кислотахъ. То же явленіе представляетъ и глиноземъ. Такъ какъ нагрѣваніемъ весьма часто вызывается образованіе полимеровъ (бѣлыи и красный фосфоръ, ацетиленъ, бензолъ и проч.), то и здѣсь указанное измѣненіе свойствъ ближе всего должно быть объяснено полимеризаціею. Но въ химіи время часто замѣняетъ температуру. Много примѣровъ можно привести для подтвержденія этого положенія. Возьмемъ одинъ, наиболѣе подходящій къ разсматриваемому вопросу. Если осадить изъ глиноземныхъ квасцовъ амміакомъ гидратъ глинозема, какъ извѣстно, весьма легко растворяющійся въ кислотахъ, и оставить осадокъ на 3 мѣсяца подъ водою, то онъ, не мѣняя состава, дѣлается крайне трудно растворимымъ въ кислотахъ и щелочахъ. Такъ какъ въ природныхъ фосфатахъ слѣдуетъ принять различную давность происхожденія фосфорнокислой извести изъ организмовъ, или изъ растворовъ, причемъ въ нѣкоторыхъ изъ нихъ эта соль могла подвергаться и высокой температурѣ, то возможно допустить, что фосфорнокислая известь въ фосфоритахъ различнаго происхожденія находится въ разныхъ степеняхъ полимеризаціи и уже по этому одному, помимо другихъ причинъ, должна съ различною легкостью вступать въ химическія реакціи, а слѣдоват. и разлагаться въ почвѣ, или отдавать заключающуюся въ ней фосфорную кислоту растеніямъ.

Если мы передъ внесениемъ фосфата въ почву обрабатываемъ его кислотами, то тѣмъ, конечно, ускоримъ распредѣленіе фосфорной кислоты въ почвѣ. Почва будетъ избавлена отъ необходимости переводить фосфатъ въ растворимое состояніе, что совершается въ ней медленно. Слѣдовательно, обработкой фосфатовъ кислотами мы также достигаемъ намѣченной цѣли—быстроты распредѣленія фосфорной кислоты въ почвѣ. Все вышесказанное достаточно объясняетъ, почему фосфаты передъ внесениемъ ихъ въ почву *всегда измельчаются* и часто *обрабатываются кислотами*.

Тотъ сырой матеріалъ, который ранѣе другихъ обратилъ на себя вниманіе, какъ на специальное фосфорное удобрение, былъ—кости. Кости содержатъ около 25% фосфорной кислоты, главнымъ образомъ въ видѣ трехосновнаго известковаго фосфата; вотъ средній ихъ составъ:

CaCO ³	6,3— 7,1
Mg ³ (PO ⁴) ₂	1,2— 2,1
Ca ³ (PO ⁴) ₂	58,3—62,7
CaF ²	1,8— 2,2
Органич. вещества (жиръ и оссеинъ)	26,5—30,6
Азота въ оссеинѣ	4,0— 5,0

Въ концѣ прошлаго и въ началѣ текущаго столѣтія для удобрения употреблялись сырыя кости. Но сырая кость весьма трудно измельчается. Къ тому же, содержа жиръ, она въ почвѣ съ трудомъ смачивается водою, а слѣдовательно, съ трудомъ и разлагается. Если выжечь органическое вещество кости (кость горитъ легко: въ безлѣсныхъ равнинахъ Южной Америки, наприм. въ Ла-Платѣ, ее употребляютъ какъ горючій матеріалъ), то остатокъ измельчается весьма легко. Но удобрительное дѣйствіе жженой кости менѣе, чѣмъ сырой, потому что при выжиганіи органическаго вещества, конечно, теряется изъ кости и весь азотъ. Возможно, впрочемъ, подвергнуть кость такой обработкѣ, послѣ которой она будетъ измельчаться легче, чѣмъ сырая, но сохранить большую часть оссеина, а съ нимъ и азота, бывшаго въ самой кости. Для этого кости сначала вывариваютъ и всплывающій жиръ собираютъ, какъ побочный, но цѣнный продуктъ производства, и затѣмъ помѣщаютъ ихъ въ герметически закрываю-

ть почву обрабатываемъ
примъ распредѣленіе
удеть избавлена отъ
створимое состояніе,
вательно, обработкой
емъ намѣченной цѣ-
т кислоты въ почвѣ.
еть, почему фосфаты
измельчаются и часто

ве другихъ обратилъ
фосфорное удобрение,
% фосфорной кисло-
овнаго известкового

. . . 6,33 — 7,1
. . . 1,32 — 2,1
. . . 58,33 — 62,77
. . . 1,38 — 2,32
гь) . 26,35 — 30,6
. . . 4,30 — 5,30

ущаго столѣтія для
сырая кость весьма
ержа жиръ, она въ
а слѣдовательно, съ
аническое вещество
въ равнинахъ Южной
ребляютъ какъ го-
ся весьма легко. Но
енѣе, чѣмъ сырой,
вещества, конечно,
вно, впрочемъ, под-
оторой она будетъ
охранить большую
го въ самой кости.
всплывающій жиръ
продуктъ производ-
тически закрываю-

пійся котель, гдѣ онѣ подвергаются дѣйствию паровъ воды
подъ давленіемъ 1—4 атмосферъ. При этомъ большая или
меньшая часть оссеина, смотря по продолжительности дѣй-
ствія, переходитъ въ клей, растворяясь въ водѣ. Остающіяся
кости измельчаются легче сырыхъ, хотя труднѣе жженныхъ,
и такая измельченная кость носить названіе пареной кости;
она весьма распространена, какъ удобряющее средство. Со-
держаніе азота въ ней нѣсколько ниже, чѣмъ въ сырой ко-
сти, именно около 3%. Въ послѣднее время, впрочемъ, въ
продажѣ весьма часто встрѣчается пареная кость съ содер-
жаніемъ азота въ 1—1,3%; причина этому та, что при ея
фабрикаціи стремятся утилизировать не только жиръ, но и
оссеинъ, превращая его въ клей.

Существуетъ еще совершенно особый способъ размельченія
кости. Принципъ этого способа принадлежитъ Ильенкову, а
въ разработкѣ его для практическихъ цѣлей принималъ уча-
стіе Энгельгардтъ. Способъ основанъ на томъ, что 10%-ый
растворъ ѣдкихъ щелочей, дѣйствуя на кость, переводитъ въ
растворъ оссеинъ, причемъ фосфорнокислая известь костей
остаётся въ крайне мелкораздробленномъ состояніи. Въ прак-
тикѣ для разложенія костей берутъ не готовую щелочь, а
тѣ матеріалы, изъ которыхъ она получается: золу съ значи-
тельнымъ содержаніемъ углекислаго кали и гашеную из-
весть *)- Этотъ способъ не вошелъ въ употребленіе.

*) Профессоръ А. Н. Энгельгардтъ описываетъ приготовленіе такого костя-
наго удобрения слѣдующимъ образомъ (дополненіе въ земледѣльческой химіи
Гофмана въ русскомъ переводѣ 1868 г.): „Положимъ, что имѣемъ хорошую бе-
резовую золу, содержащую около 10% поташа, и хотимъ разложить 10 пуд. ко-
стей. Для этого слѣдуетъ поступать такъ: 10 пуд. золы смѣшиваютъ съ 2 пуда-
ми гашеной извести и тщательно перемѣшиваютъ массу. Затѣмъ, въ кадку кла-
дутъ разбитыя на мелкіе куски кости (10 п.) и пересыпаютъ послойно смѣсью
золы съ известью, наблюдая, чтобы осталось къ концу достаточно смѣси для по-
крытія верхняго ряда костей вершка на два. Смѣсь заливаютъ такимъ количе-
ствомъ воды (15—20 ведеръ), чтобы она хорошо смокла, и *поддерживаютъ*
постоянно сырою, подливая по-временамъ воды. Когда нижній слой костей (не-
дѣли черезъ три) разложится, массу перекладываютъ въ другую кадку такъ,
чтобы верхнія кости попали внизъ, и оставляютъ стоять еще недѣли 2 или 3.
По окончаніи разложенія массу вываливаютъ изъ кадки, тщательно перемѣши-
ваютъ и разбиваютъ или разрѣзываютъ лопаткой размягчившіяся кости; затѣмъ,
массу смѣшиваютъ съ древесными опилками, торфянымъ мусоромъ, перегноемъ
и т. п., а за неимѣніемъ этихъ веществъ—съ землею, и оставляютъ подъ навѣ-

Для опредѣленія достоинства пареной кости изслѣдуютъ прежде всего степень ея измельченія. Предлагаютъ для этого 100 гр. костяной муки просѣивать послѣдовательно черезъ три сита. Первое сито содержитъ 11 отверстій на площади 1 кв. миллиметра, второе 5, а третье $2\frac{1}{2}$ отверстия. Если до 50% муки прошло черезъ первое сито, то она считается хорошо измельченною. При химическомъ анализѣ костяной муки слѣдуетъ обратить вниманіе на содержаніе въ ней влажности, органическаго вещества, азота, фосфорной кислоты и углекислоты. Среднюю пробу муки высушиваютъ при 105° и затѣмъ слабо прокаливаютъ, предупреждая потерю въ вѣсѣ отъ разложенія углекислыхъ солей тѣмъ, что послѣ прокаливанія смачиваютъ углеамміачной солью, высушиваютъ и снова слабо прокаливаютъ. Остатокъ растворяютъ въ слабой азотной кислотѣ при нагреваніи. Если мука была безъ подмѣсей, то она почти вся растворяется. Если нерастворившійся остатокъ значителенъ, то это указываетъ на фальсификацію гипсомъ, пескомъ и т. п. Растворъ разбавляютъ до опредѣленнаго объема и въ извѣстной его части опредѣляютъ фосфорную кислоту титрованіемъ уксуснокислымъ ураномъ, конечно, насытивъ предварительно кислоту ѣдкимъ натромъ и прибавивъ уксуснокислаго натра, или опредѣляютъ фосфорную кислоту молибденовокислымъ амміакомъ. Азотъ можно съ удобствомъ опредѣлять по способу Кьельдаля. Костяная мука нерѣдко фальсифицируется молотыми устричными раковинами, состоящими, главнымъ образомъ, изъ углекислой извести. Опредѣленіемъ углекислоты въ мукѣ и возможно открыть эту подмѣсь, такъ какъ въ костяхъ заключается лишь немного углекислыхъ солей (см. выше: составъ костей).

сомъ въ кучѣ, тщательно перелопачивая по временамъ. Такимъ образомъ получится подобный хорошо перепрѣвшему компосту сыроватый порошокъ, который удобно разбрасывать по полю.

Что касается пропорціи, въ какой нужно употреблять золу, известь и кости, то въ этомъ отношеніи слѣдуетъ соблюдать слѣдующее: костей нужно класть въ 10 разъ, а извести гашеной въ 2 раза болѣе противъ количества поташа въ золѣ. Воды брать 15 ведеръ на каждый пудъ поташа въ золѣ. Наприм., если зола (березовая) содержитъ 10% поташу, то на 100 пудовъ костей слѣдуетъ взять 100 пудовъ золы, 20 пудовъ извести и 150 ведеръ воды“.

ой кости изслѣдуютъ
Предлагаютъ для это-
последовательно че-
11 отверстій на пло-
ретье 2¹/₂ отверстия.
вое сито, то она счи-
ическомъ анализѣ ко-
не на содержание въ
ва, азота, фосфорной
у муки высушиваютъ
, предупреждая поте-
хъ солей тѣмъ, что
міачной солью, высу-
Остатокъ растворя-
грѣваніи. Если мука
я растворяется. Если
ь, то это указываетъ
т. п. Растворъ раз-
въ извѣстной его ча-
трованіемъ уксусно-
едварительно кислоту
окислаго натра, или
евоокислымъ амміа-
редѣлять по способу
альсифицируется мо-
щими, главнымъ об-
леніемъ углекислоты
мѣсь, такъ какъ въ
текислыхъ солей (см.

ь. Такимъ образомъ полу-
роватый порошокъ, который

лять золу, известь и кости,
е: костей нужно класть въ
ь количества поташа въ зо-
гъ золѣ. Наприм., если зола
въ костей слѣдуетъ взять
ды“.

До сихъ поръ разсматривались приемы переведенія трех-
основной фосфорноизвестковой соли въ измельченное состо-
яніе безъ измѣненія ея состава; теперь приходится перейти
къ изложенію приемовъ, имѣющихъ цѣлью переведеніе трех-
основнаго фосфата въ соли болѣе растворимыя и заключаю-
щія менѣе извести. Такъ какъ подобной химической обра-
боткѣ подвергаются главнымъ образомъ фосфориты, то и
приходится начать съ сообщенія о послѣднихъ нѣкоторыхъ
свѣдѣній.

Ископаемая фосфорнокислая известь $[\text{Ca}^3 (\text{Po}^4)^2]$ нахо-
дится въ природѣ или въ видѣ *апатита*, или въ видѣ *фос-
форитовъ* *).

Апатитъ представляетъ кристаллы, содержащіе до 95%
фосфорнокислой извести, которая соединена съ небольшими
количествами фтористаго кальція, или хлористаго кальція.
Онъ встрѣчается въ различныхъ плутоническихъ или вулка-
ническихъ породахъ, вросшимъ въ рудныхъ мѣсторожденіяхъ
и жилахъ. Фосфориты же встрѣчаются въ пластахъ форма-
цій, напримѣръ, силурійской, юрской и особенно мѣловой, и
представляютъ аморфную съ различными примѣсями (угле-
кислая известь, кремнеземъ, окиси желѣза и алюминія) фос-
форнокислую известь въ видѣ пластовъ, плитъ, кругляковъ,
или песчаника. Нѣкоторые фосфориты, впрочемъ, не пред-
ставляя ясныхъ кристалловъ, являютъ кристаллическое сло-
женіе: таковы подольскіе фосфориты, силурійской формации,
фосфориты въ Нассау (по долинѣ рѣки Ланъ), въ Логрозанѣ
(также силурійской формации) въ Испаніи и т. п. Всѣ почти
фосфориты содержатъ небольшую примѣсь органическаго
вещества, остающагося послѣ обработки фосфорита соляною
кислотою въ видѣ аморфнаго чернаго осадка, причемъ мно-
гіе изъ нихъ являются несомнѣнно органическаго происхож-
денія: таковы, напримѣръ, остеолиты, представляющіе ока-
менѣлыя кости, копролиты—окаменѣлыя изверженія живот-

*) Въ Испаніи еще въ тринадцатомъ столѣтіи обозначали названіемъ *fosforita*
ископаемую фосфорнокислую известь около Логрозана, вслѣдствіе способности
этой породы къ фосфоресценціи. Объ этомъ свидѣтельствуетъ англійскій ученый
Боуль, которому въ тринадцатомъ столѣтіи было поручено Фердинандомъ IV
изслѣдованіе природныхъ богатствъ Испаніи. Въ настоящее время съ названіемъ
фосфорита связывается представленіе о содержаціи въ немъ соединеній фосфора.

ныхъ прежнихъ геологическихъ періодовъ; названіе копролитовъ даютъ, впрочемъ, теперь иногда вообще круглякамъ фосфорита, не разбирая ихъ происхожденія. Вообще же можно отличить три группы ископаемыхъ фосфоритовъ: 1) кристаллическая фосфорная известь: сюда принадлежитъ апатитъ, 2) фосфорнокислая известь, хотя и не являющаяся въ формѣ ясно образованныхъ кристалловъ, но представляющая кристаллическое сложеніе: эта группа является промежуточною между апатитомъ и слѣдующею группою фосфоритовъ, содержащихъ аморфную фосфорнокислую известь, и носить, подобно послѣдней, названіе фосфорита. Сюда относится, на примѣръ, подольскій фосфоритъ, нассаускій (ланскій фосфоритъ), фосфоритъ Логрозана и т. п.; 3) аморфная фосфорнокислая известь: сюда принадлежатъ фосфориты мѣловой и юрской формацій, т.-е. арденнскіе, изерскіе и др. фосфориты Франціи, и всѣ фосфориты средней Россіи, какъ на примѣръ, курскій самородъ, костромскіе, рославльскіе, рязанскіе и т. п. фосфориты.

Эта группировка фосфоритовъ стоитъ въ соотношеніи съ болѣе или менѣе быстрымъ дѣйствіемъ ихъ какъ удобренія, что видно изъ слѣдующаго. Въ послѣднее время особенно настойчиво пропагандируется употребленіе фосфоритной муки для удобренія почвъ, безъ предварительнаго превращенія ея въ суперфосфатъ. Хотя разработка этого сложнаго вопроса только-что началась и высказаться окончательно по нему въ настоящее время нѣтъ возможности, но уже можно отмѣтить, что если и замѣчались благопріятные результаты при удобреніи фосфоритной мукой, то только тогда, когда послѣдняя была приготовлена изъ фосфоритовъ третьей группы, т.-е. содержащей аморфную фосфорнокислую известь. За это говорятъ и у насъ опыты Энгельгардта, а во Франціи опыты Вобіера, Грандо и другихъ. Во Франціи, гдѣ давно уже фосфориты примѣняются для удобренія, пришли къ тому выводу, что слѣдуетъ отличать фосфориты съ аморфной фосфорнокислой известью отъ апатита и близкихъ къ нему фосфоритовъ, потому что, какъ бы мелко ни были размолоты послѣдніе, дѣйствіе ихъ на почву едва замѣтно. Употребленіе ихъ возможно только въ видѣ суперфосфатовъ, для превращенія въ которые они особенно пригодны, потому что

весьма богаты фосфорною кислотою и бѣдны содержаніемъ углекислой извести. Приведенная группировка фосфатовъ стоитъ также въ соотношеніи съ ихъ составомъ. Апатитъ изъ всѣхъ родовъ ископаемой фосфорнокислой извести содержитъ наибольшій процентъ этой соли, именно отъ 92 до 95%. Фосфориты второй группы содержатъ менѣе фосфорнокислой извести. Такъ, фосфориты Логрозана содержатъ около 80%, подольскіе фосфориты 60—80%, нассаускіе фосфориты, при довольно мѣняющемся составѣ, въ среднемъ содержатъ около 55%. Въ фосфоритахъ же третьей группы содержаніе фосфорнокислой извести весьма различно, именно отъ 20 до 60%, остальное составляютъ песокъ, глина, углекислая известь, иногда глауконитъ, органическое вещество и другія примѣси, о которыхъ упомянуто выше.

Въ Россіи, кромѣ богатыхъ залежей подольскаго фосфорита, выдѣливагося въ жеодахъ въ глинистомъ сланцѣ и представляющаго крупныя шары, находятся многочисленныя широкораскинувшіяся залежи фосфоритовъ курской и мѣловой формаций. Клаусъ въ 1851 году показалъ, что та твердая порода окрестностей Курска, которая съ давнихъ поръ употреблялась для мостовыхъ, шоссе, бута подъ постройки и т. п. и которую Мурчисонъ принялъ за желѣзистый песчаникъ, содержитъ 29,6% фосфорнокислой извести. Эта порода, носящая мѣстное названіе саморода (самородный кирпичъ) или чернаго камня, встрѣчается въ видѣ плитъ или кругляковъ и состоитъ изъ кварцеваго песка, связаннаго цементомъ, содержащимъ 65% фосфорнокислой извести; въ цементѣ заключается кромѣ того углекислая известь, фтористый кальцій, окись желѣза и смолистое органическое вещество. Составъ этого цемента почти всегда одинаковъ и весьма близокъ къ составу окаменѣлыхъ частей рыбъ и амфибій, встрѣчающихся въ томъ же слѣдѣ мѣловой формации, какъ и самородъ. Различія въ содержаніи фосфорной кислоты въ самородѣ зависятъ не отъ различія въ составѣ цемента, а отъ присутствія большаго или меньшаго количества песка, скрѣпленнаго цементомъ. Такъ, плита изъ окрестностей Курска содержитъ 57,10% песку и только 13,2% фосфорной кислоты, а кругляки песчаника изъ окрестностей Любахны—только 9,15%.

песку и 28,65% фосфорной кислоты *). Самородъ принадлежит мѣловой формации и встрѣчается въ нижнихъ слояхъ (пескахъ), подъ песчанымъ мергелемъ и мѣломъ. Мѣль, составляющій одинъ изъ верхнихъ ярусовъ мѣловой формации, выклинивается къ сѣверу и изъ подъ него на поверхность выступаютъ нижніе пески съ кругляками саморода, тогда какъ южнѣ Курска, на примѣръ около Бѣлгорода, на поверхности являются мергель и мѣль, лежащіе выше, чѣмъ пески съ самородомъ. Залежи саморода весьма обширны. Онъ залегаеъ на сѣверной окраинѣ мѣловой формации, отъ Десны до Волги, въ губерніяхъ Орловской (Брянскій, Дмитровскій, Кромскій уѣзды), Курской (Фатежскій, Дмитровскій, Курскій, Щигровскій, Тимскій уѣзды), Воронежской (Нижнедѣвицкій, Землянскій уѣзды), Тамбовской (Тамбовскій, Кирсановскій, Спасскій уѣзды), Симбирской и попадаетея также въ Смоленской и Московской губерніяхъ **). Образование саморода, по мнѣнію Клауса и графа Кейзерлинга, произошло, вѣроятно, вслѣдствіе того, что вода, содержащая угле-

*) Приводимъ анализы нѣсколькихъ образцовъ саморода, произведенные въ химической лабораторіи Петербургскаго Земледѣльческаго института.

	Круглые самороды, вынутые изъ песчаного мѣлов. мергеля, обжит. на нѣв. въ Коренной, подлѣ села Яслоца.	Круглые самороды изъ мѣловаго песка, взятою изъ обжит. въ хмелевомъ округѣ подлѣ с. Яслоца.	Круглые саморода изъ Любахин.	Кусокъ, отбитый отъ верхней части обжитой плиты саморода изъ хмелевом. подлѣ Ушакови, по рѣкѣ Тускори.	Кусокъ, отбитый отъ нижней части малой плиты саморода изъ хмелевом. подлѣ Ушакови, по рѣкѣ Тускори.
	Анализы г. Лачинова.				
Нерастворимаго въ кислотѣ органическаго вещества.	—	0,33 ^{0/0}	1,0 ^{0/0}	0,3 ^{0/0}	0,4 ^{0/0}
Нерастворим. кварцеваго песку.	34,89 ^{0/0}	25,87	9,13	57,1	53,7
Извести	33,58	37,9	43,6	22,4	22,85
Магnezія	0,44	0,44	0,9	0,25	0,24
Окиси желѣза.	0,53	1,07	2,0	0,25	0,3
Фосфорной кислоты.	17,9	22,07	28,63	13,2	14,23

**) Многія изъ приведенныхъ свѣдѣній о фосфоритахъ заимствованы изъ статей А. Н. Энгельгардта.

самородъ принадле-
тъ нижнихъ слояхъ
мѣломъ. Мѣль, со-
мѣловой формации,
го на поверхность
пи саморода, тогда
города, на поверх-
выше, чѣмъ пески
обширны. Онъ за-
рмаціи, отъ Десны
скій, Дмитровскій,
Дмитровскій, Кур-
ежской (Нижедѣ-
Гамбовскій, Кирса-
попадаетъ также
, **). Образование
йзерлинга, произо-
, содержащая угле-

орода, произведенные въ
аго института.

Кусокъ саморода изъ Лобачи.	Кусокъ, отбитый отъ верх- ней части большой плиты саморода изъ мамоньки, подъ Ушакова, по ракъ Тускоря.	Кусокъ, отбитый отъ ниж- ней части малой плиты са- морода изъ мамоньки подъ Ушакова, по ракъ Тускоря.
Анализы г. Лачинова.		
1,0 ⁰ / ₀	0,3 ⁰ / ₀	0,4 ⁰ / ₀
9,15	57,1	53,7
13,6	22,4	22,85
0,9	0,25	0,24
2,0	0,25	0,3
28,63	13,2	14,25

хъ заимствованы изъ ста-

кислоту, растворяла мало по малу ископаемая кость и, про-
никая въ болѣе глубоко лежащіе слои песку, отлагала фос-
форнокислую и углекислую известь вслѣдствіе выдѣленія угле-
кислоты, причемъ отдѣльныя песчинки и цементировались
ими. Подтверженіемъ этого мнѣнія можетъ служить то об-
стоятельство, что нижняя поверхность плитъ часто является
покрытою отростками, какъ бы сталактитами, вдающимися
вглубь.

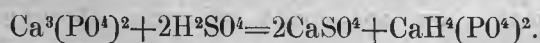
На границѣ между мѣловой и юрской формациями во мно-
гихъ мѣстностяхъ Россіи (значительная часть Московскаго
бассейна, особенно въ юго-восточномъ углу его, въ уѣздахъ
Рязанскомъ, Михайловскомъ, Пронскомъ, Спасскомъ, Ряз-
скомъ, Сапожковскомъ, а также у Симбирска и на Печорѣ)
залегаетъ такъ-называемый *ауселловый слой*, получившій свое
названіе отъ характерной для этого слоя ископаемой рако-
вины рода *ausella*. Породы этого слоя различны: такъ, подъ
Москвой онъ состоитъ изъ рыхлаго песчаника, подъ Сим-
бирскомъ—изъ известковаго песчаника, а въ Рязанской гу-
берніи—изъ зеленыхъ плотныхъ песчаниковъ и зеленыхъ
песковъ. П. А. Григорьевъ изслѣдовалъ эти песчаники, ко-
торые оказались состоящими изъ зеренъ глауконита (въ но-
воселковскомъ песчаникѣ 24%) и кварца, сѣщеннаго фос-
форитнымъ цементомъ. Глауконитъ—это сложная водная крем-
некислая соль глинозема, окиси желѣза, закиси желѣза, маг-
незій и кали. По Григорьеву, глауконитъ рязанскаго фосфо-
рита содержитъ въ среднемъ $SiO_2 = 53,86\%$, $Al_2O_3 = 10,36\%$,
 $Fe_2O_3 = 14,79\%$, $FeO = 2,74\%$, $CaO = 0,41\%$, $MgO = 2,58\%$, $K_2O = 7,9\%$,
 $Na_2O = 0,23\%$, $H_2O = 6,23\%$. Что касается до содержанія фосфор-
ной кислоты, то хотя она и мѣняется въ довольно широкихъ
предѣлахъ, но въ среднемъ для рязанскаго фосфорита $= 18,6\%$
(среднее для саморода изъ 14-ти анализовъ: $P_2O_5 = 17\%$). Рязанскій
фосфоритъ, встрѣчаясь въ значительныхъ залежахъ,
весьма легко крошится, а вмѣстѣ съ этимъ преимуществомъ,
какъ видно изъ вышесказаннаго, содержитъ значительный
процентъ кали въ видѣ глауконита, т. е. воднаго кремне-
кислаго соединенія. Значитъ, этотъ фосфоритъ является не
только фосфорнымъ, но и калийнымъ удобреніемъ. Интересно
было бы прослѣдить, не помогаетъ ли глауконитъ, вслѣдствіе
содержанія въ немъ кремнекислаго кали, переходу въ при-

существом воды нерастворимой фосфорнокислой извести фосфорита в растворимую. Тѣ опыты надъ дѣйствіемъ этого фосфорита на подзолистыя почвы, которые были сдѣланы А. Н. Энгельгардтомъ, показали, что примѣненіе его сильно повышаетъ урожаи. Во Франціи, гдѣ также распространены зеленые песчаники мѣловой формации, содержащія фосфорную кислоту (арденнскій фосфоритъ), употребленіе ихъ для удобренія давно уже примѣняется и дѣйствіе ихъ оцѣнивается лишь немного ниже суперфосфатовъ съ такимъ же содержаніемъ фосфорной кислоты (Грандо). Въ послѣднее время оказалось, что зеленые пески мѣловой формации распространены въ средней полосѣ Россіи. Всѣ они содержатъ фосфоритъ, который представляетъ смѣсь кварцеваго песка и глауконита, сдѣланныхъ цементомъ изъ фосфорнокислой извести. Таковы рославльскіе фосфориты, разрабатываемые г. Мясоѣдовымъ. Они содержатъ менѣе глауконита (до 10%), чѣмъ рязанскіе; содержаніе въ нихъ фосфорной кислоты въ среднемъ 15%, а кали $\frac{1}{2}\%$. Подобные же фосфориты того же слоя мѣловой формации встрѣчаются, кромѣ южной части Смоленской губерніи, также въ губерніяхъ Орловской, Курской и Воронежской.

Кромѣ мѣловой формации, фосфориты встрѣчаются въ Россіи и въ пластахъ юрской формации. Эти юрскіе фосфориты, въ среднемъ, богаче фосфорною кислотой, чѣмъ мѣловые. По словамъ С. Н. Никитина, въ Московской губерніи, въ уѣздахъ Московскомъ, Звенигородскомъ, Подольскомъ и Бронницкомъ они залегаютъ сплошнымъ слоемъ, который мѣстами простирается непрерывно въ естественныхъ обнаженіяхъ на цѣлыя версты. Содержать отъ 18 до 26% фосфорной кислоты. Въ Рыбинскомъ и Мологскомъ уѣздахъ Ярославской губерніи, юрскіе фосфориты встрѣчаются въ тѣхъ же условіяхъ, какъ и подъ Москвою, и содержатъ отъ 13 до 23% фосфорной кислоты. Въ Костромской губерніи, въ Кинешемскомъ и Макарьевскомъ уѣздахъ фосфориты залегаютъ двумя сплошными толщами и содержатъ отъ 23 до 30% фосфорной кислоты. Изъ такихъ фосфоритовъ готовится фосфоритная мука г. Куломзина. Въ Нижегородской губерніи, въ Сергачскомъ и Лукояновскомъ уѣздахъ, встрѣчаются юрскіе фосфориты, содержащія до 28% фосфорной кислоты. Наконецъ, юрскіе

фосфориты встрѣчаются также въ юрскихъ глинахъ Смоленской, Орловской и Курской губерній.

Фосфориты представляютъ тотъ матеріаль, который дѣйствіемъ сѣрной кислоты превращаютъ въ суперфосфаты. Въ Европѣ эта операція производится въ громадныхъ размѣрахъ. Въ Германіи, наприм., для этой цѣли ежегодно употребляютъ до 50.000.000 пудовъ сѣрной кислоты, т. е. большую часть всей вырабатываемой въ странѣ сѣрной кислоты. Впервые сѣрную кислоту для приготовления суперфосфатовъ предложилъ Либихъ въ 1840 г. Руководясь господствовавшими въ то время взглядами на питаніе растений, именно, что растения воспринимаютъ питательныя вещества только изъ растворовъ, Либихъ предложилъ превращать $\text{Ca}^3(\text{PO}^4)^2$, заключающуюся въ костяхъ (тогда еще не употребляли фосфоритовъ для удобрения), въ кислую соль $\text{CaH}^4(\text{PO}^4)^2$, дѣйствіемъ на кости сѣрной кислоты. Вотъ уравненіе этого превращенія, данное Либихомъ:



Для реакціи берутъ камерную сѣрную кислоту (60% H^2SO^4). Къ измельченному фосфориту или жженой кости приливаютъ понемногу сѣрной кислоты, перемѣшивая массу. Существуютъ и техническія приспособленія для этой цѣли, но, по видимому, наиболѣе распространенъ ручной способъ приготовления суперфосфатовъ. Приготовленіе можно вести въ чанахъ, на свинцовыхъ листахъ съ загнутыми вверхъ краями, или въ особыхъ резервуарахъ. При дѣйствіи сѣрной кислоты на фосфориты, и особенно на кости, выдѣляется значительное количество фтористаго водорода, отъ вдыханія котораго слѣдуетъ принять предосторожности. Послѣ прилитія всей кислоты и должнаго перемѣшиванія, масса превращается въ порошокъ быстро высыхающій, потому что образующаяся при реакціи сѣрноюизвестковая соль соединяется съ водой, превращаясь въ гипсъ. Удобреніе, приготовляемое такимъ образомъ, носитъ названіе суперфосфата и въ свѣжеприготовленномъ состояніи заключаетъ значительное количество растворимой въ водѣ одноосновной фосфорнокислой извести. При внесеніи суперфосфата въ почву эта соль переходитъ въ растворъ, реагируя съ частицами почвы, заключающими из-

вести фосфо-
этого фосфо-
бланы А. Н.
ильно повы-
странены зе-
е фосфорную
хъ для удоб-
оцѣнивается
же содержа-
е время ока-
пространены
фосфоритъ,
глауконита,
сти. Таковы
ясоѣдовымъ.
ъ рязанскіе;
немъ 15%, а
оя мѣловой
ленской гу-
кой и Воро-

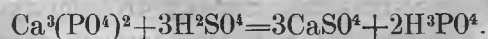
отся въ Рос-
фосфориты,
тъ мѣловые.
уберній, въ
томъ и Брон-
ый мѣстами
аженіяхъ на
ой кислоты.
зской губер-
е условіяхъ,
3% фосфор-
шемскомъ и
вумя сплош-
форной кис-
литная мука
Сергачскомъ
фосфориты,
ецъ, юрскіе

весть, окись желѣза и др., причемъ и происходитъ быстрое распредѣленіе фосфорной кислоты въ почвѣ. По изслѣдованіямъ Ритгаузена, водная вытяжка суперфосфатовъ реагируетъ съ углекислой известью, давая двухосновную фосфорнокислую известь, т. е. CaHPO_4 ; присутствіе послѣдней соли въ почвѣ, слѣдовательно, послѣ удобренія суперфосфатомъ— весьма вѣроятно.

Суперфосфаты цѣнятся по количеству заключающейся въ нихъ растворимой фосфорной кислоты, т. е. по количеству той фосфорной кислоты, которая переходитъ въ растворъ при приготовленіи изъ суперфосфата водной вытяжки. Понятно поэтому, что суперфосфаты часто подвергались анализамъ. При этомъ замѣтили, что свѣжеприготовленный суперфосфатъ заключаетъ болѣе растворимой фосфорной кислоты, чѣмъ тотъ же суперфосфатъ, нѣкоторое время сохранявшійся. Ту часть фосфорной кислоты, которая со временемъ дѣлается нерастворимою, переходя, конечно, въ нерастворимыя въ водѣ соли фосфорной кислоты, обозначаютъ названіемъ ретроградировавшей фосфорной кислоты, а самый процессъ называютъ *ретроградацией* суперфосфатовъ,—вполнѣ подходящаго русскаго термина для этого явленія нѣтъ; можно, пожалуй, назвать его возвратомъ суперфосфатовъ, а кислоту—возвратившеюся фосфорною кислоту.

Изученіе этого явленія повело къ уясненію причинъ его, но кромѣ того дало поводъ къ изслѣдованію удобрительныхъ качествъ соли CaHPO_4 , образующейся при ретроградации суперфосфатовъ. Что касается до причинъ явленія, то онѣ могутъ быть резюмированы въ слѣдующихъ положеніяхъ:

1) При дѣйствіи $2\text{H}^2\text{SO}_4$ на $\text{Ca}^3(\text{PO}_4)^2$ реакція не идетъ исключительно такъ, какъ думалъ Либихъ, но всегда рядомъ съ $\text{CaH}^2(\text{PO}_4)^2$ образуется и свободная фосфорная кислота:



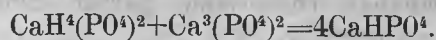
Значитъ, часть трехосновнаго фосфата остается неразложенною.

2) Образовавшаяся фосфорная кислота дѣйствуетъ въ суперфосфатѣ на трехосновную фосфорнокислую известь, переводя ее въ двухосновную:



Эта соль въ водѣ трудно растворяется; значить, растворимая фосфорная кислота перешла въ нерастворимую.

3) Кислая соль $\text{CaH}^4(\text{PO}_4)^2$, реагируя мало-помалу на $\text{Ca}^3(\text{PO}_4)^2$, даетъ тоже CaHPO_4 :



4) Кислая соль $\text{CaH}^4(\text{PO}_4)^2$ сама является соединеніемъ непостояннымъ и можетъ мало-помалу переходить въ CaHPO_4 , выдѣляя фосфорную кислоту.

5) Если суперфосфатъ приготовленъ изъ фосфорита, заключающаго соли окиси желѣза и глинозема, то ретроградация зависитъ, главнымъ образомъ, отъ образованія изъ растворимой фосфорной кислоты нерастворимыхъ фосфорныхъ солей желѣза, а также и глинозема.

Слѣдовательно, весьма часто наблюдалось, что при ретроградации суперфосфатовъ образуется двухосновная соль CaHPO_4 . Возникъ вопросъ, каково удобряющее дѣйствіе этой соли. Многочисленные опыты на поляхъ въ Германіи и Бельгій показали, что ея удобряющее дѣйствіе нисколько не ниже дѣйствія растворимой фосфорной кислоты суперфосфатовъ. Дѣйствительно, CaHPO_4 образуется въ суперфосфатахъ вслѣдствіе химической реакціи, выдѣляясь въ состояніи тончайшаго раздѣленія, и потому, попадая въ почву, быстро подвергается вліянію почвенныхъ дѣятелей. Поэтому, въ послѣднее время стали готовить удобреніе, известное подъ названіемъ осажденной фосфорнокислой извести и заключающее, главнымъ образомъ, (въ смѣси съ трехосновною фосфорнокислою известью) CaHPO_4 . Фосфориты, или другой сырой матеріалъ, заключающій трехосновную фосфорнокислую известь, растворяютъ въ соляной кислотѣ и прибавляютъ въ избытокъ мѣла или известковаго молока; образующійся осадокъ высушиваютъ и употребляютъ какъ удобреніе.

Кромѣ упомянутыхъ минеральныхъ кислотъ (сѣрной и соляной), для разложенія фосфоритовъ употребляютъ также фосфорную кислоту. Послѣднюю добываютъ изъ фосфорита же, разлагая его слабою сѣрною кислотой (содержащей 15% H_2SO_4). Полученный, конечно, нечистый растворъ фосфорной кислоты концентрируютъ выпариваніемъ до содержанія въ немъ 40—45% P_2O_5 , и этимъ послѣднимъ растворомъ дѣй-

ствують на фосфориты. Получается пористая масса, которую высушивают при 80—100° и измельчают. Такой обогащенный фосфорною кислотою суперфосфатъ заключаетъ до 45% растворимой фосфорной кислоты, тогда какъ въ обыкновенныхъ суперфосфатахъ содержаніе растворимой фосфорной кислоты рѣдко доходитъ до 20%.

При всѣхъ разсмотрѣнныхъ способахъ разложенія фосфоритовъ необходимо прибѣгать къ помощи минеральныхъ кислотъ, главнымъ образомъ—сѣрной кислоты; но въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ подъ руками нѣтъ заводовъ сѣрной кислоты, приобрѣтеніе ея и затруднительно, и дорого обходится. Поэтому особеннаго вниманія заслуживаютъ тѣ способы разложенія фосфоритовъ, при которыхъ можно обойтись безъ употребленія минеральныхъ кислотъ. Въ этомъ отношеніи замѣчательно разлагающее дѣйствіе торфа на фосфориты и вообще на матеріалы, заключающіе трехосновную фосфорнокислую известь. Насколько можно судить по имѣющимся изслѣдованіямъ этого предмета, разлагающимъ дѣятелемъ здѣсь является свободная гуминовая кислота въ томъ случаѣ, если торфъ не содержитъ сѣрной кислоты, происшедшей отъ окисленія колчедана, а процессъ разложенія зависитъ отъ образованія гуминовоизвестковой соли на счетъ извести трехосновной фосфорнокислой извести, вслѣдствіе чего часть фосфорной кислоты дѣлается растворимой. Разложеніе, впрочемъ, идетъ медленно и вскорѣ останавливается, потому что гуминовокислая известь способна входить въ обратную реакцію съ растворимыми фосфорнокислыми солями. Вотъ нѣкоторые опыты, сюда относящіеся: 10 гр. торфа (содержащаго 78% органическаго вещества) смѣшаны съ 2 гр. фосфорита ($15,4\% \text{P}_2\text{O}_5$) и 100 гр. воды и оставлены на 5 дней. По прошествіи этого времени въ растворѣ оказалась известь и 0,04 гр. P_2O_5 (Бѣлецкій, Изв. Акад. 1880 г., вып. I). Эйхгорнь, который изслѣдовалъ этотъ вопросъ еще въ 1875 г., *) показалъ, что прибавка къ смѣси гуминовой кислоты и фосфата—среднихъ солей, какъ, наприм., хлористаго калия, сѣрнокислаго натра, сѣрнокислаго калия, хлористаго аммонія—усиливаетъ разложеніе. При этомъ онъ же показалъ,

* Landw. Jahrbücher 1875.

са, которую
и обогащен-
етъ до 45%
обыкновен-
фосфорной

енія фосфо-
льныхъ кис-
о въ тѣхъ
рной кисло-
обходится.
гѣ способы
ойтись безъ
отношеніи
осфориты и
о фосфорно-
имѣющимся
дѣятели
мъ случаѣ,
педшей отъ
виситъ отъ
вести трех-
о часть фос-
еніе, впро-
потому что
ратную ре-
г. Вотъ нѣ-
а (содержа-
ь 2 гр. фос-
на 5 дней.
гась известъ
лп. П. Эйх-
ь 1875 г., *)
лоты и фос-
таго калия,
таго аммо-
а показаль,

что прибавленныя соли сами разлагаются гуминовой кисло-
той, причемъ, съ одной стороны, происходятъ весьма кислыя
соли гуминовой кислоты, а съ другой—свободная минераль-
ная кислота, которая и дѣйствуетъ разлагающимъ образомъ
на фосфатъ. (Весьма кислыя соли гуминовой кислоты, обра-
зованныя даже щелочами и амміакомъ, по Эйхгорну, нера-
створимы въ водѣ; но Эйхгорнъ не изслѣдовалъ ихъ состава
и свойствъ). Разложеніе, понятнымъ образомъ, тоже вскорѣ
останавливается, потому что минеральныя кислоты способны
и къ обратному дѣйствию на гуминовыя соли. Здѣсь мы
имѣемъ дѣло съ реакціей, идущею въ ту и другую сторону,
подобно многимъ реакціямъ. Ходъ такихъ реакцій всегда за-
виситъ отъ времени и отъ массы дѣйствующихъ тѣлъ. Если
взять избытокъ гуминовой кислоты противъ фосфорита, то,
конечно, реакція продвинется дальше, фосфоритъ разложится
полнѣе, чѣмъ при меньшемъ количествѣ гуминовой кислоты.
Это подтверждается опытами, сдѣланными въ большихъ раз-
мѣрахъ. Такъ, при разложеніи фосфорита пятернымъ коли-
чествомъ торфяной земли, въ продолженіе 4-хъ мѣсяцевъ, $\frac{1}{23}$ ч.
фосфорной кислоты перешла въ растворимое состояніе; а
при компостированіи фосфорита съ торфяною землею въ ко-
личество въ 40 разъ большемъ противъ фосфорита и при-
томъ съ прибавкою калиевыхъ солей, въ теченіе 7-ми мѣ-
сяцевъ, $\frac{1}{3}$ часть всей фосфорной кислоты сдѣлалась раство-
римой. При удобреніи торфяныхъ почвъ фосфоритною мукой
получались также весьма благопріятные результаты.

Заставляя кости гнить, наприм., смачивая ихъ водою, или
лучше, смѣшивая ихъ съ навозомъ, или съ навозомъ и зем-
лею, достигаютъ также превращенія части фосфорной кис-
лоты костей въ растворимое состояніе. Во Франціи замѣчено,
что даже часть фосфорной кислоты фосфоритовъ дѣлается
легче растворимою, если фосфоритъ смачивать водою, остав-
ляя его на воздухѣ въ продолженіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Ор-
ганическое вещество фосфоритовъ при этомъ разлагается,
образуя углекислоту и органическія кислоты, которыя и дѣй-
ствуютъ на нерастворимыя соли фосфорной кислоты.

Оканчивая разсмотрѣніе удобреній съ преобладающимъ
содержаніемъ фосфорнокислыхъ солей, нельзя не указать на
новый обильный источникъ ихъ. Происхожденіе фосфатовъ,

о которыхъ будетъ рѣчь, слѣдующее. При добываніи стали изъ чугуна по способу Бессемера выдѣленіе фосфора изъ чугуна играетъ весьма важную роль. Это выдѣленіе совершается всего легче по способу Томаса, сущность котораго состоитъ въ томъ, что во время вдуванія воздуха въ расплавленный чугуны къ нему прибавляютъ известь или доломитъ. Фосфоръ чугуна, окисляясь, превращается въ фосфорную кислоту, которая и соединяется съ известью, переходя въ шлакъ. Такъ какъ способъ Томаса весьма распространенъ, а переработка чугуна въ сталь идетъ въ огромныхъ размѣрахъ, то фосфорнокислые шлаки скопляются въ большихъ количествахъ. Они содержатъ среднимъ числомъ до 17% P_2O_5 и до 49% CaO . Послѣ лежанія на воздухѣ, большая часть шлака распадается въ порошокъ, и бывшая въ немъ закись желѣза окисляется въ окись. Многочисленные опыты удобреній шлаками показали, что дѣйствіе ихъ во многихъ случаяхъ можетъ быть сравнено съ дѣйствіемъ осажденной фосфорнокислой извести. Все это обѣщаетъ большую будущность шлакамъ, какъ удобренію, и въ то же время можетъ служить примѣромъ того, какъ съ развитіемъ заводскихъ производствъ возникаютъ новые источники веществъ, могущихъ имѣть важное практическое значеніе,—источники, о которыхъ прежде и не подозрѣвали.

Анализъ фосфоритовъ. Главное вниманіе, конечно, должно быть обращено на содержаніе фосфорной кислоты, затѣмъ—на содержаніе углекислыхъ солей, потому что чѣмъ болѣе послѣднихъ, тѣмъ болѣе кислоты, употребленной на приготовленіе суперфосфата, пропадаетъ безъ пользы: она пойдетъ на разложеніе углекислыхъ солей. Берутъ около 5 гр. фосфорита, весьма тщательно измельченнаго въ агатовой ступкѣ, и растворяютъ его въ соляной кислотѣ при нагреваніи. Растворъ разбавляютъ до $\frac{1}{2}$ литра и 50 с. с. раствора выпариваютъ на водяной банѣ для выдѣленія кремневой кислоты; остатокъ растворяютъ въ азотной кислотѣ и опредѣляютъ фосфорную кислоту посредствомъ молибденовокислаго аммонія. Растворъ, приготовленный такимъ же образомъ, какъ и для опредѣленія фосфорной кислоты, можетъ служить для опредѣленія окиси желѣза, глинозема, извести.

Возможно, впрочем, определять фосфорную кислоту в фосфоритах и т. п. прямо из кислого раствора, без предварительного выделения кремневой кислоты, что значительно сокращает анализ. Штуцер и Исберт показали *), что хотя осадок, получаемый помощью молибденовокислого аммиака из кислого раствора, содержащего фосфорную и кремневую кислоты, и содержит кремневую кислоту в виде соединения с молибденовокислым аммиаком, но при промывании такого осадка водою, все соединение, содержащее кремневую кислоту, отмывается, а фосфорная кислота целиком остается в желтом остатке. Проверка показаний названных исследователей, произведенная в нашей лаборатории В. С. Виноградовым, дала удовлетворительный результат. Было взято 4,702 гр. фосфорита Орловской губ., Болховского уезда, ст. Хотынецъ, и обработано азотной кислотой при нагревании; остаток отфильтрован и раствор доведен до 250 СС. Две порции раствора по 25 СС осаждены прямо молибденовокислым аммиаком; осадок после стояния отфильтрован и промыт холодною водою. Получилось $Mg^2P^2O^7$ 0,0982 гр. и 0,0975 гр., след. 13,36% и 13,26% P^2O^5 . В двух других порциях по 25 СС того же раствора, фосфорная кислота была определена обыкновенным путем, т. е. кремневая была выделена, а желтый осадок был промыт молибденовокислым аммиаком; получилось 0,0976 гр. и 0,0970 гр. $Mg^2P^2O^7$, что отвечает 13,28% и 13,20% P^2O^5 **).

Анализ суперфосфатов. При анализе суперфосфатов обращается внимание на то состояние, в котором фосфорная кислота в них находится. Отличают: 1) растворимую

*) Zeitschrift f. anal. Chemie 1887, 583.

**) Достоинъ внимания также слѣдующій способъ, выработанный для анализа фосфористыхъ шлаковъ особою комиссіею въ Геттингенѣ въ 1888 г. (Landw. Vers. St., 35, 438). 10 гр. вѣщ. нагреваютъ $\frac{1}{4}$ часа съ 50 СС. крѣпкой серной кислоты до начала выдѣленія бѣлыхъ паровъ. Разбавляютъ до 500 СС, отцѣживаютъ 50 СС, прибавляютъ 20 СС раствора лимонной кислоты (500 гр. лимонной кисл. въ литрѣ), нейтрализуютъ 10% аммиакомъ, прибавляютъ 25 СС магнезіальной смѣси и тщательно перемѣшиваютъ до появленія муты; затѣмъ прибавляютъ $\frac{1}{3}$ объема 10% аммиака и снова перемѣшиваютъ нѣсколько минутъ. Способъ не уступаетъ въ точности опредѣленію помощью молибденовокислого аммиака.

фосфорную кислоту,—это будет свободная фосфорная кислота и соль $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$; 2) полурастворимую фосфорную кислоту, т.-е. соли ея, образовавшіяся вслѣдствіе ретроградации; 3) нерастворимую фосфорную кислоту, заключающуюся въ неразложеной трехосновной фосфорнокислой извести.

Для опредѣленія растворимой въ водѣ фосфорной кислоты, 20 гр. суперфосфата растираютъ въ ступкѣ осторожно съ водой, сливая взмученную жидкость въ литровую колбу; растираніе повторяютъ съ новымъ количествомъ воды, пока весь суперфосфатъ во взмученномъ состояніи не будетъ помѣщенъ въ колбу, которая дополняется водою до черты. Оставляютъ на 2 часа, часто взбалтывая. Затѣмъ, отцѣживаютъ 200 СС и въ нихъ опредѣляютъ фосфорную кислоту или молибденовокислымъ амміакомъ съ должными предосторожностями, или титрованіемъ уксуснокислымъ ураномъ; въ послѣднемъ случаѣ обращаютъ вниманіе на то, образуется ли осадокъ отъ дѣйствія уксуснокислаго натра или уксуснокислаго амміака, или нѣтъ; если образуется, то его собираютъ, прокалываютъ и принимаютъ, что онъ на половину состоитъ изъ фосфорной кислоты.

Для опредѣленія полурастворимой фосфорной кислоты, т.-е. той, которая ретроградировала въ суперфосфатахъ, 5 гр. вещества растираютъ въ ступкѣ съ растворомъ лимоннокислаго амміака (уд. в. 1,09; на литръ такого раствора прибавляютъ 50 СС воднаго амміака). Лимоннокислый амміакъ растворяетъ соли фосфорной кислоты, образовавшіяся вслѣдствіе ретроградации; конечно, при этомъ переходитъ въ растворъ вмѣстѣ съ ретроградировавшей и растворимая въ водѣ фосфорная кислота. Взмученную смѣсь помѣщаютъ въ колбу вмѣстимостью въ 250 СС, дополняютъ растворомъ лимоннокислаго амміака и нагрѣваютъ въ продолженіи часа при 38—40°, часто взбалтывая. Въ 100 СС фильтрата опредѣляютъ фосфорную кислоту прямо магnezіальной смѣсью (Петерманъ). Вычтя изъ полученнаго количества фосфорной кислоты количество растворимой фосфорной кислоты, узнаемъ количество полурастворимой фосфорной кислоты. Впрочемъ, при анализѣ суперфосфатовъ можно довольствоваться однимъ опредѣленіемъ фосфорной кислоты, именно того количества, которое переходитъ въ растворъ при дѣйствіи ли-

моннокислаго амміака, потому что, какъ мы видѣли раньше, удобрительное значеніе растворимой въ водѣ и ретроградировавшей фосфорной кислоты одинаково.

О круговоротѣ азота въ природѣ и о минеральныхъ азотистыхъ удобренияхъ.

Вопросъ о необходимости азотистыхъ удобрений поставленъ далеко не такъ категорично со стороны общихъ соображеній, какъ о необходимости фосфорнокислыхъ удобрений *). Дѣло въ томъ, что атмосфера содержитъ и углекислый, и азотнокислый амміакъ, и почва получаетъ связанный азотъ въ формѣ этихъ солей въ атмосферныхъ осадкахъ (дождь, роса и т. п.), а углекислый амміакъ и прямо поглощаетъ изъ атмосферы. Но кромѣ того, многими выставлялось и выставляется, что свободный азотъ атмосферы, находящійся въ ней въ такомъ огромномъ количествѣ, фиксируется растениями и почвою, переходя въ соединенія, заключающія связанный азотъ: Я не буду подробно разбирать вопросъ о фиксации растениями свободного азота,—это относится къ физиологіи растений,—и мнѣ придется лишь коснуться этого предмета, остановившись ближе только на фиксации азота къ почвѣ. Рядомъ съ болѣе или менѣе доказанными процессами перехода свободного азота въ связанное состояніе, имѣютъ мѣсто на земной поверхности и прямо имъ противоположные, при которыхъ связанный азотъ переходитъ въ свободный. Разсмотрѣніе вопроса объ азотѣ будетъ односторонне, если не обратимъ вниманія и на эти послѣдніе процессы.

Начнемъ съ общей картины круговорота азота въ природѣ, причемъ за исходный пунктъ возьмемъ атмосферу и къ атмосферѣ же возвратимся. При этомъ сосредоточимъ вначалѣ вниманіе только на соединеніяхъ, заключающихъ связанный азотъ, потому что они имѣютъ безспорное зна-

* Основатель минеральной теоріи Либихъ былъ того мнѣнія, что для получения среднихъ урожаевъ нѣтъ необходимости вносить въ почву азотистыя удобрения, такъ какъ почва, съ одной стороны, содержитъ достаточный запасъ азота въ видѣ гумуса, а съ другой—получаетъ связанный азотъ въ осадкахъ изъ атмосферы.

ченіе въ питаніи растений. Въ атмосферѣ заключаются пары углекислаго амміака, правда въ весьма незначительномъ количествѣ. По опредѣленіямъ Шлезинга *), во 100 куб. метрахъ воздуха заключается среднимъ числомъ днемъ $0,00109$ граммъ, а ночью— $0,003$ гр. амміака **), По опредѣленіямъ Фодора во 100 куб. метрахъ дневнаго воздуха заключается $0,0043$ гр. NH^3 , а ночнаго $0,0047$ гр. NH^3 . Кромѣ того, въ атмосферѣ заключается азотнокислый, а по наблюденіямъ нѣкоторыхъ—и азотистокислый амміакъ. Азотнокислый амміакъ находится въ атмосферѣ не въ видѣ паровъ, потому что эта соль не летуча,—а въ видѣ мельчайшихъ твердыхъ частицъ, плавающихъ въ воздухѣ. Количество его здѣсь остается до сихъ поръ неизвѣстнымъ, вслѣдствіе трудности извлеченія изъ воздуха твердыхъ нелетучихъ веществъ, находящихся въ немъ въ состояніи мельчайшаго раздѣленія, но, безъ сомнѣнія, оно также крайне мало.

Почва воспринимаетъ связанный азотъ изъ атмосферы двоякимъ образомъ. Вопервыхъ, въ атмосферныхъ водныхъ осадкахъ: въ водѣ дождя, росы и т. п. растворяются упомянутыя соли, находящіяся въ атмосферѣ, и такимъ образомъ доставляются почвѣ. Имѣются многочисленныя опредѣленія какъ амміака, такъ и азотной кислоты въ водѣ дождя, росы, тумана и т. п. По опредѣленіямъ Буссенго, въ литрѣ дождя заключается $0,00042$ гр. амміака (среднее за 1853 г.); по Лоозу, Гильберту и Варингтону, въ литрѣ дождя, росы и снѣга среднее изъ многихъ наблюденій — $0,00024$ (maximum $0,00349$, minimum $0,00004$) амміака. Присутствіе азотной кислоты въ дождѣ открыто Либихомъ. По наблюденіямъ Франкланда въ Ротгамстедѣ (среднее изъ 69 опредѣленій) въ литрѣ дождя заключается $0,00014$ азотной кислоты. Надо, впрочемъ, замѣтить, что содержаніе связаннаго азота въ атмосферныхъ осадкахъ подвержено сильнымъ колебаніямъ, и разные наблюдатели находили въ различныхъ атмосферныхъ осадкахъ, въ различныхъ мѣстностяхъ, въ литрѣ отъ 1 миллиграмма до 15 и даже болѣе миллиграммовъ связаннаго азота. Среднія изъ наблюденій на германскихъ опыт-

*) Contribution à l'étude de la chim. agr., 39.

**) По прежнимъ наблюденіямъ содержаніе амміака въ воздухѣ гораздо выше, именно—въ 1 куб. метрѣ воздуха отъ 1 до 5 миллиграммовъ.

заключаются па-
незначительномъ
*), во 100 куб.
ломъ днемъ $0,00109$
по опредѣленіямъ
уха заключается
омъ того, въ ат-
аблюденіямъ нѣ-
тнокислый аммі-
ровъ, потому что
хъ твердыхъ ча-
о его здѣсь ос-
дствіе трудности
тъ веществъ, на-
аго раздѣленія,

изъ атмосферы
рныхъ водныхъ
створяются упо-
и такимъ обра-
численныя опре-
оты въ водѣ дож-
мъ Буссенго, въ
ака (среднее за
у, въ литрѣ дож-
люденій — $0,00024$
присутствіе азот-
по наблюденіямъ
69 опредѣленій)
кислоты. Надо,
ннаго азота въ
мъ колебаніямъ,
ныхъ атмосфер-
, въ литрѣ отъ
аммовъ связан-
манекихъ опыт-

воздухъ гораздо выше,
въ.

ныхъ станціяхъ даютъ $1,43$ mg. азота амміака въ литрѣ до-
дя и $0,38$ mg. азота азотной кислоты. Если принять эти чис-
ла, то окажется, что на гектаръ въ годъ доставляется этимъ
путемъ изъ атмосферы $14,1$ kg. N; изъ одиннадцати-лѣтнихъ
наблюденій Леви (1875—1886) въ Монсури около Парижа,
вытекаетъ, что на гектаръ въ годъ доставляется дождемъ
 $10,01$ кило азота амміака и $3,88$ кило азота азотной кисло-
ты,—въ общемъ, слѣдовательно, $13,86$ кило связаннаго азота—
количество, какъ видно, близкое къ найденному въ Герма-
нии и не на столько малое, чтобы оно не имѣло для почвы
никакого значенія. Но для Англій, наприм., подобное же
расчисленіе изъ наблюденій въ Ротгамстедъ даетъ гораздо
меньшее число, именно—въ годъ $3,39$ kg. N на гектаръ *).

Вовторыхъ, почва можетъ поглощать прямо пары угле-
кислаго амміака изъ атмосферы. Пары углекислаго амміака,
приходя въ прикосновеніе съ почвою, находящеюся въ до-
статочно влажномъ состояніи, должны раствориться въ
почвенной водѣ и вступить въ реакціи, которымъ подвер-
гается амміакъ въ почвѣ. Но въ настоящее время, по недо-
статку наблюденій и принимая во вниманіе опыты Бертело
о фиксированіи азота къ почвѣ, о которыхъ будетъ рѣчь да-
лѣе, трудно составить себѣ сколько-нибудь ясное представле-
ніе о количественной сторонѣ этого процесса. Нѣкоторые
наблюдатели (Гейнрихъ и Келльнеръ) старались разрѣшить
этотъ вопросъ такимъ образомъ, что брали соляную или сла-
бую сѣрную кислоту, помѣщали ее въ сосудъ съ опредѣлен-
ною поверхностью, оставляли въ полѣ, предохраняя отъ ат-
мосферныхъ осадковъ, и опредѣляли, сколько въ извѣстное вре-
мя кислота поглощала амміака изъ воздуха. Изъ подобныхъ
опытовъ, произведенныхъ Гейнрихомъ въ Ростокѣ, выходило,
что въ годъ поверхностью одного гектара поглотится до $30,6$
кило амміака, а изъ опытовъ Келльнера въ Токио, въ Япо-
ніи,— $13,1$ кило. Такимъ образомъ, становится вѣроятнымъ,
что почвою поглощается столько же, или даже болѣе, связан-
наго азота прямо изъ атмосферы въ формѣ углекислаго аммі-

*) По опредѣленіямъ въ Ротгамстедъ, опубликованнымъ въ 1884 году, въ ат-
мосферныхъ осадкахъ заключаются кромѣ того хлористыя и сѣрнокислыя соли.
Въ годъ на гектаръ приходится $16,71$ кило Cl (среднее за 6 лѣтъ) и $20,7$ кило
 SO_3 (среднее за 2 года).

ака, чѣмъ доставляется ей въ атмосферныхъ осадкахъ. Количественная сторона вопроса требуетъ, впрочемъ, изслѣдованій въ болѣе широкихъ размѣрахъ.

Попавъ въ почву, углеамміачная и азотноамміачная соли послужатъ для доставленія азота растеніямъ. Въ томъ случаѣ, если растенія появляются впервые, эти соли для нихъ представляютъ, всѣтъ съ крайне малымъ количествомъ азота органическихъ соединеній, заключающихся въ дождевой водѣ, единственный источникъ связаннаго азота; если же въ почвѣ уже заключаются растительные остатки, то дѣйствіе этихъ солей присоединится къ дѣйствію амміачныхъ солей и нитратовъ, образующихся изъ растительныхъ остатковъ. Если держаться того взгляда, что растенія не ассимилируютъ свободнаго азота, и что послѣдній лишенъ способности входить въ соединеніе съ органическими веществами почвы, то придется принять, что азотъ растительныхъ остатковъ и гумуса обязанъ своимъ происхожденіемъ азоту углеамміачной и азотноамміачной солей, заключающихся въ атмосферѣ. Послуживъ для питанія растеній, этотъ азотъ скопляется въ растительныхъ остаткахъ и снова мало по малу переходитъ въ амміачныя соли и нитраты. Но часть нитратовъ, какъ мы видѣли ранѣе, вымывается изъ почвы водою. Попадая въ море и послуживъ тамъ для доставленія азота организмамъ, населяющимъ море, она, послѣ разложенія организмовъ, остается въ видѣ углеамміачной соли (Шлезингъ). Анализъ морской воды показываетъ, что въ литрѣ ея заключается среднимъ числомъ $0,0003$ гр. амміака. Выходитъ, что запасъ углеамміачной соли въ морѣ громаденъ: по расчету на каждую десятину суши приходится 4000 кило углеамміачной соли, заключающейся въ морской водѣ. Этотъ запасъ не остается мертвымъ для земной растительности: углеамміачная соль летуча и пары ея мало по малу переходятъ изъ моря въ атмосферу, подчиняясь при этомъ закону парціального давленія. Устанавливается извѣстное равновѣсіе между содержаніемъ углеамміачной соли въ морской водѣ и содержаніемъ ея въ воздухѣ. Пониженіе ея содержанія въ воздухѣ влечетъ за собой выходъ части углеамміачной соли изъ моря въ атмосферу *).

*) По Шлезингу отношеніе: $\frac{\text{содержаніе NH}_3 \text{ въ 1 куб. метрѣ воздуха}}{\text{содержаніе NH}_3 \text{ въ 1 литрѣ воды}} = r;$

тъ осадкахъ. Ко-
рочемъ, изслѣдо-

оамміачная соли
тъ. Въ томъ слу-
и соли для нихъ
ичествомъ азота
тъ дождевой водѣ,
если же въ почвѣ
о дѣйствіе этихъ
ихъ солей и нит-
остатковъ. Если
имилируютъ сво-
обности входитъ
и почвы, то при-
ратковъ и гумуса
мміачной и азот-
мосферѣ. Послу-
ляется въ расти-
у переходитъ въ
ратовъ, какъ мы
Попадая въ море
рганизмамъ, на-
низмовъ, остае-
). Анализъ мор-
ключается сред-
ито запасъ угле-
чету на каждую
іачной соли, за-
е остается мерт-
ная соль летуча
я въ атмосферу,
давленія. Уста-
держаніемъ угле-
мъ ея въ воздухѣ.
за собой выхож-
атмосферу *).

$\frac{\text{метрѣ воздуха}}{\text{литрѣ воды}} = r;$

Въ такомъ видѣ представляется тотъ циклъ превращеній, которымъ подвергается связанный азотъ, если пока оставить безъ вниманія случаи образованія азотистыхъ соединеній изъ свободнаго азота и случаи разложенія ихъ съ выдѣленіемъ свободнаго азота. При разсмотрѣніи этихъ превращеній мы взяли за исходный пунктъ атмосферу и къ атмосферѣ же возвратились. Замѣтимъ здѣсь, что только часть—и, быть-можетъ, малая часть—всей углеамміачной соли, заключающейся въ морской водѣ, обязана своимъ происхожденіемъ нитратамъ, вымытымъ водою изъ почвы; большая же часть доставляется въ море атмосферными осадками; но важно то, что связанный азотъ, заключающійся въ этихъ осадкахъ, попавшихъ въ море, не можетъ считаться потеряннымъ для земной растительности.

Разсмотрѣвъ, такимъ образомъ, круговоротъ азота въ общемъ, переходимъ къ разбору тѣхъ случаевъ, когда свободный азотъ можетъ вступить въ этотъ круговоротъ, переходя въ азотистыя соединенія и увеличивая собою сумму связаннаго азота въ природѣ. Я разсмотрю теперь только тѣ процессы перехода свободнаго азота въ связанный, которые являются несомнѣнными; остальные же, требующіе, по моему мнѣнію, дальнѣйшихъ подтвержденій, отнесены къ концу лекціи. Прежде всего возникаетъ вопросъ, каково происхожденіе азотной кислоты, заключающейся въ воздухѣ въ видѣ азотноамміачной соли, и возобновляется ли запасъ ея. Принимая во вниманіе абсолютную нелетучесть этой соли, вѣроятнымъ является допущеніе, что она образуется въ воздухѣ же. Дѣйствительно, еще Кавендишъ показалъ, что, подъ вліяніемъ электрическихъ искръ, кислородъ и азотъ воздуха, въ присутствіи воды или щелочи, соединяются, давая азотную кислоту. Процессъ образованія азотной кислоты въ природѣ происходитъ подъ вліяніемъ молніи, во время грозъ, которыя, наприм., весьма часты между тропиками; образующаяся азотная кислота, встрѣчая въ воздухѣ углекислый амміакъ,—одинъ изъ продуктовъ разложенія органи-

r есть величина постоянная для каждой температуры, такъ что при $0^{\circ} = 0,004$, при $10^{\circ} = 0,009$, при $20^{\circ} = 0,0263$. Въ переводѣ на обыкновенный языкъ это обозначаетъ, что тѣмъ выше температура, тѣмъ болѣе углекислаго амміака перейдетъ изъ воды въ воздухъ (Contribution etc.).

ческихъ веществъ на земной поверхности,—даетъ азотноаміачную соль, которая и остается здѣсь въ видѣ мельчайшихъ твердыхъ частицъ. Условія образованія азотной кислоты въ природѣ можно сравнить съ условіями образованія ацетилена изъ угля и водорода въ опытѣ Бертелло. Какъ тутъ, такъ и тамъ вещества, не реагирующія другъ на друга при обыкновенныхъ условіяхъ, вступаютъ въ реакцію подъ вліяніемъ весьма высокой температуры электрической искры и сохраняются только при условіяхъ быстрого перехода изъ сферы высокой температуры въ окружающее холодное пространство. Хотя условія эти не благопріятствуютъ образованію большихъ количествъ азотной кислоты, но тѣмъ не менѣе необходимо допустить, что этотъ случай перехода свободнаго азота въ связанный поставленъ внѣ всякаго сомнѣнія. Слѣдуетъ далѣе ожидать, что азотная кислота будетъ образовываться изъ свободнаго азота и при процессѣ горѣнія, потому что при этомъ также воспроизводятся условія помогающія образованію подобныхъ соединений, т. е. высокая температура и окружающее холодное пространство. Дѣйствительно, при горѣніи на воздухѣ водорода, магнія и при другихъ случаяхъ горѣнія доказано образованіе азотной кислоты и окисловъ азота. Этотъ также несомнѣнный случай перехода азота въ связанное состояніе могъ имѣть большое значеніе въ прежніе періоды исторіи земнаго шара, когда на немъ шло окисленіе простыхъ тѣлъ. Слѣдуетъ ли изъ приведеннаго, что сумма связаннаго азота постоянно увеличивается? Отвѣтъ на этотъ вопросъ дать невозможно, потому что рядомъ съ процессами, вслѣдствіе которыхъ свободный азотъ переходитъ въ связанный, совершаются другіе, при которыхъ связанный азотъ переходитъ частью въ свободный, и количественная сторона каждаго изъ этихъ процессовъ на земной поверхности неизвѣстна.

Главный изъ этихъ процессовъ, имѣющихъ слѣдствіемъ переходъ части связаннаго азота въ свободный, будетъ гніеніе органическихъ остатковъ на земной поверхности. Опытами многихъ наблюдателей констатировано, что при этомъ часть азота выдѣляется въ свободномъ состояніи. Въ предшествовавшихъ лекціяхъ, наприм. въ лекціи о гніеніи навоза, мы видѣли тому примѣры. Выдѣленіе свободнаго азота съ

особенно ясно доказано въ тѣхъ случаяхъ, когда гніеніе органическихъ остатковъ происходитъ въ отсутствіи веществъ, связывающихъ выдѣляющійся амміакъ, наприм. въ отсутствіи почвы *). Можно, слѣдовательно, думать, что ближайшая причина образованія свободного азота будетъ — разрушеніе амміака **), но причины разсматриваемаго явленія далеко еще не разъяснены, — быть-можетъ онъ біологическаго характера, — и подобны причинамъ, вслѣдствіе которыхъ нитраты могутъ разлагаться съ выдѣленіемъ свободного азота, что было уже разсмотрѣно ранѣе.

Кромѣ этихъ двухъ процессовъ (гніеніе органическихъ остатковъ и разложеніе нитратовъ въ особыхъ условіяхъ), слѣдуетъ еще указать на третій, именно — на горѣніе веществъ, содержащихъ связанный азотъ, при которомъ также весь или часть связаннаго азота переходитъ въ свободное состояніе. Обыкновенные горючіе матеріалы: дрова, каменный уголь и т. п. содержатъ азотъ въ связанномъ состояніи; если при сжиганіи развивается весьма высокая температура и доступъ воздуха вполне свободенъ, то весь водородъ горючаго матеріала окисляется въ воду, и потому связанный азотъ переходитъ въ свободное состояніе. При медленномъ же горѣніи, часть азота, заключающагося въ горючемъ матеріалѣ (именно — въ наиболѣе благоприятныхъ условіяхъ до 15% всего азота), выдѣляется въ видѣ амміака. При

*) По опытамъ Лооза и Гильберта при гніеніи сѣмянъ выдѣляется до 40% всего азота, бывшаго въ нихъ. Опытъ Буссенго, приведенный на слѣдующей страницѣ, показываетъ, что и при разложеніи органическихъ веществъ въ почвѣ выдѣляется свободный азотъ.

**) По предположенію Дитцеля азотъ, выдѣляющійся при гніеніи органическаго вещества, происходитъ вслѣдствіе реакціи азотистой кислоты, образующейся въ видѣ солей, на амидосоединенія (лейцинъ, тирозинъ), происходящія при гніеніи, или на амміакъ. Источникомъ азотистокислыхъ солей явятся нитраты, образующіеся въ верхнихъ слояхъ гніющей массы, азотистая же кислота углекислотою освобождается изъ нѣкоторыхъ ея солей, наприм. известковой. Предположеніе Дитцеля хотя и вѣроятно, но нуждается въ дальнѣйшей разработкѣ: Дитцель только въ одномъ случаѣ въ гніющей массѣ нашелъ азотистую кислоту. Хотя Такэ и показалъ затѣмъ, что при прибавленіи раствора селитры къ гніющему мясу, мукѣ и т. п. образуется сначала азотистая кислота, а потомъ исчезаетъ, причѣмъ выдѣляется свободный азотъ, но послѣдній могъ происходить отъ возстановленія азотистой кислоты, вслѣдствіе дѣйствія микроорганизмовъ, а не отъ реакціи ея съ амидосоединеніями.

горѣніи, слѣдовательно, съ одной стороны свободный азотъ можетъ давать азотную кислоту, а съ другой—связанный азотъ горючаго матеріала переходитъ въ свободный. Если основываться на аналогіи между горѣніемъ и дѣйствіемъ микроорганизмовъ, переносящихъ кислородъ воздуха на органическія вещества (аэробіи), то можно предвидѣть, что при чрезвычайно повышенной дѣятельности микроорганизмовъ, вызываемой обильнымъ притокомъ воздуха, здѣсь, какъ и при сильномъ горѣніи, будетъ выдѣляться болѣе азота. Нѣкоторые опыты Кёнига, повидимому, подтверждаютъ это предположеніе: при усиленномъ пропусканіи воздуха чрезъ навозъ замѣчена была большая потеря азота, чѣмъ при умѣренномъ доступѣ воздуха къ навозу. Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, окислительный процессъ, вслѣдствіе его интензивности, распространился въ значительной мѣрѣ и на водородъ органическаго вещества, такъ что азота освободилось болѣе. Всѣми разсмотрѣнными процессами общая сумма связаннаго азота уменьшается, но возмѣщается ли эта потеря образованіемъ азотной кислоты въ атмосферѣ на счетъ свободного азота—сказать нельзя.

Но, быть-можетъ, переходъ свободного азота въ связанное состояніе совершается въ болѣе широкихъ размѣрахъ, чѣмъ мы принимали до сихъ поръ? Быть-можетъ въ природѣ существуетъ цѣлый рядъ процессовъ, вслѣдствіе которыхъ свободный азотъ входитъ въ соединения? Изслѣдованія въ этомъ отношеніи весьма многочисленны. Въ разное время разными изслѣдователями выставлялись предположенія насчетъ фиксаціи азота къ почвѣ или къ растеніямъ, но всѣ они или опровергнуты, или внушаютъ сомнѣніе. Я поэтому излагаю ихъ отдѣльно отъ несомнѣнно доказанныхъ случаевъ перехода свободного азота въ связанный. Остановимся вначалѣ на нѣкоторыхъ изъ этихъ предположеній, касающихся почвы, и коснемся затѣмъ только вскользь вопроса о фиксаціи азота къ растеніямъ, потому что этотъ вопросъ разсматривается въ курсѣ физиологіи растений. Возникновеніе попытокъ доказать возможность фиксаціи азота къ почвѣ вызывается стремленіемъ указать на тотъ источникъ, откуда почва получаетъ азотъ въ тѣхъ случаяхъ, когда она въ продолженіе цѣлаго ряда лѣтъ даетъ безъ удобренія урожай, въ

свободный азотъ
углой—связанный
свободный. Если
мъ и дѣйствию
въ воздуха на ор-
едвидѣть, что при
кроорганизмовъ,
а, здѣсь, какъ и
олѣе азота. Нѣ-
ждаютъ это пред-
здуха чрезъ на-
чѣмъ при умѣ-
омъ случаѣ, слѣ-
вие его интензив-
рѣ и на водородъ
ободилось болѣе.
умма связаннаго
потеря образова-
четь свободнаго

азота въ связан-
ныхъ размѣрахъ,
ожетъ въ приро-
вслѣдствіе кото-
ля? Изслѣдованія
Въ разное время
едположенія на-
теніямъ, но всѣ
ѣніе. Я поэтому
анныхъ случаевъ
становимся вна-
ній, касающихся
вопроса о фикса-
въ вопросъ раз-
. Возникновеніе
азота къ почвѣ
сточникъ, откуда
когда она въ про-
роченія урожая, въ

которыхъ количество связаннаго азота превышаетъ, по мнѣ-
нію наблюдателей, вѣроятное количество его, доставляемое
изъ атмосферы. Таковъ, наприм., случай съ лугами, укосъ
съ которыхъ въ продолженіе многихъ лѣтъ можетъ содер-
жать до 60 и болѣе кило связаннаго азота съ десятины.
Остановимся на слѣдующихъ изслѣдованіяхъ и предположе-
ніяхъ, сюда относящихся.

1. Не образуется ли азотистокислый амміакъ при испаре-
ніи воды? По Шенбейну *), если въ сильно нагрѣтый пла-
тиновый тигель приливать по каплямъ воду и сгущать обра-
зующійся паръ въ стаканѣ, который держать надъ тиглемъ,
отверстіемъ внизъ, то стекающая вода содержитъ малыя ко-
личества азотистокислаго амміака. Одни наблюдатели (Бет-
херъ, Варингтонъ) подтверждаютъ показаніе Шенбейна, дру-
гіе (Каріусъ) отрицаютъ. При изслѣдованіи вопроса выясни-
лось, что 1) при испареніи воды на воздухѣ происходятъ
озонъ и перекись водорода; 2) что эти соединенія не могутъ
окислять азота, но что они окисляютъ амміакъ въ азотисто-
кислый и азотнокислый амміакъ. Такъ какъ въ воздухѣ всегда
находится нѣкоторое количество углекислаго амміака, то въ
опытѣ Шенбейна превращеніе свободнаго азота въ связан-
ное состояніе при испареніи воды является недоказаннымъ;
весьма вѣроятно, что при этомъ происходило превращеніе
уже существовавшихъ соединеній азота въ другія. Кромѣ
того нагрѣваніе тигля пламенемъ въ опытѣ Шенбейна долж-
но было способствовать переходу свободнаго азота въ свя-
занное состояніе, такъ какъ при горѣніи образуются окислы
азота; испареніе воды, слѣдовательно, происходило въ ат-
мосферѣ содержащей болѣе окисленнаго азота, чѣмъ окру-
жающій воздухъ **).

2. Не принимаетъ ли свободный азотъ участія въ образо-
ваніи нитратовъ въ почвѣ? Предположеніе это возникло по-

*) Liebig's Annalen 124, 1.

**) При опредѣленіи кислотъ азота въ дождевой водѣ и т. п. слѣдуетъ забо-
титься объ устраненіи отъ испаряемой жидкости вліянія на нее газовъ, образу-
ющихся при сжиганіи горючаго матеріала. Поэтому, прибавивъ къ водѣ немного
ѣдкаго кали, ее перегоняютъ, а не выпариваютъ въ чашкахъ. Остатокъ же
окончательно выпариваютъ въ воздушной банѣ, защищенной отъ прониканія въ
нее продуктовъ горѣнія.

тому, что при процессах горѣнія, наприм. водорода, на воздухъ образуется азотная кислота изъ свободнаго азота; образование же нитратовъ является процессомъ окисленія, слѣдовательно—аналогичнымъ въ извѣстной степени процессу горѣнія. Опыты Буссенго *) показали, что, повидимому, свободный азотъ не принимаетъ участія въ образованіи нитратовъ. Буссенго бралъ, наприм., 100 гр. почвы, примѣшивалъ къ ней песку и помѣщалъ смѣсь въ большую колбу, вмѣщавшую 100 литровъ воздуха. Колба герметически закупоривалась и была оставлена на 11 лѣтъ, по прошествіи которыхъ опытъ считался оконченнымъ:

	Общее количество азота:	Азотъ азотной кислоты:
Содержаніе связаннаго азота въ 1860 г. .	0,4722	0,500075
„ „ „ „ 1871 „ .	0,4320	0,216
	—0,02	+0,283925

Слѣдовательно, количество связаннаго азота въ почвѣ за этотъ періодъ времени не только не возросло, но понизилось, такъ какъ часть связаннаго азота выдѣлилась въ свободномъ состояніи. Этотъ и подобные ему опыты Буссенго доказываютъ, что при образованіи селитры изъ органическихъ веществъ почвы, или, точнѣе сказать—при разложеніи послѣднихъ, которое оканчивается образованіемъ селитры, связанный азотъ частію переходитъ въ свободный. Но прямого доказательства тому, что атмосферный азотъ не принимаетъ участія въ образованіи азотной кислоты, въ этихъ опытахъ нѣтъ, хотя они и приводятся часто съ цѣлю доказать индифферентность атмосфернаго азота въ процессѣ нитрификаціи. Надо замѣтить, что самъ Буссенго выражается такъ: „повидимому атмосферный азотъ не содѣйствовалъ образованію азотной кислоты“. Съ другой стороны, нѣтъ несомнѣнныхъ доказательствъ тому, чтобы свободный азотъ участвовалъ въ образованіи селитры.

3. Не фиксируется ли азотъ въ почвѣ подъ вліяніемъ тихаго разряда? Въ воздухѣ въ большинствѣ случаевъ преобладаетъ положительное электричество, въ землѣ — отрица-

*) Annales de chim. et de phys. 1873, XXIX, 180.

водорода, на
свободного азота;
окисления, слѣ-
дственно процессу
повидимому,
образованіи ни-
тричвы, примѣши-
тельную колбу,
металлически заку-
по простествіи

колич- азота:	Азотъ азот- ной кислоты:
14722	0,00075
14520	0,16
102	+0,13923

а въ почвѣ за-
но понизилось,
въ свободномъ
состояніи доказы-
ваются догады-
вателескихъ ве-
роятности послѣд-
ствія, связан-
ныя. Но прямого
не принимаетъ
этихъ опытахъ
оказаться инди-
каціи нитри-
фикации. По-
лучается такъ: „по-
лученію несомнѣ-
нныхъ участвовавъ

въ влияніемъ ти-
пичнаго преоб-
ладанія — отрица-

тельное. Разрядъ ихъ постоянно совершается у земной по-
верхности. Разрядъ носитъ названіе тихаго или темнаго по-
тому, что онъ не сопровождается появленіемъ искръ. Бертело *)
показалъ, что подъ влияніемъ тихаго разряда свободный
азотъ можетъ фиксироваться къ клѣтчаткѣ, къ декстрину и
т. п., но фиксація эта крайне невелика. Подвергая въ особо-
устроенныхъ приборахъ смоченную бумагу и декстрины дѣй-
ствію тихаго разряда, въ присутствіи свободнаго азота,
Бертело нашелъ, что черезъ мѣсяць къ 1000 частямъ дек-
стрина присоединилось 0,05 ч. азота. Къ 1000 ч. бумаги че-
резъ мѣсяць подъ дѣйствіемъ тихаго разряда (5 элементовъ
Лекланше) присоединилось 0,35 частей азота. Надо замѣтить,
что бумага и декстрины брались для опыта въ малыхъ коли-
чествахъ. Изъ этихъ опытовъ возникла гипотеза фиксаціи
азота растеніями въ томъ случаѣ, если они подвергаются
дѣйствію тихаго разряда атмосфернаго электричества, т. е.
если они не покрыты колпакомъ изъ металлической сѣтки и
т. п. Опыты, произведенные для рѣшенія вопроса, давали
противорѣчивые результаты. Въ однихъ случаяхъ растенія
развивались лучше непокрытыя, а въ другихъ—покрытыя
металлическою сѣткой.

Относительно почвы опыты дѣлались такъ, что въ почвѣ
опредѣлялось количество связаннаго азота, и одна порція ея
оставлялась непокрытою, а другая покрывалась металличе-
скою сѣткой,—слѣдовательно, изолировалась отъ дѣйствія ат-
мосфернаго электричества. Въ опытахъ Грандо была взята
почва съ содержаніемъ въ 100 гр. 0,1618 грам. азота. Опытъ
длился отъ 1 апрѣля до 10 октября. Въ почвѣ непокрытой
оказалось послѣ опыта 0,1392 гр. азота, а въ почвѣ покры-
той—0,1600. Слѣдовательно, разница такъ невелика, что дѣ-
лать какіе-нибудь выводы изъ опыта не приходится.

4. Не фиксируется ли азотъ къ микроорганизмамъ, насе-
ляющимъ не только почвы, но глины и пески? Этотъ вопросъ
былъ поднятъ Бертело въ его послѣднихъ изслѣдованіяхъ
(октябрь 1855 г.). Бертело **) даетъ на него утвердительный
отвѣтъ. Рѣшающіе опыты состояли въ слѣдующемъ: въ

*) Annales de chim. et de phys. 1877, X, 51.

**) Compt. rend. CI, 775.

стлянки, емкостью въ 4 литра, было помѣщено по килограмму желтаго глинистаго песка, песка, содержащаго глину другаго происхожденія, и глины изъ подпочвенныхъ слоевъ Медона, близъ Парижа. Во взятыхъ веществахъ были опредѣлены связанный азотъ; затѣмъ стлянки были закрыты притертыми пробками и часть ихъ оставлена на свѣту въ комнатѣ, часть помѣщена въ шкафъ. Черезъ нѣсколько мѣсяцевъ снова опредѣленъ связанный азотъ, причемъ констатировано увеличеніе его количества:

	30 апр.	6 июля	10 окт.
		1885 г.	
	въ г р а м м а х ъ :		
Желтый глинистый песокъ въ 1 кило			
содержалъ связ.	N — 0,091	— 0,0979	— 0,1289
Глина въ 1 кило содержала связ. . .	N — 0,021	— 0,0394	— 0,0494
Другой глинистый песокъ въ 1 кило			
содержалъ связ.	N — 0,1119	— 0,1188	— 0,1303

Здѣсь приведены результаты тѣхъ опытовъ, которые дѣлались на свѣту. Въ темнотѣ результаты были ниже. Оставленные на открытомъ воздухѣ вещества также фиксировали азотъ. Участіе организмовъ въ этомъ процессѣ Бертелло доказалъ такимъ образомъ, что произвелъ параллельные опыты съ тѣми же веществами, но стерилизованными. Именно, онъ подвергалъ предварительно ихъ дѣйствию температуры въ 100° и пропускалъ нѣкоторое время въ нихъ пары воды при 100°. Оказалось, что съ стерилизованными веществами фиксація азота не происходитъ. Бертелло разсчитываетъ, что на гектаръ этимъ путемъ можетъ фиксироваться въ полгода (апрѣль—октябрь), отъ 20 до 30 кило азота. Азотъ Бертелло опредѣлялъ прокачиваніемъ 50 гр. песка или глины съ натристою известью и затѣмъ уже разсчитывалъ содержаніе его на 1 кило. Но если напримѣръ, глина въ 1 кило содержитъ 0,02 гр. азота, то при анализахъ ея Бертелло получалъ изъ 50 гр. глины 0,0012 гр. амміака, т. е. 0,001 гр. азота амміака, — 1000 : 50 = 0,02 : x; x = 0,001. При опредѣленіи столь малыхъ количествъ, неизбѣжныя ошибки опытовъ, конечно, будутъ въ сильной степени вліять на результатъ, поэтому всякіе разсчеты количественной стороны процессовъ, совершающихся на большихъ площадяхъ земной поверхности, въ

тѣхъ частыхъ случаяхъ, когда эти расчеты основаны на такихъ, можно сказать, микроскопическихъ опредѣленіяхъ,—внушаютъ сильное сомнѣніе.

Въ 1887 году Бертело *) опубликовалъ опыты, имѣющіе цѣлю доказать, что и почвы въ отсутствіи растений, или покрытыя ими, способны фиксировать азотъ. Методъ изслѣдованія былъ слѣдующій. Въ большіе сосуды помѣщалось по 50 кило почвы; внизу сосуды имѣли отверстія, назначенныя для стока воды, которую собирали и анализировали. Сосуды въ большинствѣ опытовъ оставались на открытомъ воздухѣ. Въ почвѣ былъ опредѣленъ до опыта азотъ органическихъ остатковъ, нитратовъ и амміака. Во время опытовъ и, главное, по окончаніи ихъ также были сдѣланы эти опредѣленія. Кромѣ того, опредѣлялось количество дождя, выпавшее на изслѣдуемую почву, и содержаніе связаннаго азота какъ въ дождѣ, такъ и въ водѣ, стекшей изъ нижнихъ отверстій сосуда; затѣмъ, особыми опытами (поглощеніемъ изъ воздуха амміака опредѣленною поверхностію сѣрной к.) было установлено, сколько почва получила амміака изъ воздуха во время опыта.

Вотъ, на примѣръ, балансъ одного изъ опытовъ:

50 кило почвы содержали азота	50,37 гр.
Азотъ доставленный дождемъ=	0,0489
	<hr/>
	50,42 гр.

50 кило почвы содержали азотъ по окончаніи опыта	62,48 гр.
Азотъ нитратовъ въ водѣ дождя, прошедшей чрезъ почву	0,674 гр.
	<hr/>
	63,15 гр.

Опытъ продолжался семь мѣсяцевъ, въ продолженіи которыхъ, слѣдовательно, 50 кило почвы фиксировали 12,73 гр. азота.

Если, при подобныхъ же опытахъ, почва была засѣяна растеніями (amarantus), то, вводя въ расчетъ, кромѣ того, связанный азотъ высаженныхъ растеній и связанный азотъ растеній послѣ опыта, оказывалось, что фиксація азота была менѣе, чѣмъ въ отсутствіе растеній. Такъ, въ сравни-

*) Compt. rend. CIV, 205.



помѣщено по кило-
та, содержащаго гли-
подпочвенныхъ сло-
веществахъ былъ
глинки были закры-
оставлена на свѣту
. Черезъ нѣсколько
азотъ, причѣмъ кон-

30 апр. 6 июля 10 окт.
1885 г.
въ граммахъ:

0,021	—	0,0979	—	0,1289
0,021	—	0,0394	—	0,0494
0,1119	—	0,1188	—	0,1503

атовъ, которые дѣ-
бы были ниже. Остав-
также фиксировали
процессъ Бертело до-
параллельные опы-
ованными. Именно,
ствію температуры
изъ нихъ пары воды
нными веществами
разсчитываетъ, что
оваться въ полгода
та. Азотъ Бертело
или глины съ нат-
тывалъ содержаніе
а въ 1 кило содер-
и Бертело получалъ
0,001 гр. азота ам-
опредѣленіи столь
опытовъ, конечно,
зультатъ, поэтому
процессовъ, совер-
ой поверхности, въ

тельныхъ и одновременно произведенныхъ опытахъ были получены числа: съ 4,₆₄ гр. азота и 12,₇₇ гр. азота (почва съ растеніями), 7,₃₃ гр. азота и 23,₁₅ гр. азота (почва безъ растеній).

Въ 1888 году Бертело указалъ на слѣдующія условія, вліяющія на фиксацію азота къ почвѣ, которая совершается, по его мнѣнію, на счетъ тканей нѣкоторыхъ микроорганизмовъ почвы. 1) Почва должна быть пориста: въ тяжелой глинистой почвѣ, подвергавшейся дѣйствию дождей, количество азота не только не увеличилось, но уменьшилось,—въ одномъ случаѣ съ 76,₀₂ гр. до 70,₂ гр. Бертело это относитъ къ задержанію циркуляціи воздуха въ почвѣ. 2) Количество влажности въ почвѣ не должно превышать 15%: при большемъ содержаніи воды аэрація почвы затрудняется,—но оно можетъ-быть не болѣе 2% безъ вреда для процесса. 3) Кислородъ долженъ присутствовать во все время процесса: если наполнить почвою стеклянку такъ, чтобы надъ почвою не оставалось свободнаго пространства, то количество азота въ почвѣ понижается. 4) Температура не должна быть выше 40—45° и ниже 10°. 5) Фиксація азота къ глинамъ скоро останавливается; она имѣетъ мѣсто только для глинъ, недавно извлеченныхъ изъ нижнихъ слоевъ. Въ почвахъ же фиксація азота, повидимому, поддерживается только вліаніемъ растительности. Въ этомъ отношеніи, впрочемъ, Бертело не высказывается окончательно. Процессъ ставится, слѣдовательно, въ довольно тѣсныя рамки условій.

Въ мартѣ 1888 года появились изслѣдованія Шлезинга *) по тому же вопросу. Замѣтивъ, что опыты Буссенго (они приведены выше) говорятъ противъ фиксаціи азота къ почвѣ, Шлезингъ указываетъ на то, что къ рѣшенію вопроса гораздо точнѣе можно подойти, изслѣдуя газъ, бывшій въ прикосновеніи съ почвою, чѣмъ сумму связаннаго азота въ почвѣ до опыта и послѣ него **). Методъ Шлезинга состоитъ въ слѣдующемъ. Въ стеклянный баллонъ съ длинной и

*) Compt. rend. CVI, 805, 898, 982.

**) Къ рѣшенію вопроса о фиксаціи азота растеніями также слѣдовало бы примѣнить этотъ болѣе точный методъ, взаимъ опредѣленій связаннаго азота въ почвѣ и растеніяхъ, что исключительно примѣнялось до сего времени.

ь опытахъ были
гр. азота (почва
зота (почва безъ
бдующія условия,
горая совершаетъ
орыхъ микроорга-
ниста: въ тяжелой
дождей, количе-
уменьшилось,—въ
гело это относитъ
въ. 2) Количество
15%: при боль-
удняется,—но оно
процесса. 3) Кис-
лота процесса: ес-
ли надъ почвою не
количество азота
должна быть вы-
тъ глинамъ ско-
только для глинъ,
ь. Въ почвахъ же
тся только вліяні-
впрочемъ, Берте-
леса ставится, слѣ-
говій.
анія Шлезинга *)
и Буссенго (они
и азота къ почвѣ,
енію вопроса го-
тъ, бывший въ при-
заннаго азота въ
Шлезинга состо-
ишь съ длинной и

узкой шейкой вводится почва; изъ баллона выкачивается
весь газъ и замѣняется измѣреннымъ объемомъ чистаго воз-
духа; перевернувъ баллонъ, шейку его погружаютъ въ
ртуть. Во время опыта въ баллонъ подпускаютъ кислородъ,
по мѣрѣ уменьшенія давленія. По окончаніи опыта весь
газъ изъ баллона выкачивается, и въ немъ опредѣляютъ
азотъ эвдіометрическимъ анализомъ; сравниваютъ объемы
азота, бывшіе въ баллонѣ до опыта и послѣ него. Угле-
кислота, развивавшаяся изъ почвы во время опыта, погло-
щалась известью, помѣщенной предварительно между слоя-
ми асбеста, подъ почвою, у самой шейки, въ баллонѣ. Въ
общемъ опыты напоминаютъ опыты Рейзе и Ренъо надъ
выдѣленіемъ азота при дыханіи животныхъ. Для опытовъ
были взяты: 1) тощая суглинистая земля съ глубины 0,80
метра; 2) земля такого же характера, но изъ другой мѣстности
съ глубины 0,33 метра; 3) весьма известковая почва изъ
Гренелль; 4) весьма песчаная почва изъ Монреты; 5) као-
линъ съ фабрики въ Шуази и 6) земля, подобная обозна-
ченной подъ первую рубрикой. Количество каждой изъ почвъ,
взятое для опыта, было около двухъ кило, а процентъ влаж-
ности въ нихъ колебался отъ 11,78 до 14,87% и только въ
каолинѣ достигалъ 21,3%. Объемы воздуха, приведенные въ
соприкосновеніе съ почвами, были отъ 718,9 до 828,7 СС, а
каждый изъ опытовъ продолжался болѣе года, въ большин-
ствѣ случаевъ—отъ января 1886 года до марта 1887 года.
Результатъ опытовъ тотъ, что почвы не фиксировали азо-
та атмосферы. Наблюденныя разницы въ объемахъ азота
до опытовъ и послѣ нихъ настолько малы, что впадаютъ
въ предѣлы неизбежныхъ погрѣшностей наблюдений. Са-
мая большая убыль азота для почвы № 1 равнялась 0,62
СС. Если сдѣлать на основаніи этого послѣдняго числа раз-
счетъ на гектаръ, при толщинѣ слоя въ 0,30 метра, то ока-
жется, что въ 14 мѣсяцевъ присоединится къ почвѣ 1,6 ки-
ло азота.

Возраженія Бертело *) на работу Шлезинга сводятся къ слѣ-
дующимъ пунктамъ. 1) Въ опытахъ Шлезинга осталось неиз-

и также слѣдовало бы
леній связаннаго азота
до сего времени.

*) Compt. rend. CVI, 1049.

вѣстнымъ, сколько взятыя почвы заключали азота; по опытамъ же Бертело фиксация азота прекращается, если почвы заключаютъ въ кило 1,3—1,7 гр. азота. 2) Почвы должны быть рыхлы и заключать не болѣе 12—15% воды. 3) Шлезингъ въ началѣ опыта нагрѣвалъ баллонъ съ почвою для полного удаленія изъ него воздуха при выкачиваніи, что конечно не осталось безъ вліянія на свойства почвы. 4) По мнѣнію Бертело въ почвахъ Шлезинга заключалось 7—19% глины, а такъ какъ азотъ присоединяется по Бертело именно къ глинѣ, то основываясь на данныхъ Шлезинга, надо принять, что настоящая глинистая почва поглотитъ 8—20 кило азота на гектаръ. Шлезингъ, отвѣчая Бертело, не отрицаетъ прямо возможности поглощенія азота почвою, но говоритъ, что въ опытахъ Бертело нѣтъ данныхъ для точнаго доказательства этого поглощенія. Такимъ образомъ, вопросъ этотъ нельзя считать окончательно разрѣшеннымъ.

5. Не обладаютъ ли *нѣкоторыя* только растенія способностью усвоить свободный азотъ? Хотя разсмотрѣніе этого вопроса принадлежитъ физиологіи растеній, но, разбирая процессы, при которыхъ свободный азотъ можетъ входить въ соединенія, неумѣстно будетъ обойти его молчаніемъ. Къ тому же этотъ вопросъ, въ послѣднее время соприкоснулся съ предположеніемъ Бертело о фиксациі азота микроорганизмами. Давно уже, еще Тзерь, отдѣлялъ группу сельскохозяйственныхъ растеній, именно изъ семейства бобовыхъ (клеверъ, люцерна и т. п.), которую онъ называлъ растеніями, обогащающими почву; давно извѣстно, что зерновыя хлѣбныя растенія особенно удаются послѣ бобовыхъ. Многими наблюдателями (Гейденъ, Лоозъ и Гильбертъ, Дегеренъ и др.) было констатировано увеличеніе процентнаго содержанія азота въ почвахъ тѣхъ полей, которыя были подъ культурою бобовыхъ, несмотря на то, что въ жатвахъ ихъ заключалось въ два раза болѣе азота, чѣмъ въ жатвѣ пшеницы съ той же площади. Съ другой стороны, опыты (Гейденъ, Вольфъ, Гельригель) показали, что урожай бобовыхъ несравненно въ меньшей степени зависитъ отъ внесенія въ почву азотистыхъ удобреній (сѣрнокислый амміакъ, чилійская селитра), чѣмъ урожай зерновыхъ хлѣбныхъ растеній. Факты вообще указываютъ на то, что въ бобовыхъ развита способность черпать

али азота; по опытамъ я, если почвы заключены должны быть рыхлы (Шлезингъ въ началѣ полного удаленія изъ чно не осталось безъ ю Бертело въ поч- глины, а такъ какъ до къ глинь, то ос- принять, что насто-) кило азота на гек- отрицаетъ прямо воз- о говорить, что въ анаго доказательства спросъ этотъ нельзя

астенія способностью рѣние этого вопроса разбирая процессы, входитъ въ соедине- аніемъ. Къ тому же икнулся съ предпо- роорганизмами. Дав- льскохозяйственныхъ хъ (клеверъ, люцер- іями, обогащающими ѣбныя растенія осо- наблюдателями (Гей- .) было констатиро- я азота въ почвахъ урою бобовыхъ, не- ючалось въ два раза съ той же площади. Вольфъ, Гельригель) внено въ меньшей у азотистыхъ удоб- селитра), чѣмъ уро- кты вообще указы- способность черпать

необходимый имъ азотъ изъ какихъ-то источниковъ, мало или совершенно недоступныхъ другимъ растеніямъ. Но что это за источники и какой изъ нихъ играетъ преобладающую роль въ доставленіи азота названнымъ растеніямъ,—на этотъ счетъ существуютъ только предположенія. По мнѣнію однихъ, эти растенія, съ глубоко въ почву проникающими корнями, черпаютъ азотъ изъ нитратовъ нижнихъ слоевъ почвы, куда корни многихъ другихъ растений не проникаютъ; по мнѣнію другихъ, въ этихъ растеніяхъ съ широкою листовою поверхностью развита способность къ усвоенію углекислаго амміака, находящагося въ воздухѣ; наконецъ, въ послѣднее время обращено было вниманіе на развитіе на корняхъ этихъ растений особыхъ клубеньковъ, наполненныхъ бактеріями, которымъ приписывается способность фиксировать свободный азотъ и которыя являются такимъ образомъ посредниками въ передачѣ азота растеніямъ. Это мнѣніе, сливающееся въ его сущности съ предположеніемъ Бертело о способности микроорганизмовъ переводить азотъ въ связанное состояніе, находитъ себѣ теперь многихъ послѣдователей и дѣятельно разрабатывается *).

*) Хотя нѣкоторые наблюдатели, наприм., Чирхъ и отрицали присутствіе бактерій въ клубенькахъ бобовыхъ, но несомнѣнно что этотъ вопросъ близится къ положительному рѣшенію. Еще Гельригель указалъ на то, что развитіе клубеньковъ на корняхъ бобовыхъ вызывается смачиваніемъ песка, служащаго для опытовъ, малымъ количествомъ воды, въ которой было взмучено немного почвы изъ-подъ бобовыхъ. Въ этомъ приѣмѣ видится, какъ бы перенесеніе бактерій изъ прежней среды въ новую и это перенесеніе сопровождается появленіемъ клубеньковъ и развитіемъ способности растенія поглощать азотъ. Опыты Бреала (Ann. agron. 1888, 481) служатъ подтвержденіемъ этому взгляду. Онъ показалъ, что горохъ отлично развивается въ растворѣ солей (водная культура), не заключающемъ соединенія азота, если только къ этому раствору прибавить содержимое одного клубенька люцерны. При этомъ на корняхъ гороха также появились въ изобиліи клубеньки. Возможно также достигать положительныхъ результатовъ приѣмами совершенно сходными съ прививкой. Если на корнѣ одного изъ лупиновъ, культивируемыхъ въ пескѣ, не содержащемъ азота, сдѣлать уколъ иглою, острие которой покрыто бѣловатою жидкостью клубенька люцерны, то на этомъ экземплярѣ лупина въ свою очередь появляются клубеньки и растеніе хорошо развивается, тогда какъ лупины, которымъ не было сдѣлано прививки, вскорѣ остановились въ ихъ развитіи и количество азота не увеличилось въ нихъ, противъ содержанія его въ сѣмени. Можно считать, слѣдовательно, что бактеріи дѣйствительно играютъ дѣятельную роль въ процессѣ доставленія азота бо-

организмами остается пока недостаточно продемонстрированным, дает повод къ сомнѣнiямъ и требуетъ дальнѣйшей разработки; какъ бы то ни было, но имѣя въ виду долготную практику и факты обогащенiя почвы азотомъ, остается только пользоваться въ возможно широкихъ размѣрахъ годами культуры бобовыхъ.

Не останавливаясь затѣмъ на другихъ предположенiяхъ о связыванiи свободного азота составными частями почвы (Симонъ, Дегеренъ), такъ какъ эти предположенiя опровергнуты,—переходимъ къ разсмотрѣнiю *минеральныхъ азотистыхъ удобренiй*, оказывающихся столь дѣйствительными по отношенiю къ зерновымъ хлѣбнымъ растенiямъ и ко многимъ другимъ.

Такихъ удобренiй извѣстно два: сѣрноаммиачная соль и чилийская селитра, или азотнатровая соль. Аммиакъ сѣрноаммиачной соли, какъ мы видѣли ранѣе, довольно быстро переходитъ въ почвѣ въ нитраты, такъ что въ общихъ чертахъ дѣйствiе этихъ удобренiй одинаково. Они оказываютъ особенно благоприятное дѣйствiе на зерновыя хлѣбныя растенiя, какъ на растенiя съ слабо развитою системою корней, для которыхъ является весьма важнымъ повышенiе содержанiя нитратовъ въ верхнихъ слояхъ почвы. Сѣрноаммиачную соль получаютъ изъ газовой воды; при сухой перегонкѣ каменнаго угля (въ каменныхъ угляхъ 1—1,5% азота), съ

бобовымъ; есть основанiя также думать, что такъ называемое утомленiе почвы, обнаруживающееся послѣ извѣстнаго ряда лѣтъ непрерывной культуры бобовыхъ, и состоящее въ томъ, что почва отказывается давать удовлетворительные урожаи этихъ растений, несмотря на обильное азотистое удобренiе—вызывается ослабленiемъ дѣятельности бактерий, вслѣдствiе накопленiя въ почвѣ продуктовъ ихъ жизнедѣятельности (ни одинъ организмъ не можетъ существовать въ средѣ, содержащей его выдѣленiя далѣе извѣстнаго предѣла). Нельзя не согласиться далѣе съ тѣмъ, что существующий контрастъ въ воспринятiи азотистой пищи между бобовыми и зерновыми хлѣбными растенiями, выражающiйся въ удачѣ культуры послѣднихъ послѣ бобовыхъ и въ томъ, что при смѣшанномъ посѣвѣ (пшеница и клеверъ или люцерна и т. п.) не обнаруживается борьбы за жизнь между ними—находится въ полномъ соотвѣтствiи съ приведеннымъ выше взглядомъ относительно участiя бактерий въ питанiи бобовыхъ. Но остается еще поднѣкоторымъ сомнѣнiемъ, дѣйствительно ли бактерии переводятъ свободный азотъ въ связанное состоянiе и не ограничивается ли ихъ роль переработкой азотистыхъ соединенiй, не могущихъ служить прямою пищею растенiямъ, въ соединенiя, растенiями воспринимаемая.

но демонстрирован-
ебуется дальнейшей
в виду долголѣт-
азотомъ, остается
ихъ размѣрахъ вы-

предположеніяхъ о
ими частями почвы
положенія опроверг-
еральныхъ азотистыхъ
ительными по отно-
іямъ и ко многимъ

аммиачная соль и
оль. Аммиакъ сѣрно-
е, довольно быстро
что въ общихъ чер-
о. Они оказываютъ
ювые хлѣбныя рас-
ю системою корней,
повышеніе содер-
очвы. Сѣрноаммиач-
ри сухой перегонкѣ
1—1,5% азота), съ

емое утомленіе почвы, об-
ивной культуры бобовыхъ,
удовлетворительные уро-
е удобрение—вызывается
енія въ почвѣ продуктовъ
гъ существовать въ средѣ,
) . Нельзя не согласиться
рпцятіи азотистой нищи
выражающійся въ удачѣ
) при смѣшанномъ посѣвѣ
ивается борьбы за жизнь
риведеннымъ выше взгля-
хъ. Но остается еще подѣ
реводятъ свободный азотъ
роль переработкой азоти-
тею растениямъ, въ соеди-

цѣлью полученія газа, образуются, кромѣ анилина и анало-
гичныхъ веществъ, остающихся въ каменноугольномъ дегтѣ,
углеаммиачная соль и сѣрнистый аммоній, пары которыхъ
примѣшиваются къ газу. При очищеніи газа промываніемъ
его водою, соли эти въ ней растворяются. Къ водѣ прибав-
ляютъ извести, отгоняютъ аммиакъ и собираютъ его въ сѣр-
ную кислоту; растворъ выпариваютъ. Поступаютъ часто и
такъ, что прямо къ газовой водѣ прибавляютъ сѣрной кис-
лоты и выпариваютъ до кристаллизаціи *). Этимъ путемъ
получаютъ въ Англии, наприм., ежегодно до 1.900.000 цент-
неровъ (центнеръ=100 кило) сѣрноаммиачной соли. Сѣрноам-
миачную соль получаютъ также изъ аммиака, образующагося
при превращеніи каменнаго угля въ коксъ, что практикуется
въ большихъ размѣрахъ; выходъ сѣрнокислаго аммиака въ
этомъ случаѣ достигаетъ одного процента отъ употреблен-
наго въ дѣло каменнаго угля.

Чилійскую селитру привозятъ изъ Америки, изъ Перу и Чили,
гдѣ на берегу моря находятся обширныя залежи ея, большею
частью подъ слоемъ глины и песку. Провинція Тарапака и
степь Атакама особенно богаты чилійскою селитрою, вывозъ
которой въ Европу достигаетъ въ послѣдніе годы до 9.000.000
центнеровъ въ годъ, причемъ около половины этого коли-
чества идетъ на удобрение. Въ залежахъ азотнатровая соль
смѣшана обыкновенно съ хлористымъ натріемъ, сѣрнокис-
лымъ натромъ и нѣкоторыми другими солями**), между ко-
торыми особенное вниманіе обращаетъ постоянное присут-
ствіе, хотя и въ малыхъ количествахъ, іодовато и бромно-
вато-кислыхъ солей. Въ настоящее время едва ли можно сом-
нѣваться въ томъ, что селитра чилійскихъ залежей произо-
шла при содѣйствіи азотнаго фермента изъ органическихъ
остатковъ, въ присутствіи морской воды. Весьма интересное,
хотя и косвенное доказательство такому взгляду доставилъ

*) Сѣрнокислый аммиакъ, полученный изъ газовой воды, часто содержитъ рода-
новый аммоній; соль эта вредна для растений. Присутствіе ея весьма легко от-
крыть—по извѣстной реакціи ея съ солями окиси желѣза.

**) Иногда, какъ напр., въ провинціи Арекипа, залежи чилійской селитры содер-
жатъ значительныя количества азотнокаліевой соли; послѣдняя встрѣчается даже
въ одной мѣстности Боливіи, около селенія Аранз, безъ примѣси чилійской се-
литры. Соль эта также вывозится въ Европу.

Мюнцъ (1885 г.) *). Прощивая весьма слабый растворъ іодистаго калия чрезъ известнякъ, смѣшанный съ почвою (съ азотнымъ ферментомъ) и помѣщенный въ трубку, онъ получилъ іодноватокислое кали (KIO³); присутствіе же іодноватокислыхъ солей въ селитрѣ доказано. Съ другой стороны, Мюнцъ наблюдалъ подъ тропиками (въ Венецуэлѣ) весьма быстрое образованіе селитры, при участіи азотнаго фермента, изъ гуано, остатковъ насѣкомыхъ и т. п.

Что касается до того, изъ какихъ органическихъ остатковъ произошли залежи чилийской селитры, то это въ точности неизвѣстно; быть-можетъ это были водоросли, которыя и теперь въ огромныхъ массахъ выбрасываются океаномъ на берегъ (въ водоросляхъ заключается KI). Возможно также, что вначалѣ произошла азотноизвестковая соль изъ гуано и животныхъ остатковъ, а затѣмъ уже она была вымыта и дѣйствіемъ хлористаго натрія морской воды переведена въ натровую селитру: при смѣшеніи растворовъ Ca(NO³)² и NaCl и выпариваніи выдѣляется NaNO³. Отсутствіе фосфорнокислой извести въ чилийской селитрѣ указываетъ на то, что она не образовалась въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ее теперь находятъ, но принесена была изъ мѣстъ ея образованія водою; а то обстоятельство, что она является солью натрія, и присутствіе въ ней соединеній іода—указываетъ на участіе въ одномъ изъ періодовъ ея образованія морской воды и, вѣроятно, водорослей.

При анализѣ чилийской селитры главное вниманіе обращаютъ на содержаніе въ ней азота. Около 0,8 гр. селитры, весьма осторожно нагрѣвая, сплавляютъ въ платиновомъ тиглѣ. Уменьшеніе въ вѣсѣ покажетъ содержаніе въ ней влажности. Затѣмъ къ спавленной селитрѣ прибавляютъ 3 гр. спавленной и измельченной смѣси изъ равныхъ частей кислой и средней хромовокалійной соли. Нагрѣваютъ сначала слабо, потомъ сильно—до полного спавленія массы. Потеря въ вѣсѣ = N²O⁵. Въ присутствіи углекислыхъ солей этотъ способъ не примѣнимъ. Известь, хлоръ, сѣрная кислота опредѣляются по общимъ методамъ аналитической химіи.

*) Compt. rend. CI, 1265 и Annales de' ch. 1887, X, 550.

О калийных удобренияхъ.

Спеціальныя калийныя удобрения употребляются рѣже фосфорныхъ и азотныхъ; причинъ тому нѣсколько: 1) большинство почвъ заключаютъ значительный запасъ соединений калия въ видѣ обломковъ горныхъ породъ; если процессы выветриванія почвъ успѣваютъ удовлетворять потребности культивируемыхъ растений въ легко усвояемыхъ калийныхъ соединенияхъ то употребленіе калийныхъ удобрений является излишнимъ 2) большая часть калийныхъ соединений, заключающихся въ жатвахъ, не отчуждается изъ хозяйствъ, а возвращается почвѣ, потому что въ травянистыхъ частяхъ злаковъ заключается болѣе калия, чѣмъ въ сѣменахъ. Слѣдующій разсѣтъ убѣдитъ въ этомъ. Отношеніе вѣса соломы къ вѣсу сѣмянъ въ зерновыхъ хлѣбныхъ растеніяхъ приблизительно 2:1.—Въ соломѣ заключается около 5% золы, а въ сѣменахъ около 2%. Значитъ, вѣсъ золы соломы относится къ вѣсу золы сѣмянъ, какъ 5:1. Хотя въ золѣ соломы заключается 10% щелочей (среднимъ числомъ), а въ золѣ сѣмянъ 10%, но, принимая во вниманіе вышеприведенное отношеніе вѣса золы соломы къ вѣсу золы сѣмянъ въ растеніи, легко убѣдиться въ томъ, что большая часть калия разсматриваемыхъ растеній находится въ ихъ травянистыхъ частяхъ. Вообще сѣмена зерновыхъ хлѣбныхъ растеній берутъ мало щелочей изъ почвы. Такъ, при среднемъ урожаѣ ржи съ десятины изъ почвы въ сѣмена переходитъ 15 ф. щелочей, въ пшеницу 20 фунт. и т. д. Но существуютъ растенія, потребность которыхъ въ щелочахъ весьма велика. Такъ, средній урожай свекловицы беретъ съ десятины до 240 ф. щелочей, урожай картофеля—до 220 ф., а обильные урожаи этихъ растеній—и до 400 ф.

Самымъ подходящимъ веществомъ для внесенія въ почву щелочей является зола. Въ золѣ березовыхъ дровъ—до 10% кали, въ золѣ крапивы, лебеды, гречихи—болѣе 30% кали. Кромѣ того, зола растительныхъ горючихъ матеріаловъ содержитъ и нѣкоторое количество фосфорныхъ солей, что, конечно, не безразлично для цѣлей удобрения *). Но спросъ на

*) Въ южныхъ губерніяхъ матеріаломъ для удобрения можетъ служить зола

золу предьявляется и со стороны химических заводов зола идетъ на выработку поташа, хромсислаго кали красной и желтой солей и т. п. (теперь замѣно, впрочемъ, стремленіе замѣнять эти соли соответствующи солями натрія). Поэтому въ западной Европѣ давно у было обращено вниманіе на изысканіе иныхъ источниковъ, болѣе дешевыхъ, для приготовленія калийныхъ удобреній. Море является тѣмъ резервуаромъ, въ которомъ скопились значительныя количества калия, въ видѣ хлористаго ція. Но въ морской водѣ, какъ мы видѣли ранѣе, еще въ большихъ количествахъ скоплены другія соли. Въ кубическомъ метрѣ морской воды заключается:

отъ 25 до 30 кило NaCl	и только	отъ 0,6 до 1,5	кило CaSO ⁴
” 0,6—2,6 ” MgCl ²		” 0,01—0,7	” KCl.
” 1,2—7,0 ” MgSO ⁴ .			

Чтобы добыть хлористый калий, заключающійся въ морской водѣ, пришлось бы испарять ее до весьма малаго объема и отдѣлять остающійся растворъ отъ выдѣлившихся солей. При испареніи морской воды выдѣляется вначалѣ CaSt, затѣмъ NaCl, послѣ него MgSO⁴ и затѣмъ уже остается въ растворѣ хлористый калий съ большимъ количествомъ хлористаго магнія и малымъ количествомъ другихъ солей. Добываніе хлористаго калия изъ морской воды только тогда будетъ выгоднымъ, если будетъ обезпеченъ сбытъ для всѣхъ другихъ солей. Но въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ испареніе морской воды до-суха въ огромныхъ размѣрахъ произведею самою природой, причемъ калийныя соли, какъ выдѣлившіяся послѣ другихъ, находятся въ верхнихъ слояхъ образовавшихся залежей и могутъ быть прямо добываемы. Въ этомъ отношеніи особенно замѣчательны соляныя залежи въ Стассфуртѣ, около Магдебурга, въ Пруссіи. Напластованіе солей въ залежахъ Стассфурта несомнѣнно указываетъ на ихъ происхожденіе при испареніи морской воды, которое совершилось здѣсь въ одинъ изъ прежнихъ геологическихъ періо-

дизика. Анализъ такой золы, долго лежавшей на воздухѣ, произведенъ въ нашей лабораторіи г. Свѣчиннымъ, причемъ найдено: воды 13,42%, фосф. кисл. 2,3%, K²O—13,2%, SO³—3,15%, остатокъ нерастворимый въ слабой азотной кислотѣ=41,89%.

химических заводов
 хромсислаго кали
 зръ замю, впрочемъ.
 тствующи солями на-
 давно у. было обра-
 источникъ, болѣе де-
 хъ удобрѣ. Море яв-
 ромъ сконы значи-
 тористаго чия. Но въ
 , еще въ бсшихъ ко-
 :убическомъ трѣ мор-

),⁶ до 1,⁵ кил CaSO⁴
),⁰¹— 0,⁷ „ KCl.

очающійся въ арской
 сьма малаго объема и
 выдѣлившихся олей.
 ся вначалѣ CaSt, за-
 тьмъ уже остается въ
 ть количествомъ сло-
 гь другихъ солей. До-
 воды только тогда у-
 ень сбытъ для всѣхъ
 ѣстностяхъ испареніе
 азмѣрахъ произведею
 ли, какъ выдѣливші-
 хъ слояхъ образовав-
 :обываемы. Въ этомъ
 нныя залежи въ Стас-
 Напластованіе солей
 указываетъ на ихъ
 воды, которое совер-
 геологическихъ періо-

духъ, произведенъ въ нашей
 13,42%, фосф. кисл. 2,3%,
 въ слабой азотной кислотѣ=

довъ; соли же сохранились потому, что послѣ ихъ выдѣленія
 были покрыты слоемъ мергеля, непроницаемаго для воды,
 толщиной бѣе 100 саж.

Самый нижній слой залежей носить названіе *ангидридоваго*,
 потому что содержитъ, кромѣ поваренной соли, ангидридъ,
 т.е. безводную серноизвестковую соль. Этотъ слой, толщи-
 ною въ 1' сажень, содержитъ до 98—99% поваренной со-
 ли. Слѣдующій, выше лежащій слой характеризуется содер-
 жаніемъ *полигалита*: $2CaSO_4 + MgSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2O$. Въ этомъ
 слое, мѣрность котораго около 30 саж.,—8% полигалита и
 92% хлористаго натрія. Третій (снизу) слой въ 18 сажень
 называется *кизеритовымъ*; въ немъ только 65% хлористаго
 натрія остальное—кизеритъ $MgSO_4 + H_2O$ и карналитъ, при-
 сутстве котораго характерно для самаго верхняго слоя, *кар-*
налитоваго, толщиной около 20 сажень, содержащаго 55%
 карналита ($KCl + MgCl_2 + 6H_2O$), 25% поваренной соли, 16%
 кизерита и 4% хлористаго магнія. Изъ этого верхняго слоя
 и добывается раствореніемъ въ водѣ и кристаллизациею *)
 сначала чистыя калийныя соли (KCl), идущія для завод-
 скыхъ цѣлей; отбросы же и маточные растворы высушива-
 ютъ, прокалываютъ, мелятъ и употребляютъ для удобрения.
 Прокалываютъ для того, чтобы разложить хлористый магній,
 вредно дѣйствующій на растенія (хлористый магній съ оста-
 щекою водой разлагается на соляную кислоту и окись
 магнія: $MgCl_2 + H_2O = 2HCl + MgO$). Приготовляютъ, впрочемъ,
 для удобрения и болѣе чистые препараты. Такъ-называемое
 пятерное калийное удобрение содержитъ 80—85% KCl и отъ
 10 до 20% NaCl. Сырое же сернокислосое кали содержитъ 18—
 25% K_2SO_4 , 15—25% $MgSO_4$ и отъ 35 до 55% NaCl. Для

*) Интересенъ слѣдующій приемъ для добыванія чистаго хлористаго кали
 который примѣняется также при добываніи KCl изъ морской воды. Если къ на-
 грѣтому маточному раствору, заключающему съ хлористымъ калиемъ и другія
 соли, прибавить крѣпкаго раствора $MgCl_2$, то осаждаются $CaSO_4$, NaCl, $MgSO_4$,
 потому что онѣ не растворимы въ растворѣ $MgCl_2$, хлористый же калий остает-
 ся въ растворѣ въ видѣ карналита. Растворъ охлаждаютъ, карналитъ выдѣляет-
 ся: его обрабатываютъ малымъ количествомъ воды, при этомъ онъ разлагается:
 KCl выдѣляется въ кристаллическомъ состояніи, а $MgCl_2$ остается въ растворѣ.
 Все это основано на томъ, что карналитъ въ растворѣ можетъ существовать
 только при избыткѣ хлористаго магнія, выдѣленный же карналитъ чистъ
 разлагается.

удобрения же употребляют и *каинитъ* $K^2SO^4 + 2SO^4 + MgCl^2 + 6H^2O$, добываемый въ Ангальтскихъ залежахъ, лежащихъ рядомъ со Стассфуртскими. Каинитъ оставляя на воздухѣ, хлористый магній расплывается и стекаетъ остатки прокалываютъ и мелютъ. Изъ калийныхъ удобри въ послѣднее время употребляютъ всего болѣе каинитъ. Главная масса его, впрочемъ, вмѣстѣ съ другими калийными удобрениями вывозится на табачныя и кофейныя плантаціи въ Гаванну, на Цейлонъ, въ Бразилію, а также, Соединенные Штаты для маиса, клевера и для южныхъ плантацій хлопка. Вывозъ достигаеъ до 90% всего количества вырабатываемыхъ въ Германіи калийныхъ удобрен. Слѣдуетъ упомянуть, что въ Галиціи, въ Калусѣ, имѣются также соляныя копи, заключающія калийныя соли, между тѣми и каинитъ. Удобрения, вырабатываемыя въ Галиціи, надаютъ себѣ сбытъ въ Австріи, Венгріи и въ юго-западной Россіи.

Употребленіе калийныхъ удобреній часто оказывалось неудачнымъ. Причины неудачъ мало по малу выясняются. Въ этомъ отношеніи заслуживаютъ вниманія изслѣдованія Адльфа Майера *). Онъ обратилъ вниманіе на то, что большая часть оснований въ растеніи, остающихся неувоенными, связана съ органическими кислотами: щавелевой, лимонной, яблочной и т. п., а не минеральными; при воспріятіи растеніями такихъ солей, какъ хлористый калий, соляная кислота послѣ усвоенія части калия, должна оставаться свободною, что, можно предположить, вредно для растенія, — нарушаетъ естественныя условія его питанія. Такія соли, какъ хлористый калий, хлористый аммоній Ад. Майеръ называетъ физиологически кислыми солями. Имъ онъ противопоставляетъ физиологически основныя соли; это будутъ такія соли, кислота которыхъ усвоится растеніемъ, основаніе же все или частію остается въ растеніи связаннымъ съ органическими кислотами. При воспріятіи, на прим., растеніемъ азотнокислаго или фосфорнокислаго натра, большая часть азотной (источникъ азота для бѣлковыхъ веществъ) и фосфорной кислоты ассимилируются растеніемъ, основаніе же остается свободнымъ и можетъ быть связано органическими кислотами. На-

* Landw. Versuchsst 26, 77.

конецъ, физиологически-средними солями онъ называетъ такия соли, и основаніе, и кислота которыхъ ассимилируются растеніемъ, входятъ въ составъ его тканей; такими будутъ, наприм., азотнокалійная соль, фосфорно-известковая соль и т. п. Къ нимъ же можно причислить и соли угольной и кремневой кислотъ, потому что кислоты эти не могутъ оказывать вреднаго дѣйствія на растенія. Слѣдовательно, если почвенный растворъ содержитъ въ значительныхъ количествахъ хлористыя и сѣрнокислыя соли, то это можетъ оказаться вреднымъ для растенія. Но почвенный растворъ можетъ содержать въ значительныхъ количествахъ эти соли только непродолжительное время послѣ внесенія въ нее хлористаго калия или сѣрнокислаго кали, т. е., когда часть кали поглотилась почвою, а вмѣсто него вошли въ растворъ другія основанія. Вскорѣ затѣмъ этотъ растворъ вымоется водою изъ почвы, такъ какъ соляная и сѣрная кислоты почвою не поглощаются. Кали же останется въ верхнихъ слояхъ почвы въ поглощенномъ состояніи въ видѣ водныхъ силикатовъ и будетъ изъ нихъ безпрепятственно восприниматься растеніемъ. Значитъ, калийныя удобрения надо вносить въ почву заблаговременно. Вредныя послѣдствія замѣчались всегда при позднемъ примѣненіи калийныхъ удобрений, наприм., предъ самымъ посѣвомъ.

Такъ какъ содержаніе калия въ продажныхъ калийныхъ удобренияхъ колеблется въ широкихъ границахъ, то приходится часто прибѣгать къ анализу этихъ удобрений. Практическій способъ Стомана основанъ на томъ, что всѣ двойныя соли хлорной платины $PtCl^2$ и другихъ хлорныхъ металловъ растворимы въ спиртѣ, кромѣ PtK^2Cl^6 . 10 грамм. калийнаго удобрения нагрѣвають въ колбѣ съ 300 СС. воды; не отцѣживая отъ нерастворившагося осадка, приливають хлористаго барія, избѣгая его избытка; осаждаются сѣрнокислый баритъ. Не отцѣживая $BaSO^4$, жидкость разбавляютъ до литра, берутъ отъ нея, давъ отстояться, 100 СС. и, прибавивъ къ этому объему жидкости такое количество хлорной платины, чтобы платины было около 2-хъ граммовъ, выпариваютъ на водяной банѣ до-суха. Остатокъ обрабатываютъ спиртомъ въ 80%, собираютъ на взвѣшенномъ фильтрѣ нерастворившуюся въ спиртѣ двойную соль хлористаго калия и хлорной платины промываютъ спиртомъ же, высушиваютъ при 100° и взвѣшиваютъ.

Аналитическіе методы изслѣдованія растительнаго корма и пищевыхъ веществъ вообще.

Въ нижеслѣдующемъ будетъ рѣчь объ опредѣленіи зольныхъ составныхъ частей, жира, древесины, крахмала, глюкозы, азота въ органическихъ соединеніяхъ, бѣлковыхъ веществъ и амидныхъ соединеній. Къ опредѣленію этихъ веществъ приходится прибѣгать для разрѣшенія различныхъ вопросовъ, возникающихъ въ наукѣ и практикѣ. Такъ, наприм., при разрѣшеніи вопросовъ, относящихся къ рациональному кормленію животныхъ, необходимо знать составъ корма, потому что, сравнивая составъ корма съ составомъ изверженій, получаютъ данныя для рѣшенія вопроса о томъ, какія составныя части корма и въ какомъ количествѣ усвоены животнымъ. Данныя, полученныя при подобныхъ изслѣваніяхъ, могутъ служить базисомъ для составленія такихъ кормовыхъ смѣсей, усвояемость которыхъ, при данныхъ условіяхъ, наибольшая. Перечисленныя выше опредѣленія примѣняются также при рѣшеніи вопросовъ о достоинствѣ пищевыхъ веществъ. Примѣняются они также и для другихъ цѣлей: наприм., опредѣленіе жира въ маслянистыхъ сѣменахъ укажетъ на то, какого выхода слѣдуетъ ожидать при добываніи масла изъ сѣмянъ. Опредѣленіе крахмала въ магіалахъ, употребляемыхъ при винокуреніи, дастъ указанія на возможный выходъ спирта и т. д.

Первое, на что надо обратить вниманіе при указанныхъ опредѣленіяхъ, это—чтобы анализируемое вещество дѣйствительно представляло средній образчикъ той массы матеріала, составъ которой мы желаемъ узнать. Хотя все достоинство анализа зависитъ отъ удачнаго выбора средняго образца, но предусмотрѣть всѣ случаи, которые при этомъ могутъ возникнуть въ практикѣ, нѣтъ возможности. При ана-

лизъ сѣна, наприм., берутъ изъ даннаго запаса, съ разныхъ мѣстъ, пробы, которыя смѣшиваютъ и затѣмъ часть смѣси употребляютъ для анализа. При анализѣ корнеплодовъ, берутъ изъ запаса экземпляры разной величины, разрѣзаютъ ихъ на ломтики и средній образецъ составляютъ изъ ломтиковъ различныхъ экземпляровъ и т. п. При выборѣ средняго образца матеріалъ долженъ быть очищенъ отъ постороннихъ веществъ, земли, песку, пыли и т. п. При этомъ надо по возможности избѣгать употребленія воды, потому что вода извлекаетъ растворимыя вещества.

Составленная для анализа средняя проба вещества должна быть измельчена. Измельченіе производятъ растираніемъ въ фарфоровой ступкѣ, или лучше на мельницѣ, чему предшествуетъ часто измельченіе ножницами. Для измельченія вещество должно находиться въ достаточно сухомъ состояніи. Для этого, если вещество не очень гигроскопично, можно поступать слѣдующимъ образомъ. Взятая проба сыраго матеріала, грубо измельченная, взвѣшивается, затѣмъ сушится на паровомъ аппаратѣ до превращенія ея въ достаточно сухое состояніе для измельченія; оставляется послѣ сушенія нѣкоторое время на воздухѣ, чтобы она пришла въ воздушно-сухое состояніе, снова взвѣшивается, затѣмъ измельчается, просѣивается и сохраняется въ банкахъ съ притертыми пробками. Если вещество весьма гигроскопично, то его надо растирать или молоть тотчасъ послѣ сушенія. Въ этомъ случаѣ его не взвѣшиваютъ послѣ сушенія, потому что цѣль взвѣшиванія—опредѣлить, сколько воды потерялось изъ вещества при превращеніи его въ воздушно-сухое состояніе, чтобы, высушивъ затѣмъ небольшую навѣску воздушно-сухаго вещества при 100°, получить данныя о всемъ содержаніи влажности въ анализируемомъ матеріалѣ. Если вещество нельзя привести въ воздушно-сухое состояніе, т. е. если оно сырѣетъ на воздухѣ, такъ что нельзя его измельчить, то содержаніе въ немъ воды приходится опредѣлять, беря навѣску первоначальнаго сыраго матеріала и высушивая ее при 100°. Какъ бы то ни было, но сырое растительное вещество, взятое для анализа, необходимо безъ замедленія высушить, и затѣмъ, приведя въ воздушно-сухое состояніе, или нѣтъ,—измельчить и сохранять въ банкахъ съ притер-

ія раститель-
твѣ вообще.

опредѣленіи золь-
, крахмала, глю-
, бѣлковыхъ ве-
вленію этихъ ве-
ленія различныхъ
практикѣ. Такъ,
щихся къ раціо-
о знать составъ
ма съ составомъ
вопроса о томъ,
количествѣ усво-
подобныхъ изслѣ-
ставленія такихъ
при данныхъ ус-
опредѣленія при-
достоинствѣ пи-
и для другихъ
яничныхъ сѣме-
къ ожидать при
рахмала въ ма-
дать указанія

при указанныхъ
щество дѣйстви-
массы матеріа-
отъ все достоин-
средняго образ-
при этомъ мо-
ности. При ана-

тыми пробками, потому что невысушенные части растений на воздухъ выдѣляютъ углекислоту, причемъ количество органическаго вещества въ нихъ, конечно, уменьшается. Наблюдалось, что изъ 1 кило сыраго картофеля въ день выдѣлялось до 3 граммъ углекислоты. Измельченное вещество, сохраняющееся въ банкахъ, употребляютъ для всѣхъ опредѣленій, контролируя въ немъ, время отъ времени, содержание влажности.

Определение общаго количества минеральныхъ составныхъ частей. Въ продуктахъ органическаго происхожденія, наприм. въ растительномъ кормѣ, минеральныя вещества находятся или въ видѣ солей, или въ видѣ оснований, соединенныхъ съ органическими кислотами, или въ особомъ состояннн соединенія съ органическими веществами, о которомъ рѣчь была въ лекціи о гумусѣ (органоминеральныя соединенія). Для опредѣленія общей суммы минеральныхъ веществъ, матеріалъ превращаютъ въ золу, сжигая его, по возможности при низкой температурѣ, въ платиновой чашкѣ или тиглѣ. Если уголь выгораетъ съ трудомъ, то обугленную массу, охладивъ, обрабатываютъ водою, растворяющею расплавленные соли щелочей, которыя, облекая собою частицы угля, мѣшаютъ его сгоранію. Растворъ, конечно, сохраняютъ, выпаривая его послѣ полного озоленія въ той же чашкѣ, гдѣ шло обугливаніе. Полезно также, для облегченія озоленія, смѣшивать вещество съ отвѣшеннымъ количествомъ прокаленного кварцеваго песка и прибавлять для выжиганія оставшихся частицъ угля азотноамміачную соль. Во всякомъ случаѣ, полученная зола не будетъ заключать всѣхъ минеральныхъ веществъ, которыя были въ растеніи, а нѣкоторыя изъ нихъ будетъ заключать въ меньшихъ количествахъ. Не говоря уже о томъ, что азотной кислоты, азотнокислыхъ солей и амміака амміачныхъ солей въ золѣ не будетъ и слѣдовъ, часть сѣрной кислоты и большая или меньшая часть фосфорной кислоты подвергнутся возстановленію отъ дѣйствія угля на нихъ при высокой температурѣ. Изъ сѣрнокислыхъ солей образуются при этомъ сѣрнистые металлы, и запахъ сѣрнистаго водорода, развивающійся при обработкѣ золы кислотами, ясно свидѣтельствуетъ о присутствіи въ ней этихъ соединеній. При высокой температурѣ озоле-

части растений
количество ор-
еньшается. На-
в день выдѣ-
ное вещество,
всѣхъ опре-
времени, содер-

ставныхъ частей.
я, наприм. въ
находятся или
ненныхъ съ ор-
ояніи соедине-
омъ рѣчь была
единенія). Для
дествъ, матери-
зможности при
и тиглѣ. Если
массу, охла-
расплавленныя
гицы угля, мѣ-
краяють, вы-
ке чашкѣ, гдѣ
енія озоленія,
ствомъ прока-
выжиганія ос-
. Во всякомъ
всѣхъ мине-
и, а нѣкото-
количествахъ.
азотнокислыхъ
не будетъ и
или меньшая
новленію отъ
рѣ. Изъ сѣр-
стые металлы,
ся при обра-
о присутствіи
атурѣ озоле-

нія теряется также часть хлора, вслѣдствіе улетучиванія хлористыхъ щелочныхъ металловъ. Всѣми этими обстоятель- ствами достаточно мотивируется необходимость вести сжи- ганіе при возможно низкой температурѣ, и обработка обуг- ленной массы водою приобрѣтаетъ, кромѣ указаннаго, еще то значеніе, что посредствомъ ея устраняется большая часть минеральныхъ веществъ отъ дальнѣйшаго соприкосновенія съ углемъ при высокой температурѣ.

Несмотря на эти потери при озоленіи, вѣсъ золы всегда будетъ болѣе вѣса минеральныхъ веществъ, заключавшихся въ растеніи. Главная причина этому та, что основанія, ко- торыя были соединены въ растеніи съ органическими кисло- тами, въ золѣ явятся въ видѣ углекислыхъ солей. Кромѣ того, весьма рѣдки случаи полученія золы вовсе безъ остав- шихся частицъ угля *). Къ тому же зола почти всегда со- держитъ постороннія минеральныя примѣси, наприм. песокъ, отъ послѣднихъ слѣдовъ котораго крайне трудно очистить поверхность растенія. Какъ бы то ни было, но для опредѣ- ленія количества минеральныхъ веществъ, бывшихъ въ рас- теніи, нужно изъ вѣса полученной золы вычестъ общій вѣсъ углекислоты, угля и песку. Количество углекислоты опре- дѣляютъ обыкновенными путями. Уголь же и песокъ опре- дѣляютъ, обрабатывая золу крѣпкою соляною кислотою, со- бирая нерастворившейся остатокъ на взвѣшенный фильтръ, высушивая и взвѣшивая. Остатокъ содержитъ песокъ, уголь и часть кремневой кислоты, выдѣлившейся при разложеніи силикатовъ (если зола не обнаруживаетъ вскипанія съ кис- лотами, то она можетъ содержать и не разлагаемые соля- ною кислотою силикаты). Остатокъ отдѣляютъ отъ фильтра, обрабатывая при кипяченіи крѣпкимъ растворомъ угле- натровой соли, прибавляя ѣдкаго натра, и процѣживаютъ жидкость черезъ тотъ же фильтръ, взвѣшивая снова оста- токъ (уголь + песокъ). Сжигая фильтръ, а съ нимъ вмѣстѣ и уголь, опредѣляютъ количество песка. Что касается до опре- дѣленія отдѣльныхъ минеральныхъ веществъ въ золѣ, то подробности объ этомъ можно найти въ руководствахъ по

*) Прибавляя къ веществу при прокаливаніи азотно-амміачной соли, всего легче достигнуть полученія золы безъ угля. При этомъ также достигается и разложеніе углекислыхъ солей въ золѣ.

аналитической химии и въ руководствѣ къ сельско-хозяйственному анализу Вольфа.

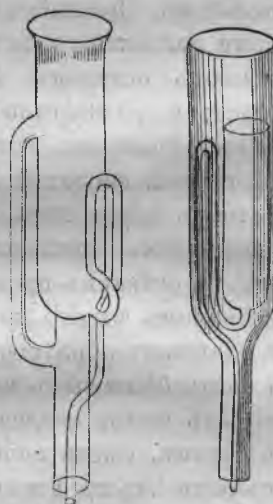
Определение жира основано на употребленіи растворителей, которые извлекаютъ жиръ изъ даннаго вещества, наприм. растительнаго корма. Для этого употребляютъ обыкновенный эфиръ (чаще всего), сѣрнистый углеродъ, нефтяной эфиръ (легко кипящія части нефти) и пр. Замѣтимъ, что ими растворяется не одинъ жиръ, но еще цѣлый рядъ веществъ: эфирныя масла, смолы, растительный воскъ, ароматическія вещества, алкалоиды, холестеринъ, хлорофиллъ (отъ него зависитъ зеленое окрашиваніе вытяжки), и проч. Хотя и возможно часть этихъ веществъ извлечь водою (нѣкоторыя ароматическія вещества) или отогнать съ водою (эфирныя масла), но обыкновенно этого не дѣлаютъ, а полученный эфирный растворъ выпариваютъ и остатокъ взвѣшиваютъ, принимая его за жиръ; полученное количество всегда будетъ болѣе истиннаго. Въ простѣйшемъ видѣ этотъ способъ примѣняется слѣдующимъ образомъ. Въ стеклянный цилиндръ, емкостью отъ 50 до 100 или болѣе СС. помѣщаютъ 5—10 гр. высушеннаго вещества, назначеннаго для извлеченія изъ него жира, наприм. жмыховъ. Отвѣшиваніе вещества можно производить въ цилиндръ, который снабжается пробкой. Затѣмъ въ цилиндръ наливаютъ эфиръ, такъ, чтобы уровень послѣдняго отстоялъ отъ пробки на дюймъ или болѣе. Оставляютъ дней на 8, часто взбалтывая; затѣмъ взвѣшиваютъ и изъ разности вѣса цилиндра съ веществомъ и эфиромъ и цилиндра съ веществомъ узнаютъ вѣсъ эфиръ. Определеніе вѣса эфиръ всегда слѣдуетъ дѣлать передъ окончаніемъ опыта, потому что въ продолженіе 8 дней часть эфиръ изъ цилиндра улетучивается, хотя послѣдній и закрытъ пробкой. Затѣмъ изъ цилиндра берутъ пипеткою произвольное количество эфирнаго раствора жира, цилиндръ тотчасъ затыкаютъ и снова взвѣшиваютъ. Зная количество взятаго раствора, легко рассчитать, по определеніи жира, процентное содержаніе его въ веществѣ. Взятый пипеткою эфирный растворъ жира помѣщаютъ во взвѣшенную колбу и эфиръ отгоняютъ изъ слабо нагрѣтой водяной бани; а для удаленія послѣднихъ слѣдовъ его, чрезъ колбу долгое время пропускаютъ углекислоту или водородъ, потому что продуваніе воздуха можетъ повлечь за

къ сельско-хозяй-

ствъ растворителей, вещества, наприм. обыкновенный, нефтяной эфиръ, имъ, что ими рас-
 твора, ароматическія эфирныя масла), эфирный, принимая
 да будетъ болѣе особъ примѣняетъ цилиндръ, ем-
 щая 5—10 гр. вещества можно про-
 пробкой. Затѣмъ уровень послѣд-
 ній. Оставляютъ и изъ эфиромъ и цилин-
 дръ. Определение вѣса вещества изъ цилиндра пробкой. Затѣмъ количество эфир-
 выкаютъ и снова твора, легко раз-
 держаніе его въ зорь жира помѣ-
 няютъ изъ слабо лѣднихъ слѣдовъ
 углекислоту или жетъ повлечь за

собою окисленіе части жира. Остатокъ (жиръ) взвѣшиваютъ. Этотъ способъ удобенъ тѣмъ, что при немъ избѣгается на-
 грѣваніе и употребленіе сложныхъ приборовъ, и даетъ при
 аккуратномъ выполненіи, какъ показали многочисленныя
 сравнительныя опредѣленія жира въ нашей лабораторіи, тѣ
 же результаты, какъ и другіе, болѣе сложные способы. Но
 для болѣе скорого опредѣленія жира приходится прибѣгать
 къ особымъ приборамъ, которыхъ предложено очень много.
 Изъ нихъ, въ настоящее время часто употребляется и даетъ
 отличные результаты приборъ Сокслэ для извлеченія жира.
 Существенную часть этого прибора составляетъ изображен-
 ная на фиг. 8 трубка, которая нижнимъ концомъ соединена съ
 колбою, содержащею эфиръ и нагрѣ-
 ваемою на водяной банѣ, а верхнимъ
 концомъ—съ поднятымъ вверхъ холо-
 дильникомъ. Трубка, какъ видно изъ
 фигуры, устроена такимъ образомъ,
 что въ нее можно помѣстить патронъ*)
 изъ бумаги, заключающій вещество,
 назначенное для извлеченія изъ него
 жира. Пары эфиръ изъ колбы подни-
 маются вверхъ до холодильника; от-
 туда эфиръ стекаетъ въ то простран-
 ство, гдѣ находится патронъ, такъ что
 послѣдній мало по малу вполне окру-
 жается эфиромъ. Но какъ только уро-
 вень эфиръ подыметъ нѣсколько вы-
 ше колѣна сифонной трубки, весь
 эфиръ, заключающій уже часть жира
 въ растворѣ, стечетъ въ колбу. За-
 тѣмъ снова начинается погруженіе патрона въ эфиръ и
 т. д. Вещество, слѣдовательно, подвергается методическому
 промыванію эфиромъ, температура котораго близка къ тем-

Фиг. 8.



*) Для приготовленія патрона берутъ кружокъ цѣдильной бумаги, и прило-
 живъ центръ его къ концу широкой стеклянной трубки, формуютъ изъ бумаги
 цилиндръ, діаметръ котораго будетъ равенъ діаметру взятой трубки. При этомъ
 способѣ приготовленія патрона предотвращается возможность проникновенія чрезъ
 складки бумаги въ колбу мелкихъ частицъ вещества, которое взято для опре-
 дѣленія жира.

пературѣ кипѣнія его. Оканчиваютъ опредѣленіе жира такъ же, какъ было описано выше. Слѣдовательно, колба, содержащая эфиръ, должна быть взвѣшена. Этотъ же способъ можетъ быть примѣненъ не только для извлеченія жира, но и для другихъ подобныхъ цѣлей, наприм. для извлеченія никотина изъ табака.

Опредѣленіе древесины. Точное опредѣленіе чистой клѣтчатки въ растеніяхъ невозможно, потому что большая часть ея такъ тѣсно соединена съ инкрустирующими веществами, что отдѣлить послѣднія отъ клѣтчатки возможно только сильно дѣйствующими окислителями, — хлоромъ или бертолетовою солью съ азотною кислотой; но при этомъ окисляется и часть клѣтчатки. Поэтому, при анализѣ опредѣляютъ не клѣтчатку, а древесину, т. е. смѣсь клѣтчатки съ частью инкрустирующихъ в-въ. Принципъ опредѣленія состоитъ въ томъ, что изъ корма извлекаютъ всѣ вещества, кромѣ древесины, и взвѣшиваютъ остатокъ. По Геннебергу поступаютъ такъ: отвѣшенное количество измельченнаго растительнаго корма, около 3 граммовъ, кипятятъ въ продолженіе получаса съ слабой сѣрной кислотой, содержащей 1,25% гидрата H^2SO_4 ; въ растворъ переходитъ, во первыхъ, все растворимое въ водѣ, а во вторыхъ—крахмалъ. Послѣ кипяченія растворъ сливаютъ *), остатокъ промываютъ водой и кипятятъ съ слабымъ растворомъ ѣдкаго кали (1,25% KNO). При этомъ извлекаются, главнымъ образомъ: 1) часть инкрустирующихъ веществъ, 2) часть бѣлковыхъ веществъ, 3) разлагается жиръ, если онъ не былъ ранѣе извлеченъ эфиромъ, чего слѣдуетъ держаться, въ случаѣ, ежели вещество богато жиромъ. Растворъ отцѣживаютъ черезъ взвѣшенный фильтръ, промываютъ остатокъ горячею водой, затѣмъ—послѣдовательно спиртомъ, эфиромъ, высушиваютъ и взвѣшиваютъ. Получаемая такимъ образомъ древесина содержитъ азотъ и зольныя составныя части; угле-

*) При отдѣленіи растворовъ отъ древесины и во многихъ подобныхъ случаяхъ, когда цѣженіе черезъ бумажный фильтръ совершается крайне медленно, можно рекомендовать употребленіе войлочныхъ фильтровъ. Расширенный конецъ стеклянной трубки затыкаютъ кружкомъ толстаго фортепьяннаго войлока и опускаютъ въ растворъ, другой конецъ трубки соединяютъ посредствомъ каучука и пробки съ колбой; высасывая изъ колбы воздухъ, заставляютъ растворъ въ нее переливаться, причемъ онъ фильтруется черезъ войлокъ.

рода
Для
рѣдк
азот
на 6
изъ
золу
древ
Сп
труд
ють
въ п
кото
опы
верг
поч
О/
кост
удоб
вых
необ
ный
удог
ни
том
водс
видс
вод
кисл
бог
съ
ка,
тру
про
до
нія,
П
вод
кот

дѣленіе жира такъ же, колба, содержащая же способъ можетъ енія жира, но и для извлеченія никотина

еніе чистой клѣтчат- то большая часть ея ми веществами, что можно только сильно или бертолетовою ь окисляется и часть ляютъ не клѣтчатку, астью инкрустирую- гь въ томъ, что изъ древесины, и взвѣ- ступаютъ такъ: от- стительнаго корма, не получаеа съ сла- о гидрата H^2SO^4 ; въ створимое въ водѣ, ія растворъ слива- пятятъ съ слабымъ и этомъ извлекаютъ- ующихъ веществъ, ется жиръ, если онъ слѣдуетъ держаться, ь. Растворъ отцѣ- омываютъ остатокъ спиртомъ, эеиромъ, ья такимъ образомъ тавныя части; угле-

гихъ подобннхъ случаяхъ, айне медленно, можно ре- иренннй конецъ стеклян- аго войлока и опускаютъ ствомъ каучука и пробки растворъ въ нее перели-

рода въ ней болѣе, чѣмъ въ клѣтчаткѣ, водорода же менѣе. Для полученія результатовъ болѣе близкихъ къ истинѣ, нерѣдко въ одной части полученной древесины опредѣляютъ азотъ (по Кьельдалю), множатъ полученное количество его на 6,25 и вычитаютъ произведеніе, какъ бѣлковое вещество, изъ общаго вѣса древесины; въ другой части опредѣляютъ золу, количество которой также вычитаютъ изъ общаго вѣса древесины.

Способъ опредѣленія клѣтчатки Шульце основанъ на ея трудной окисляемости. Измельченное вещество обрабаты- ваютъ смѣсью азотной кислоты и бертолетовой соли при 15° въ продолженіи нѣсколькихъ дней. Получается бѣлая масса, которую промываютъ высушиваютъ и взвѣшиваютъ. Но опыты показали, что при этомъ часть клѣтчатки также под- вергается окисленію. При анализѣ растительнаго корма пред- почитаютъ способъ Геннеберга.

Опредѣленіе крахмала и глюкозы посредствомъ фелинговой жид- кости, Фауленбаха. До послѣдняго времени не существовало удобнаго и точнаго способа опредѣленія крахмала въ кормо- выхъ и питательныхъ веществахъ. Для опредѣленія крахмала, необходимо его превратить въ глюкозу: это составляетъ глав- ный пунктъ анализа, и онъ не былъ разрѣшенъ до сего времени удовлетворительнымъ образомъ. Въ наибольшемъ употребле- ннн былъ способъ Меркера, сущность котораго состоитъ въ томъ, что вначалѣ анализируемое вещество нагрѣваютъ съ водою до 140° для превращенія крахмала въ растворимое его видоизмѣненіе, а затѣмъ, отцѣдивъ горячую жидкость, пере- водятъ растворимый крахмаль въ глюкозу помощію соляной кислоты. Способъ требуетъ употребленія запаянныхъ тру- бокъ, или иныхъ приспособленій, допускающихъ нагрѣваніе съ водою до 140° ; отцѣживаніе горячей жидкости отъ остат- ка, легко запирающаго поры фильтра, идетъ съ большимъ трудомъ; кромѣ того, Меркеромъ оставленъ открытымъ во- просъ, не образуются ли при нагрѣваннн вещества съ водою до 140° , кромѣ растворимаго крахмала, еще другія соедине- ннн, способныя возстановлять фелингову жидкость.

При другомъ способѣ опредѣленія крахмала, нагрѣваніе съ водою было замѣнено дѣйствіемъ водной вытяжки солода, въ которой, впрочемъ, кромѣ діастаза, заключаются и сахарис-

тыя вещества, и соединенія, способныя давать глюкозу при нагрѣваніи съ соляною кислотою. Приходилось въ результатъ каждаго опредѣленія крахмала вводить поправки, точныхъ основаній для которыхъ не было, потому что измѣненія веществъ водной вытяжки солода зависятъ отъ многихъ условий, на прим. температуры, концентраціи раствора и т. п. Пренебрегать же этими поправками было нельзя, потому что для превращенія крахмала нужно брать около 15 СС. вытяжки солода; къ тому же водную вытяжку солода нельзя сохранять. Тѣмъ не менѣе, употребленіе діастаза при опредѣленіи крахмала представляло то несомнѣнное удобство, что не требовалось нагрѣвать анализируемое вещество съ водою до высокой температуры. Предстояло только устранить неудобства, происходящія отъ употребленія водной вытяжки солода. Задача эта удовлетворительно разрѣшена Фауленбахомъ; онъ примѣнилъ къ анализу глицериновую вытяжку солода, причемъ оказалось, что нѣсколькихъ капель этой вытяжки достаточно для превращенія крахмала въ мальтозу, такъ что поправки сводятся къ крайне незначительнымъ величинамъ и, можно сказать, впадаютъ въ предѣлы неизбѣжныхъ погрѣшностей анализа. Къ этому надо прибавить, что глицериновая вытяжка солода дѣйствуетъ на крахмаль замѣчательно быстро и при храненіи не измѣняется.

Глицериновый растворъ діастаза Фауленбахъ готовитъ слѣдующимъ образомъ: 3,5 кило свѣжаго зеленого солода растираютъ въ ступкѣ съ 2 литрами воды и 4 литрами глицерина; смѣсь оставляютъ на 8 дней, при частомъ перемѣшиваніи; затѣмъ жидкость отжимаютъ отъ остатка и процѣживаютъ. Растворъ діастаза, съ которымъ работалъ Фауленбахъ, заключалъ въ 15 капляхъ 1 миллиграммъ сахара. Этого количества раствора, т. е. 15-ти капель, болѣе чѣмъ достаточно для растворенія 2 гр. крахмала. Поправка, слѣдовательно, крайне незначительна.

Мною найдено, что глицериновый растворъ діастаза еще болѣе сильнаго дѣйствія на крахмаль происходитъ при обработкѣ высушеннаго ячменнаго солода глицериномъ. Зеленый солодъ не всегда и не вездѣ возможно достать, между тѣмъ какъ хорошій высушенный ячменный солодъ не трудно найти въ продажѣ. 500 гр. такого измолотаго солода обливаютъ въ

давать глюкозу при
дилось въ результатъ
поправки, точныхъ
му что измѣненія ве-
тъ отъ многихъ усло-
дн раствора и т. п.
о нельзя, потому что
около 15 СС. вытяжки
олода нельзя сохра-
астаза при опредѣле-
ное удобство, что не
вещество съ водою
голько устранить не-
нннн водной вытяжки
азрѣшена Фауленба-
иновую вытяжку со-
ихъ капель этой вы-
ахмала въ мальтозу,
незначительнымъ ве-
въ предѣлы неизбѣж-
надо прибавить, что
тъ на крахмалъ замѣ-
ѣняется.

енбахъ готовить слѣ-
енаго солода расти-
литрами глицерина;
омъ перемѣшиваннн;
ка и процѣживаютъ.
ль Фауленбахъ, за-
сахара. Этого коли-
ѣе чѣмъ достаточно
вка, слѣдовательно,

творъ діастаза еще
оисходитъ при обра-
ицириномъ. Зеленый
остать, между тѣмъ
одъ не трудно найти
олода обливаютъ въ

колбѣ 350 СС. воды и 700 гр. продажнаго концентрирован-
наго глицерина. Смѣсь оставляютъ на 8 сутокъ или болѣе,
взбалтывая ее ежедневно нѣсколько разъ. Затѣмъ — цѣдятъ
черезъ бумажный фильтръ. Изъ остатка можно помощью на-
соса Ягна извлечь еще значительное количество глицерино-
ваго раствора діастаза. Отжимать остатокъ послѣ дѣйствн
насоса Ягна не стоитъ. Оказалось, что трехъ капель полу-
ченнаго раствора діастаза, заключающихъ менѣе 1 милли-
грамма сахара, вполне достаточно для растворенн 2 граммъ
крахмала. Растворъ діастаза стоялъ лѣтъ пять въ комнатѣ,
въ стеклянкѣ съ притертою пробкою, и не смотря на то, что
стеклянку приходилось часто открывать, растворъ діастаза не
измѣнилъ своего дѣйствн и до сего времени остается вполне
прозрачнымъ.

При анализахъ веществъ, заключающихъ крахмалъ, мо-
жетъ представиться два случая: 1) анализируемое вещество
не содержитъ растворимыхъ углеводовъ, наприм. сахара или
декстрина; 2) въ веществѣ, кромѣ крахмала, заключаются
растворимые углеводы. Въ первомъ случаѣ, наприм. при
опредѣленн крахмала въ картофельной мукѣ, ведутъ анализъ
слѣдующимъ образомъ. Около 2 гр. муки помѣщаютъ въ
колбу и, приливъ къ ней воды, такъ, чтобы мука была вполне
смочена ею, вливаютъ въ колбу около 100 СС. кипящей воды
и тотчасъ сильно перемѣшиваютъ; затѣмъ колбу нагрѣваютъ
въ водяной банѣ, при 100°, въ продолженн часа для полного
превращенн крахмала въ клейстеръ. Послѣ этого колбѣ
даютъ охладиться; приливъ въ нее 3 капли раствора ді-
астаза, приготовленнаго изъ сухого солода, помѣщаютъ ее
въ водяную баню и нагрѣваютъ воду до 50—60°, опредѣляя
температуру термометромъ, опущеннымъ въ баню. Нагрѣ-
вать жидкость слѣдуетъ около часа *). Затѣмъ, объемъ жид-
кости доводятъ до 500 СС., разбавляя ее водою, даютъ от-
стояться и отцѣживаютъ изъ нея 250 СС. черезъ сухой
фильтръ. Полученный фильтратъ, заключающн главнымъ об-

*) Объ окончанн дѣйствн діастаза на крахмалъ можно судить по преобразо-
ванн окрашиванн капли жидкости растворомъ іода въ іодистомъ калин. Карто-
фельный крахмалъ весьма легко подвергается дѣйствн діастаза. Крахмалъ же
пшеницы, ржи и нѣк. др. требуетъ болѣе продолжительнаго дѣйствн діастаза.

разомъ мальтозу, нагрѣваютъ съ 25 СС. крѣпкой соляной кислоты, въ кипящей водѣ, въ продолженіе 3 часовъ, послѣ чего въ растворѣ будетъ заключаться правая глюкоза. Кислую жидкость нейтрализуютъ, по возможности точно, растворомъ фдгаго натра, опустивъ въ жидкость клочокъ лакмусовой бумажки. При нейтрализаціи необходимо, главнымъ образомъ, позаботиться о томъ, чтобы не оставалось свободной щелочи, потому что присутствіе послѣдней вліяетъ на результаты титрованія фелинговою жидкостью. Послѣ нейтрализаціи, растворъ разбавляютъ до 500 СС. и затѣмъ титруютъ фелинговою жидкостью. При расчетѣ имѣютъ въ виду, что 100 частей глюкозы отвѣчаютъ 90 частямъ крахмала.

Если имѣютъ дѣло съ веществомъ, заключающимъ, кромѣ крахмала, и растворимые углеводы, то общее количество того и другаго опредѣляютъ по вышеизложенному. Количество же крахмала расчисляютъ изъ разности, опредѣливъ сумму растворимыхъ углеводовъ слѣдующимъ образомъ: 10 гр. вещества, наприм. гороховой муки или т. п., обливаютъ водою въ колбѣ емкостью въ 50 СС. и оставляютъ на нѣкоторое время, стараясь предотвратить образованіе комьевъ частымъ взбалтываніемъ. Разбавивъ затѣмъ до 500 СС. и отцѣдивъ половину жидкости, поступаютъ съ нею какъ указано выше, т. е. нагрѣваютъ съ 25 СС. соляной кислоты и т. д. Для полученія совершенно прозрачнаго филътрата прибавляютъ къ жидкости, передъ процѣживаніемъ, около 25 СС. насыщеннаго раствора квасцовъ и такой же объемъ влажнаго гидрата окиси мѣди, приготовленнаго по способу Фассбендера. Если при этомъ и растворится немного мѣди, то она вполнѣ выдѣлится при нейтрализаціи кислой жидкости, послѣ нагрѣванія съ соляною кислотой. Въ этомъ случаѣ нужно только передъ титрованіемъ фелинговою жидкостью снова процѣдить растворъ.

При титрованіи глюкозы фелинговою жидкостью надо держаться слѣдующихъ правилъ. Растворъ долженъ содержать 0,1%—0,2 глюкозы. Въ небольшую колбу помѣщаютъ 10 СС. фелинговой жидкости, приблизительно такой же объемъ воды и смѣсь кипятятъ, приливая изъ бюретки понемногу сахарнаго раствора до обезцвѣчиванія жидкости. Послѣ cadaго

СС. грьпкой соляной
кение 3 часовъ, послѣ
правая глюкоза. Кис-
зможности точно, рас-
жидкость клочокъ лак-
необходимо, главнымъ
ы не оставалось сво-
вие послѣдней вліяетъ
жидкостью. Послѣ ней-
500 СС. и затѣмъ ти-
разчетъ имѣють въ
отъ 90 частямъ крах-

заключающимъ, кромѣ
общее количество того
нному. Количество же
предѣливъ сумму рас-
разомъ: 10 гр. веще-
п., обливають водою
ляють на нѣкоторое
аніе комьевъ частымъ
) 500 СС. и отцѣдивъ
) какъ указано выше,
ислоты и т. д. Для по-
рата прибавляютъ къ
мо 25 СС. насыщен-
ъемъ влажнаго гидра-
пособу Фассбендера.
) мѣди, то она вполнѣ
идкости, послѣ нагрѣ-
случаѣ нужно только
костью снова процѣ-

жидкостью надо дер-
ь долженъ содержать
у помѣщаютъ 10 СС.
акой же объемъ воды
ки понемногу сахар-
ности. Послѣ каждого

прибавленія сахарнаго раствора смѣсь необходимо вскипа-
тить. Этимъ первымъ опытомъ устанавливается лишь при-
близительное отношеніе между 10 СС. фелинговой жидкости
и объемомъ сахарнаго раствора, необходимымъ для ея воз-
становленія. Для точнаго же опредѣленія окончанія реакціи
при титрованіи, недостаточно руководиться обезцвѣчиваніемъ
жидкости, но слѣдуетъ испытывать отцѣженную жидкость на
присутствіе въ ней мѣди желѣзисто-синеродистымъ калиемъ,
подкисливъ жидкость уксусною кислотою. Поэтому, опредѣ-
ливъ приблизительно, по обезцвѣчиванію фелинговой жидко-
сти, содержаніе глюкозы въ изслѣдуемомъ растворѣ, берутъ
снова 10 СС. фелинговой жидкости, приливають сразу объ-
емъ сахарнаго раствора, найденный изъ перваго опыта,
кипятя до и послѣ прилитія и тотчасъ по окончаніи реакціи
быстро отцѣживаютъ въ пробирку около 5 СС. жидкости, ко-
торую и пробуютъ по вышеизложенному на содержаніе въ
ней мѣди. Если, наприм., мѣди не оказалось, то производятъ
новый опытъ, взявъ на этотъ разъ нѣсколько менѣе сахар-
наго раствора. Произведя такимъ образомъ рядъ пробъ, каж-
дый разъ съ 10 СС. фелинговой жидкости, но съ мѣняющи-
мися въ тѣсныхъ предѣлахъ объемами сахарнаго раствора,
приходятъ къ установленію точнаго отношенія между 10 СС.
фелинговой жидкости и объемомъ сахарнаго раствора. При
этихъ пробахъ слѣдуетъ обратить вниманіе на два обстоя-
тельства: 1) быстро отцѣдившуюся жидкость надо тотчасъ
удалять изъ-подъ фильтра, потому что закись мѣди, попадаю-
щая на фильтръ окисляется кислородомъ воздуха и раство-
ряясь можетъ попасть въ фильтратъ; 2) надо наблюдать,
чтобы мелко раздѣленная закись мѣди не проходила чрезъ
поры фильтра. Если это будетъ замѣчено, то вмѣсто про-
стаго фильтра слѣдуетъ употреблять двойной или тройной.
Титръ фелинговой жидкости полезно провѣрять время отъ
времени по химически-чистой правой глюкозѣ; если фелин-
гова жидкость недавно приготовлена, изъ вполнѣ чистыхъ
матеріаловъ и, притомъ, вполнѣ согласно съ правилами для
ея приготовленія, *) то можно принять, что 10 СС. жидко-

*) 34,65 гр. перекристаллизованнаго, растертаго и высушеннаго въ пропускной
бумагѣ мѣднаго купороса растворяють въ 200 СС. воды. Эту жидкость прилива-
вають мало по малу въ растворъ 173 гр. сегнетовой соли въ 480 СС. ѣдкаго

сти отвѣчаютъ 0,9509 гр. глюкозы въ растворѣ, заключающѣмъ 0,1—0,2% глюкозы. Это число дано Фауленбахомъ, и мои опыты подтвердили его. Фауленбахъ рекомендуетъ нѣкоторыя измѣненія въ способѣ титрованія глюкозы, которыя сводятся, главнымъ образомъ, къ нагрѣванію смѣсей раствора глюкозы и фелинговой жидкости въ большихъ пробиркахъ, въ кипящей водѣ и къ употребленію сѣрнисто-водородной воды для открытія въ фильтрахъ присутствія мѣди. Такъ какъ я не считаю эти измѣненія существенными, и вышеприведенный способъ опредѣленія глюкозы, употребляемый въ нашей лабораторіи, оказался удовлетворительнымъ, то и отсылаю желающихъ познакомиться съ ними къ статьѣ Фауленбаха (*Zeitschrift für physiologische Chemie* 1883 г., томъ VII, стр. 510).

Опредѣленіе азота въ органическихъ соединеніяхъ Кьельдала. При аналитическихъ изслѣдованіяхъ для сельско-хозяйственныхъ цѣлей, опредѣленіе азота въ органическихъ соединеніяхъ имѣетъ первостепенное значеніе. Приходится опредѣлять азотъ въ гумусѣ почвъ, въ органическихъ удобренияхъ, въ кормовыхъ средствахъ, потому что, при заключеніи о достоинствахъ этихъ веществъ, необходимо принимать во вниманіе содержаніе въ нихъ связаннаго азота. Тѣ методы, которые были въ распоряженіи у химиковъ для означенной цѣли до сихъ поръ, именно методъ Дюма и методъ Вилля и Варрентраппа, отличались сложностью (особенно методъ Дюма) и потому требовали у аналитика значительнаго навыка въ исполненіи ихъ. Методъ же, предложенный Кьельдалемъ, весьма простъ и вполне доступенъ даже для начинающихъ. Примѣняется же этотъ способъ къ опредѣленію азота во всѣхъ тѣхъ органическихъ соединеніяхъ, съ которыми приходится имѣть дѣло сельскому хозяину. Сущность метода заключается

натра уд. вѣса 1, 14. Смѣсь разбавляютъ водою до объема одного литра. Или, чтобы избѣжать разложенія фелинговой жидкости при долгомъ храненіи, приготавливаютъ особо 500 СС мѣднаго раствора, содержащаго 34,65 гр. мѣднаго купороса и 500 СС раствора содержащаго сегнетову соль и ѣдкій натръ. Жидкости смѣшиваютъ въ равныхъ объемахъ передъ титрованіемъ. О различныхъ видоизмѣненіяхъ опредѣленія глюкозы, а также и другихъ сахаристыхъ веществъ помощью фелинговой жидкости, см. *Fresenius Quant. Analyse* 1877—1887. 6 Aufl. II, 586.

створѣ, заключаю-
но Фауленбахомъ,
бахъ рекомендуетъ
нѣя глюкозы, кото-
нагрѣванію смѣсей
въ большихъ про-
ебленію сѣрнисто-
ихъ присутствія мѣ-
ія существенными,
глюкозы, употреб-
влетворительнымъ,
съ ними къ статьѣ
е *Chemie* 1883 г.,

иненія Кьельдаля.
сельско-хозяйствен-
ническихъ соедине-
Приходится опредѣ-
скихъ удобренійхъ,
и заключеніи о до-
минимать во внима-
Тѣ методы, кото-
означенной цѣли
тодъ Вилля и Вар-
енно методъ Дюма)
ельнаго навыка въ
Кьельдалемъ, весь-
зачинающихъ. При-
цію азота во всѣхъ
горыми приходится
метода заключается

ъема одного литра. Или,
долгомъ храненіи, приго-
го 34,65 гр. мѣднаго ку-
ль и ѣдкій натрѣ. Жид-
рованіемъ. О различныхъ
ругихъ сахаристыхъ ве-
Quant. Analyse 1877—

въ слѣдующемъ. Органическое вещество, заключающее въ своемъ составѣ азотъ, нагрѣваютъ съ избыткомъ крѣпкой сѣрной кислоты почти до температуры кипѣнія кислоты. Происходитъ окисленіе углерода и части водорода органическаго вещества на счетъ сѣрной кислоты, что обнаруживается, между прочимъ, выдѣленіемъ угольнаго и сѣрнистаго ангидридовъ; *азотъ же органическаго вещества превращается въ сѣрноамміачную соль*. Окисленіе органическаго вещества заканчиваютъ, прибавляя къ нагрѣтой смѣси нѣсколько крупинокъ марганцовокаліевой соли. Полученную кислую жидкость, содержащую образовавшуюся сѣрноамміачную соль, перегоняютъ съ избыткомъ раствора ѣдкаго натра и собираютъ выдѣляющійся амміакъ въ отмѣренный объемъ титрованной сѣрной кислоты. Опредѣляя титрованіемъ щелочью количество сѣрной кислоты, оставшейся свободною послѣ поглощенія амміака, имѣютъ всѣ данныя для расчета процентнаго содержанія азота во взятомъ для анализа веществѣ.

При чтеніи описанія существенныхъ сторонъ этого способа возникаетъ, конечно, предположеніе, что самымъ критическимъ моментомъ анализа будетъ нагрѣваніе органическаго вещества съ сѣрною кислотой почти до температуры кипѣнія ея. Казалось бы, что столь сильное нагрѣваніе должно дать поводъ къ частымъ потерямъ анализа, вслѣдствіе лопанія колбъ. Но опытъ показываетъ, что операція эта протекаетъ весьма спокойно. По крайней мѣрѣ въ нашей лабораторіи эта часть анализа проходила безъ несчастныхъ случайностей, хотя до сихъ поръ было сдѣлано до тысячи опредѣленій азота по Кьельдалю.

Переходя, затѣмъ, къ частностямъ способа Кьельдаля, я опишу подробно опредѣленіе азота въ твердомъ веществѣ, наприм. въ сѣменахъ, а послѣ того укажу на немногія отступленія отъ изложеннаго хода анализа, при опредѣленіи азота въ другихъ веществахъ. Въ колбѣ, емкостью около 100 СС, отвѣшиваютъ около 0,5 гр. сѣмянъ пшеницы, ржи или т. п. Сѣмена не нужно ни сушить, ни измельчать. Возможность обойтись безъ измельченія вещества составляетъ важное преимущество способа Кьельдаля передъ прежними способами: при употребленіи способа Вилля и Варрентраппа

результаты анализа зависѣли отъ степени измельченія анализируемаго вещества. Въ колбу, затѣмъ, наливаютъ 10 СС крѣпкой сѣрной кислоты, которая, понятно, должна быть свободна отъ амміака, и колбу нагрѣваютъ на проволочной сѣткѣ маленькимъ пламенемъ спиртовой лампы или газовой горѣлки. Содержимое колбы тотчасъ начинаетъ окрашиваться въ черный цвѣтъ; при дальнѣйшемъ нагрѣваніи замѣчается довольно живая реакція, которая оканчивается полнымъ раствореніемъ вещества. Такъ какъ при этомъ выдѣляются сѣрнистый ангидридъ и бѣлые пары, то операцію слѣдуетъ производить подъ тягою. Во время реакціи смѣсь отчасти разбрызгивается; для предотвращенія могущей быть отъ этого потери, колбу выбираютъ по возможности съ длиннымъ горломъ и, во время нагрѣванія, укрѣпляютъ ее въ наклонномъ положеніи посредствомъ статива. Когда реакція успокоилась, нагрѣваютъ нѣсколько сильнѣе, до начинающагося кипѣнія сѣрной кислоты. Кислотные пары, сгущаясь, смываютъ въ жидкость частицы обугленнаго органическаго вещества, попавшія на стѣнки колбы. Нагрѣвать вещество съ сѣрною кислотой слѣдуетъ около двухъ часовъ. Нѣкоторые азотистыя вещества при этомъ сполна разлагаются, и весь азотъ ихъ превращается въ сѣрноамміачную соль. Но, въ виду того, что многія азотистыя соединенія, даже при болѣе долгомъ нагрѣваніи съ сѣрною кислотой, разлагаются не вполне, Кьельдаль оканчиваетъ окисленіе, прибавляя въ нагрѣтую жидкость немного марганцовокаліевой соли. Поступаютъ при этомъ слѣдующимъ образомъ. Отнявъ лампу изъ-подъ колбы, тотчасъ присыпаютъ въ нее измельченную марганцовокаліевую соль, весьма небольшими порціями, наприм. съ кончика перочиннаго ножа или изъ стеклянной трубки, расширенной кверху, въ нижній конецъ которой вставленъ кружокъ изъ проволочной сѣтки съ мелкими отверстіями. Вся операція окисленія марганцовокаліевою солью должна длиться менѣе минуты. Реакція окисленія весьма сильна и сопровождается выдѣленіемъ зеленоватыхъ паровъ; весьма часто въ колбѣ появляется пламя. Но ни потерь вещества, ни окисленія амміака при этомъ не происходитъ.

При окисленіи слѣдуетъ употреблять нѣкоторый избытокъ

мельченія ана-
тиваются 10 СС
должна быть
са проволоочной
ты или газовой
ть окрашивать-
рѣваніи замѣ-
нчивается пол-
при этомъ вы-
л, то операцію
реакціи смѣсь
могущей быть
жности съ дли-
яють ее въ на-
Когда реакція
, до начинаю-
ары, сгущаясь,
органическаго
вать вещество
асовъ. Нѣкото-
разлагаются,
аміачную соль.
единенія, даже
слотою, разла-
окисленіе, при-
анцовокаліевой
образомъ. От-
пцають въ нее
на небольшими
ножа или изъ
нижній конецъ
сѣтки съ мел-
рванцовокаліе-
акція-окисленія
, зеленоватыхъ
пламя. Но ни
этомъ не про-
орый избытокъ

марганцовокаліевой соли. При этомъ можно руководиться
измѣненіями въ цвѣтѣ жидкости. Передъ прибавленіемъ окис-
лителя жидкость бываетъ окрашена обыкновенно въ темный
цвѣтъ; окисляясь, она дѣлается вначалѣ свѣтлѣе, затѣмъ
наступаетъ моментъ, когда она является вполне безцвѣтною
и, наконецъ, при дальнѣйшемъ прибавленіи марганцовока-
ліевой соли, снова окрашивается. Послѣ того можно нагрѣ-
вать колбу еще въ продолженіе 5—10 минутъ, но только на
весьма маленькомъ пламени лампы, потому что при силь-
номъ нагрѣваніи хотя жидкость снова обезцвѣчивается, но
при этомъ выдѣляется кислородъ, и, какъ часто случалось
наблюдать Кьельдалю, происходитъ замѣтная потеря амміа-
ка. Наблюденія въ нашей лабораторіи показали, что, для по-
лученія точныхъ результатовъ, лучше всего не нагрѣвать
жидкости послѣ прибавленія марганцовокаліевой соли, избы-
токъ которой нисколько не вредитъ *).

Когда окисленіе окончено, приступаютъ къ опредѣленію
амміака, заключающагося въ кислой жидкости. Для этого,
давъ жидкости охладиться, разбавляютъ ее водою, причемъ
жидкость снова разогрѣвается отъ дѣйствія воды на сѣрную
кислоту. Охладивъ вновь жидкость, вливаютъ ее въ перегон-
ную колбу, емкостью около $\frac{3}{4}$ литра. Затѣмъ, въ ту же колбу
вливаютъ 40 СС раствора ѣдкаго натра удѣльнаго вѣса 1,3.
Растворъ ѣдкаго натра долженъ быть предварительно про-
кипяченъ, для разложенія могущихъ находиться въ продаж-
номъ ѣдкомъ натрѣ амміачныхъ солей. Тотчасъ послѣ при-
литія раствора ѣдкаго натра, колбу соединяють съ холодиль-
никомъ, нижній конецъ котораго уже вставленъ посредствомъ
пробки съ двумя отверстиями въ колбу, служащую приѣмни-
комъ и заключающую отмѣренный объемъ титрованной сѣр-

*) Можно сократить время нагрѣванія вещества съ сѣрною кислотою, приба-
вивъ въ колбу 0,5—1 гр. ртути, или окиси ртути. При этомъ окисленіе марган-
цовокаліевою солью дѣлается излишнимъ, потому что послѣ нагрѣванія получает-
ся безцвѣтная жидкость. Но при отгонкѣ съ ѣдкимъ натромъ, прибавляютъ въ
колбу 25 СС десятипроцентнаго раствора сѣрнистаго калия, для переведенія
ртути въ сѣрнистую ртуть и для разрушенія амидныхъ соединеній ртути. Это
видоизмѣненіе способа весьма часто примѣняется за границею. Но испытаніе
его въ нашей лабораторіи привело къ тому заключенію, что нѣтъ достаточныхъ
поводовъ къ замѣнѣ прежняго способа новымъ.

ной кислоты. Въ другое отверстіе пробки вставляютъ изогнутую подъ прятымъ угломъ трубку. Что же касается до соединенія перегонной колбы съ холодильникомъ, то, для предупрежденія попаданія брызгъ жидкости въ приѣмникъ, необходимо устроить дѣло такимъ образомъ, чтобы пары кипящей жидкости, прежде вступленія въ холодильникъ, принуждены были пройти около дециметра по вертикальной трубкѣ.

Жидкость, подлежащая перегонкѣ, состоитъ изъ крѣпкихъ растворовъ ѣдкаго натра и сѣрнонатріевой соли; кромѣ того, она содержитъ выдѣлившіяся гидратныя окиси. Перегонка жидкости на голомъ огнѣ сопровождается поэтому сильными толчками. Для предупрежденія толчковъ, Кьельдаль помѣщаетъ въ колбу нѣсколько цинковыхъ стружекъ. При реакціи щелочи на цинкъ выдѣляется водородъ, и при этихъ условіяхъ образованіе паровъ идетъ вполне спокойно. Только къ концу перегонки, когда, впрочемъ, весь амміакъ уже успѣлъ перейти въ приѣмникъ, кипѣніе снова начинаетъ сопровождаться толчками. Въ нашей лабораторіи отгонка всегда производится изъ парафиновой бани, причѣмъ вполне устраняется опасность отъ перегрѣванія стѣнокъ колбы въ тотъ періодъ перегонки, когда изъ горячаго раствора начинаютъ кристаллизоваться соли. Кромѣ того, если употреблять цинкъ, то, какъ показали наблюденія, часть щелочной жидкости, попадаетъ въ холодильникъ, а оттуда и въ приѣмникъ, потому что, вслѣдствіе выдѣленія водорода, происходитъ разбрызгиваніе жидкости. Въ нѣкоторыхъ же случаяхъ, напримѣръ при опредѣленіи азота въ почвахъ, перегонка изъ парафиновой бани незамѣнима *).

*) Было бы, конечно, весьма желательно производить отгонку амміака изъ той же колбы, въ которой шло разложеніе вещества сѣрною кислотой. Въ Боннѣ, въ лабораторіи Штуцера, какъ мнѣ пришлось видѣть лѣтомъ 1888 г., такъ и поступаютъ. Но при этомъ приходится брать колбы емкостью до 500 СС, а нагреваніе въ такихъ колбахъ вещества съ 10 СС сѣрной кислоты требуетъ особой осторожности, а потому этотъ приѣмъ не можетъ быть рекомендованъ, особенно начинающимъ. Другой же приѣмъ при отгонкѣ амміака, примѣняемый въ Боннѣ оказался удобнымъ и можетъ быть рекомендованъ. Онъ состоитъ въ томъ, что колбу для отгонки амміака соединяютъ не съ холодильникомъ, а просто со стеклянною трубкою, діаметромъ около 8 милл., свободный конецъ которой погружаютъ въ титрованную сѣрную кислоту, помѣщенную въ Эрленмейеровскую

Перегнавъ до двухъ третей жидкости, титруютъ въ совершенно прозрачномъ и неокрашенномъ перегонѣ свободную сѣрную кислоту ѣдимъ баритомъ или щелочью *). Изъ полученныхъ данныхъ вычисляютъ процентное содержаніе азота во взятомъ для анализа веществѣ. Кромѣ обыкновеннаго титрованія баритовою водою, Кьельдаль рекомендуетъ еще довольно сложный методъ, основанный на выдѣленіи іода при реакціи кислоты на смѣсь іодноватокаліевой соли и іодистаго калія. По количеству выдѣлившагося іода судятъ о количествѣ свободной кислоты. Іодъ же опредѣляютъ титрованнымъ растворомъ сѣрноватистонатріевой соли, употребляя, какъ индикаторъ, крахмальный клейстеръ.

При опредѣленіи азота въ веществахъ, заключающихъ даже большое количество воды, возможно часто обойти высушиваніе. Такъ, наприм., сравнительные опыты г. Л. Хмырова, произведенные въ нашей лабораторіи въ 1885 году надъ опредѣленіемъ азота въ молокѣ, показали, что получаются вполне тождественные результаты, будетъ ли взято для анализа остатокъ послѣ выпариванія молока, или то же молоко въ сыромъ состояніи. Отвѣшиваютъ въ колбѣ около 2 гр. молока, приливаютъ 10 СС крѣпкой сѣрной кислоты и нагрѣваютъ до начинающаго кипѣнія кислоты, поступая далѣе, какъ указано было выше. Равнымъ образомъ, и твердые вещества, содержація большой процентъ воды, можно анализировать по способу Кьельдаля безъ предварительнаго высушиванія. Такъ, сравнительныя опредѣленія Д. и И. Павловыхъ **) надъ содержаніемъ азота въ сухомъ и сыромъ мясѣ, сдѣланныя по способу Кьельдаля, дали вполне согласные результаты, принимая, конечно, во вниманіе содержаніе воды въ сыромъ мясѣ. Въ этомъ случаѣ была, впрочемъ, употреблена дымящаяся сѣрная кислота: на 1 гр. сы-

колку, служащую пріемникомъ. Водяные пары съ амміакомъ сгущаются въ титрованной сѣрной кислотѣ и сильно нагрѣваютъ послѣднюю. Но потери амміака при этомъ не происходитъ. Сравнительные опыты въ нашей лабораторіи показали, что для одного и того же вещества получаются совершенно одинаковые результаты при отгонкѣ съ холодильникомъ и безъ него.

*) Какъ индикаторъ, можно рекомендовать спиртовой растворъ розолевои кислоты.

**) Журналъ „Русскаго Хим. Общества“ 1884 года, стр. 189.

раго мяса, содержащаго до 70% воды, брали 10 СС дымящейся сѣрной кислоты. Замѣчу здѣсь, что Кьельдалъ наблюдалъ болѣе быстрое разложеніе азотистыхъ веществъ при употребленіи, вмѣсто обыкновенной сѣрной кислоты, смѣси ея съ дымящеюся сѣрной кислотой, а также—при употребленіи смѣси сѣрной кислоты съ фосфорнымъ ангидридомъ.

Методъ Кьельдала примѣнимъ ко всѣмъ органическимъ соединеніямъ, содержащимъ неокисленный азотъ, слѣдовательно—ко всѣмъ азотистымъ органическимъ соединеніямъ, встрѣчающимся въ природѣ. Что же касается до солей азотной кислоты, то Кьельдалемъ наблюдено, что, въ присутствіи избытка органическаго вещества, почти весь азотъ азотной кислоты превращается въ амміакъ при нагрѣваніи съ крѣпкою сѣрною кислотой. Слѣдовательно, малыя количества азотно-кислыхъ солей, въ присутствіи органическаго вещества, относятся такъ же къ нагрѣванію съ сѣрною кислотой, какъ и къ нагрѣванію съ натристой известью при опредѣленіи азота по способу Вилля и Варрентраппа. Это обстоятельство даетъ возможность примѣнить способъ Кьельдала къ опредѣленію общаго количества азота въ почвахъ, въ которыхъ азотно-кислыя соли находятся, въ большинствѣ случаевъ, въ весьма малыхъ количествахъ. Берутъ около 10 гр. почвы и нагрѣваютъ ее въ колбѣ съ 25 СС крѣпкою сѣрною кислотой, поступая далѣе во всемъ такъ же, какъ изложено выше, при описаніи способа Кьельдала *). Наблюденія, сдѣланныя въ нашей лабораторіи, показываютъ, что вначалѣ нагрѣванія замѣчается вспучиваніе массы, особенно при анализѣ черноземныхъ почвъ; поэтому сначала нагрѣваніе слѣдуетъ вести весьма осторожно; но затѣмъ, когда главная реакція окончилась, можно оставить колбу нагрѣваться и безъ особаго присмотра. Несчастныхъ случаевъ при этомъ не наблюда-

*) Если вещество содержитъ значительныя количества азотно-кислыхъ солей, то по Юдлауэру поступаютъ слѣдующимъ образомъ: 1 гр. вещества обливаютъ 50 СС чистой сѣрной кислоты въ 66° Бомэ. Взятая сѣрная кислота должна содержать на литръ 20 гр. фенола. Черезъ нѣсколько минутъ образуется нитрофеноль. Прибавляютъ 2—3 гр. высушенной цинковой пыли и 0,5—1 гр. ртути и смѣсь кипятятъ. Нитрофеноль превращается вначалѣ въ амидофеноль, а чрезъ полчаса весь азотъ смѣси находится уже въ видѣ сѣрно-кислаго амміака.

рали 10 СС дыма-
Кьельдаля наблю-
ихъ веществъ при
ой кислоты, смѣси
е—при употребле-

ангидридомъ.
тъ органическимъ
і азотъ, слѣдова-
имъ соединеніямъ.
тся до солей азот-

то, въ присутствіи
съ азотъ азотной
бваніи съ крѣпкою
оличества азотно-
аго вещества, от-

кислотою, какъ и
опредѣленіи азота
тоятельство даетъ
я къ опредѣленію

которыхъ азотно-
учаевъ, въ весьма
. почвы и нагрѣ-
ной кислоты, по-
жено выше, при

ія, слѣдующія въ
чалѣ нагрѣванія
и анализѣ черно-
іе слѣдуетъ вести
ная реакція окон-
я и безъ особаго
омъ не наблюда-

азотнокислыхъ солей.
гр. вещества облива-
ятая сѣрная кислота
нѣсколько минутъ об-
ной цинковой пыли и
вращается вначалѣ въ
ся уже въ видѣ сѣрно-

лось, несмотря на то, что тутъ приходится нагрѣвать до
высокой температуры сѣрную кислоту съ мелкими мине-
ральными частицами почвы, которыя въ кислотѣ не раство-
ряются.

Изъ всего изложеннаго видно, что способъ Кьельдаля имѣ-
етъ весьма широкое примѣненіе и представляетъ огромныя
преимущества передъ способомъ Вилля и Варрентраппа,
бывшимъ до сего времени во всеобщемъ употребленіи. Ана-
лизируемое вещество не надо измельчать; во многихъ слу-
чаяхъ можно его и не сушить; перегонъ, заключающій аммі-
акъ, получается всегда вполне безцвѣтнымъ, слѣдовательно—
удобнымъ для титрованія, что только въ рѣдкихъ случаяхъ
замѣчается при способѣ Вилля и Варрентраппа. Устраняется
опасность отъ потери части азота въ видѣ амміака, чего
трудно избѣжать при смѣшеніи легко разлагающихся ве-
ществъ съ натристою известью при прежнемъ способѣ. На-
конецъ, вовсе обходится накачиваніе трубки съ натристою
известью и веществомъ,—операція крайне тяжелая, если
накачиваніе вести углемъ, къ чему приходится прибѣгать въ
лабораторіяхъ, подобно нашей, лишенныхъ удобствъ газо-
ваго нагрѣванія.

(Статья Кьельдаля въ „Zeitschrift für analytische Chemie“,
83 г., стр. 366.)

*Количественное опредѣленіе бѣлковыхъ веществъ А. Штуммера *).*
Съ тѣхъ поръ, какъ стало извѣстно, что въ большинствѣ
кормовыхъ средствъ, а также и во многихъ другихъ веществъ,
по количеству азота нельзя судить о количествѣ бѣл-
ковыхъ тѣлъ, старались изыскать методы къ количествен-
ному опредѣленію послѣднихъ **). Изъ предложенныхъ мето-

*) Journal für Landwirtschaft 1881 г., стр. 473.

**) Только въ сѣменахъ почти весь азотъ принадлежитъ бѣлковымъ веще-
ствамъ. Въ травянистыхъ же частяхъ растений, въ клубняхъ, корняхъ и т. п.
значительная часть азота въ нихъ заключающагося принадлежитъ амиднымъ со-
единеніямъ, которыя въ питательномъ отношеніи бѣлковыхъ веществъ замѣнить
не могутъ. Съ потерей части бѣлковыхъ веществъ, вслѣдствіе превращенія ихъ
въ амидныя соединенія, а также въ амміачныя соли всегда приходится считать-
ся при силосованіи корма. Сущность этого процесса состоитъ въ томъ, что рас-
тительное вещество (маисъ, капуста, клеверъ и т. п.) оставляется на продолжи-
тельное время при возможно маломъ доступѣ воздуха, чего въ практикѣ дости-
гаютъ, наприм., укладывая силосуемая вещества сплошнымъ слоемъ въ ямы и

довъ въ наибольшее употребленіе вошелъ методъ А. Штуцера, основанный на результатахъ изслѣдованій Риттгаузена надъ отношеніемъ бѣлковыхъ веществъ къ окиси мѣди. Сущность метода состоитъ въ томъ, что гидратъ осаждаетъ бѣлковыя вещества изъ воднаго раствора, не заключающаго свободной щелочи, въ видѣ нерастворимыхъ соединеній; амидныя соединенія, а равно азотнокислыя и амміачныя соли, остаются при этомъ въ растворѣ. Если въ полученномъ осадкѣ вмѣстѣ съ нерастворившеюся въ водѣ частию вещества опредѣлить количество азота и помножить найденный вѣсъ его на 6,25, то найдемъ количество бѣлковыхъ тѣлъ во взятомъ для анализа веществѣ.

прикрывая ихъ досками, съ наложенными на нихъ камнями и землею. Измѣненія, которыя при этомъ происходятъ въ растительномъ веществѣ, не могутъ быть объяснены только возникновеніемъ различныхъ броженій, вслѣдствіе присутствія микроорганизмовъ, всегда находящихся на поверхности растений. Правда броженія играютъ при силосованіи преобладающую роль: развитіе при силосованіи спирта и кислотъ молочной, масляной и уксусной, сопровождаемое уменьшеніемъ вѣса сухого вещества (на 15—30%, смотря по условіямъ силосованія) вслѣдствіе выдѣленія углекислоты и вѣроятно нѣкоторыхъ другихъ газовъ не оставляетъ въ этомъ никакого сомнѣнія. Но при силосованіи зеленыхъ частей растенія слѣдуетъ имѣть въ виду, что жизнь въ клѣточкахъ этихъ растеній нѣкоторое время продолжается и что они, поставленныя въ тѣ же условія какъ этиолируемыя растенія дадутъ и продукты свойственныя послѣднимъ. Главный же процессъ совершающійся въ растеніяхъ, отъ которыхъ дѣйствіе свѣта устранено, состоитъ въ распадѣ бѣлковыхъ веществъ съ образованіемъ аспарагина. Опыты Шульце (Journ. f. Landw. 34, 187, см. также, E. Schulze Landw. Vers. st. 35, 195) показали, что при силосованіи *высушенныхъ* растеній (сѣна) съ водою, бѣлковыя вещества этихъ растеній разлагаются лишь въ незначительной степени, тогда какъ другія вещества подвергаются сильному измѣненію вслѣдствіе броженій. Необходимо принять, слѣдовательно, что при силосованіи зеленого корма, будетъ ли оно произведено по обыкновенному способу, или по способу Джонсона, бѣлковыя вещества разлагаются, давая аспарагинъ и сходные съ нимъ амиды (часто половина бѣлковыхъ веществъ разлагается) и это разложеніе происходитъ главнѣйшимъ образомъ вслѣдствіе этиолированія растеній. Происшедшія амидныя соединенія подпадаютъ дѣйствию микроорганизмовъ, результатомъ котораго явятся, кромѣ другихъ продуктовъ, нѣкоторое количество аминовъ и амміачныхъ солей. Микроорганизмы же дѣйствуютъ на углеводы и близкія къ нимъ соединенія, давая спиртъ и упомянутыя выше кислоты. Изъ послѣднихъ, по весьма понятной причинѣ, уксусной кислоты образуется тѣмъ менѣе, чѣмъ плотнѣе уложенъ кормъ, т. е. чѣмъ тщательнѣе прекращенъ къ нему доступъ воздуха. Опредѣленіе въ силосованномъ кормѣ общаго количества азота, бѣлковыхъ веществъ, амидныхъ соединеній, древесины, и т. п. совершается по тѣмъ же ме-

етодъ А. Штуцера, Риттгаузена надъ мѣди. Сущность аждаеть бѣлковыя чающагосвободной й; амидныя соеди- ня соли, остаются мѣ осадкѣ вмѣстѣ цества опредѣлить вѣсь его на 6_{25} , взятомъ для ана-

и и землю. Измѣненія, цествѣ, не могутъ быть вслѣдствіе присутствія растений. Правда бро- звитіе при силосованіи ождаемое уменьшеніемъ (мъ силосованія) вслѣд- ствій газомъ не остав- ля зеленыхъ частей рас- в этихъ растений нѣко- мѣ же условия какъ эти- слѣдимъ. Главный же ствие свѣта устранено, ніемъ аспарагина. *On- hulze Landw. Vers. st.* стений (сѣна) съ водою, азначительной степени, ѣненію вслѣдствіе бро- зованія зеленого корма, и по способу Джонсона, одные съ нимъ амиды азложеніе происходитъ. Прошедшія амидныя бѣтатомъ котораго явят- аминовъ и амміачныхъ лизкія къ нимъ соеди- послѣднихъ, по весьма менѣе, чѣмъ плотнѣе нему доступъ воздуха. азота, бѣлковыхъ ве- ается по тѣмъ же ме-

Для анализа по этому способу необходимо вполнѣ промы- тый гидратъ окиси мѣди, который, по Фассбендеру *), гото- вять слѣдующимъ образомъ: 100 гр. мѣднаго купороса рас- творяють въ 5 литрахъ воды, къ которой прибавляютъ 2,5 СС. глицерина обыкновенной концентраціи. Изъ раствора осаж- даютъ окись мѣди ѣдкимъ натромъ, взятымъ въ весьма не- большомъ избыткѣ и разбавленномъ до полутора литра. Послѣ осажденія жидкость должна имѣть явственно-щелочную ре- акцію. Прошедшій осадокъ помѣщаютъ на фильтръ и да- ютъ жидкости стечь, а затѣмъ осадокъ растирають въ чашкѣ съ водою, содержащею на литръ 5 СС. глицерина. Промы- вая осадокъ водою съ такимъ содержаніемъ глицерина сна- чала сливаніемъ, а затѣмъ на фильтрѣ, достигаютъ полного удаленія щелочи. Вполнѣ промытый гидратъ окиси мѣди рас- тирають снова въ чашкѣ съ такимъ количествомъ десяти- процентнаго раствора глицерина, чтобы массу, заключаю- щую осадокъ, можно было перелить въ банки съ притертыми пробками; эту окись мѣди и употребляютъ для осажденія бѣлковыхъ веществъ.

Для анализа берутъ 1—2 гр. измельченнаго вещества и, обливъ его въ стаканѣ 100 СС. безводнаго спирта и 1 СС. уксусной кислоты, нагреваютъ въ водяной банѣ до кипѣнія спирта. Эта операція имѣетъ цѣлью удалить изъ вещества

тодамъ, которые указаны для анализа кормовыхъ веществъ вообще. Но въ сило- сованномъ кормѣ приходится опредѣлять, кромѣ того, спиртъ и свободныя ки- слоты. Для опредѣленія спирта берутъ около килограмма корма и подвергаютъ его перегонкѣ съ 500 СС воды, нагревая колбу въ парафиновой банѣ, или въ растворѣ хлористаго кальція. Отогнавъ 200 СС, въ дистилатѣ нейтрализуютъ кислоты известью, или баритовою водою и снова подвергаютъ перегонкѣ, соби- рая первые 50 СС жидкости. Количество спирта узнается изъ удѣльнаго вѣса этого дистиллата. При опредѣленіи кислотъ, можно поступать двояко: 1) двѣ равныхъ навѣски корма взбалтываютъ съ водою; титрованіемъ одной изъ жид- костей опредѣляютъ общее количество кислотъ летучихъ и нелетучихъ; другую жидкость подвергаютъ долгому кипяченію и затѣмъ титруютъ въ ней нелетучія кислоты. 2) Изъ 200 гр. корма и 100 СС воды получаютъ перегонкою дистил- латъ, въ которомъ опредѣляютъ титрованіемъ летучія кислоты; остатокъ въ колбѣ промываютъ кипящею водою сначала декантацией, а затѣмъ на фильтрѣ и филь- тратъ титруютъ, или поступають съ остаткомъ въ колбѣ такъ же, какъ сказано при первомъ способѣ. Результаты титрованія относятъ для летучихъ кислотъ къ уксусной, а для нелетучихъ къ молочной кислотѣ.

*) *Landwirthschaftliche Versuchsstationen* 1882 г., стр. 125.

алкалоиды, которые въ противномъ случаѣ находились бы въ осадкѣ отъ окиси мѣди. Если въ изслѣдуемомъ веществѣ завѣдомо алкалоидовъ не находится, то его и не кипятятъ со спиртомъ и уксусной кислотой. Послѣ кипяченія, жидкости даютъ отстояться и цѣдятъ ее черезъ фильтръ, стараясь сливать жидкость такимъ образомъ, чтобы на фильтръ попало возможно мало твердыхъ частицъ вещества. Для удаленія растворившагося жира, фильтръ промываютъ небольшимъ количествомъ нагрѣтаго спирта; оставшееся же въ стаканѣ вещество нагрѣваютъ со 100 СС. воды до кипѣнія. Если вещество не содержитъ алкалоидовъ, но содержитъ крахмаль, то ограничиваются нагрѣваніемъ съ водою, въ продолженіи 10 минутъ, на водяной банѣ. Затѣмъ, въ стаканъ вносятъ, для осажденія бѣлковыхъ тѣлъ, $0,3$ — $0,4$ гр. гидрата окиси мѣди. Чтобы судить о содержаніи окиси мѣди во влажномъ гидратѣ, опредѣляютъ предварительно, сколько въ 10 СС. влажнаго гидрата заключается сухого остатка. Послѣ совершившагося осажденія бѣлковыхъ веществъ, даютъ стакану охладиться и собираютъ осадокъ на тотъ же фильтръ, черезъ который цѣдили спиртную жидкость. Осадокъ вначалѣ промываютъ раза три водою, а затѣмъ два раза спиртомъ; послѣднее производятъ съ цѣлью вытѣснить воду изъ осадка и тѣмъ облегчить его высушиваніе при температурѣ 100 — 110° . Въ высушенномъ осадкѣ, не отдѣляя его отъ фильтра, опредѣляютъ азотъ по способу Кьельдаля, что совершается вполне удобно, какъ доказалъ цѣлый рядъ подобныхъ опредѣленій, произведенныхъ въ нашей лабораторіи И. П. Петровымъ. Остается, затѣмъ, умножить найденныя количества азота на $6,25$, чтобы получить всѣ данныя для расчета процентнаго содержанія бѣлковыхъ тѣлъ въ изслѣдуемомъ веществѣ. При точныхъ опытахъ, дѣлаютъ поправку на содержаніе азота въ бумажномъ фильтрѣ, для чего въ нѣсколькихъ фильтрахъ такого же размѣра, какъ и тотъ, который былъ взятъ при анализѣ, опредѣляютъ азотъ по способу Кьельдаля и дѣлаютъ необходимое расчисленіе. Въ фильтрѣ изъ шведской бумаги, діаметромъ въ 10 сантиметровъ, заключается около $0,00004$ гр. азота.

Если желаютъ узнать, какая часть всего азота въ данномъ веществѣ приходится на долю бѣлковыхъ тѣлъ и ка-

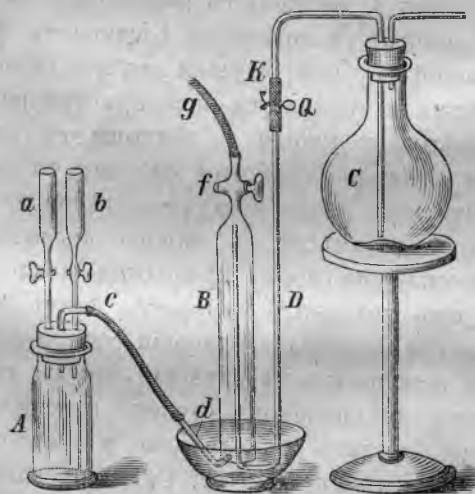
аѣ находились бы
 (уемомъ веществѣ
 его и не кипятятъ
 кипяченія, жидко-
 фильтръ, стараясь
 и на фильтръ по-
 вещества. Для уда-
 омываютъ неболь-
 оставшееся же въ
 воды до кипѣнія.
 о содержитъ крах-
 водою, въ продол-
 , въ стаканъ вно-
 ;—0,4 гр. гидрата
 иси мѣди во влаж-
 сколько въ 10 СС.
 тка. Послѣ совер-
 , даютъ стакану
 , же фильтръ, че-
 Осадокъ вначалѣ
 а раза спиртомъ;
 б воду изъ осадка
 ратурѣ 100—110°.
 гъ фильтра, опре-
 вершается вполнѣ
 ыхъ опредѣлений,
 И. П. Петровымъ.
 чества азота на
 чета процентнаго
 гъ веществѣ. При
 содержаніе азота
 пькихъ фильтрахъ
 і былъ взятъ при
 Сельдаля и дѣла-
 изъ шведской бу-
 аключается около

азота въ дан-
 ыхъ тѣлѣ и ка-

кая на долю другихъ азотистыхъ соединеній, то вначалѣ
 опредѣляютъ общее количество азота въ изслѣдуемомъ ве-
 ществѣ, а затѣмъ, выдѣливъ въ осадокъ бѣлковыя тѣла, на-
 ходятъ въ немъ содержаніе азота и такимъ образомъ полу-
 чаютъ всѣ данныя для требуемаго разчета *).

Опредѣленіе азота амидокислотъ въ растительныхъ веществахъ.
 Для опредѣленія пользуются способомъ, основаннымъ на реак-
 ціи амидосоединеній съ азотистою кислотою: $R.NH^2 + HNO^2 =$
 $N^2 + H^2O + R.NO$. Измѣривъ количество выдѣливагося азота,
 мы будемъ знать содержаніе его въ амидосоединеніяхъ: сто-
 итъ только раздѣлить это количество на 2, такъ какъ одинъ
 изъ атомовъ частицы азота принадлежитъ азотистой кисло-
 тѣ. Употребляютъ приборъ Саксе и Кормана (фиг. 9). Онъ

Фиг. 9.



представляетъ стеклянный сосудъ А съ пробкою, черезъ ко-
 торую проходятъ двѣ воронки а и б съ кранами и газоот-

*) Въ послѣднее время Штуцеромъ предложено для опредѣленія питательна-
 го достоинства корма подвергать бѣлковыя вещества, въ немъ находящіяся, дѣй-
 ствію тѣхъ ферментовъ, которыми они измѣняются при пищевареніи, опредѣляя
 всякій разъ, что переходитъ въ растворъ и что остается. Этотъ крайне слож-
 ный приѣмъ остается искусственнымъ и въ весьма несовершенной степени дости-
 гаетъ цѣли, потому что одинъ и тотъ же кормъ разными животными, при раз-
 ныхъ условіяхъ, будетъ перевариваться различно.

водная трубка *c*. Въ воронку *a* наливаютъ сѣрной кислоты, въ воронку *b*—водную вытяжку корма, изъ которой выдѣлены бѣлковыя вещества, бывшіе въ ней амиды разложены кипяченіемъ со слабою сѣрною кислотою, а амміакъ отдѣленъ перегонкой съ MgO ; въ сосудъ *A* наливаютъ растворъ азотистокаліевой соли (KNO^2). Сперва въ сосудъ впускаютъ немного сѣрной кислоты; образуется азотистая кислота, которая отчасти разлагается: $3HNO^2 = HNO^3 + 2NO + H^2O$. Воздухъ вытѣсняется изъ прибора развивающеюся окисью азота, причѣмъ кислородъ его идетъ на окисленіе части окиси азота, азотъ же вытѣсняется избыткомъ послѣдней. Трубку *c* соединяютъ каучуковою трубкой со стеклянною загнутой трубкой *d*, которую чрезъ нѣкоторое время подводятъ подъ колоколь *B*. Выдѣляющаяся окись азота собирается подъ колоколомъ. Ее поглощаютъ растворомъ желѣзнаго купороса. Для этого въ колбу *C* наливаютъ растворъ $FeSO^4$; каучуковая трубка (сифонъ) съ зажимомъ соединяетъ колбу *C* съ тонкой стеклянною трубкой, идущей внутри *B* до верху. Открываютъ зажимъ и впускаютъ растворъ купороса, который течетъ по стѣнкамъ колокола и поглощаетъ окись азота. Если при этомъ газъ поглощается сполна, то это служитъ признакомъ, что весь азотъ воздуха вытѣсненъ изъ прибора. Тогда въ сосудъ вмѣстѣ съ сѣрною кислотой приливаютъ и изслѣдуемый растворъ, продолжая поглощать окись азота растворомъ желѣзнаго купороса. Азотъ отъ реакціи азотистой кислоты на амидосоединенія собирается въ колоколь, который переносятъ въ глубокій сосудъ съ водою и, вынувъ въ немъ изъ колокола трубку, измѣряютъ объемъ азота. О подробностяхъ опредѣленія и о видоизмѣненіяхъ прибора Саксе и Кормана см. ст. Судзиловскаго (Извѣстія Петровской Академіи 1883 г., вып. третій, стр. 197).

О составѣ и анализѣ молона и масла.

Молоко, являясь единственною пищею для млекопитающихъ въ первые періоды ихъ жизни, содержитъ всѣ необходимыя для поддержанія жизни вещества. Оно содержитъ воду, бѣлковыя вещества, жиры, изъ углеводовъ содержитъ молочный сахаръ, и, наконецъ, въ немъ заключаются необходимыя

тъ сѣрной кислоты, изъ которой выдѣлѣны амиды разложены, а аммиакъ отдѣлываютъ растворъ въ сосудъ впускаютъ азотистая кислота, $\text{CO}_2 + 2\text{NO} + \text{H}^2\text{O}$. Воздухъ окисью азота, не части окиси азотистой. Трубку с медянною загнутой концы подводятъ подъ воронку собираются подъ колокольчатого купороса. Растворъ FeSO_4 ; каучукомъ закрываютъ колбу С съ пробкой В до верху. Отъ колбы купороса, который даетъ окись азота. Если же, то это служитъ для окисненія изъ прибо- ристой кислотой прилива- ютъ поглощать окись азота. Азотъ отъ реакціи собирается въ коло- ды сосудъ съ водою и, измеряютъ объемъ и о видоизмѣненіяхъ вѣсннскаго (Извѣстія ий, стр. 197).

масла.

для млекопитающихъ въ всѣ необходимыя держитъ воду, бѣл- содержитъ молочный наютя необходимыя

для организма минеральныя соли. Этою приспособленностію своего состава къ питанію, молоко рѣзко отличается отъ выдѣлений другихъ железъ, имѣющихъ болѣе или менѣе односторонній составъ. Оно отличается отъ выдѣлений другихъ железъ и по своему образованію: тогда какъ для другихъ секретовъ, железы служатъ только какъ бы фильтрующимъ аппаратомъ для нихъ изъ крови, ткань молочной железы является тѣмъ матеріаломъ, на счетъ котораго молоко происходитъ; эта ткань претворяется въ молоко при его образованіи, такъ что молоко является тканью материнскаго организма, превращенною въ жидкое состояніе; изъ бѣлковыхъ веществъ происходитъ при этомъ казеинъ; жиръ молока образуется вслѣдствіе жировой дегенерациі ткани железы, молочный же сахаръ, по Поль-Беру, образуется въ крови и уже затѣмъ вступаетъ въ железу; подтвержденіемъ этому служитъ то наблюденіе, что послѣ вырѣзанія у козъ молочныхъ железъ въ мочѣ скопляется большое количество сахара. Если наблюдать подъ микроскопомъ и изслѣдовать составъ колострума (colostrum), или молозива, т.-е. продукта, выдѣляемаго железами въ началѣ періода лактаціи, то можно прослѣдить нѣкоторыя фазы превращенія ткани железы въ молоко. Такъ, наприм., подъ микроскопомъ можно замѣтить клѣточки ткани, въ которыхъ началась жировая дегенерациа. Составъ колострума также указываетъ на совершающееся въ немъ превращеніе, потому что онъ содержитъ много альбумина, еще не превратившагося въ казеинъ молока. Средній составъ коровьяго молока, которое только мы и рассмотримъ, представляется, по Флейшману, слѣдующими числами:

Воды	87 ⁰ / ₁₀
Жира	3 ⁷⁵ / ₁₀₀
Казеина	3 ⁷⁵ / ₁₀₀
Альбумина	0 ² / ₁₀₀
Молочнаго сахара	4 ⁷⁵ / ₁₀₀
Солей	0 ⁷³ / ₁₀₀

Минеральныя составныя части молока. Количество ихъ мало колеблется. Среднимъ числомъ въ золь коровьяго молока содержится:

K ² O.	17,2 ^{9/10}
CaO.	24,33
P ² O ³	35,6
Cl.	12,7

Остальное приходится на MgO, Na²O и SO³. Кромѣ минеральныхъ веществъ, входящихъ въ составъ казеина (главнымъ образомъ известъ и фосфорная кислота), часть минеральныхъ солей находится въ молокѣ въ растворенномъ состояніи, часть же, именно фосфорноизвестковая соль, въ суспензированномъ состояніи. Последняя соль, по Дюкло, осаждается мало по малу въ видѣ бѣлаго осадка, если запаянное въ трубку молоко стерилизовать нагреваніемъ до 100° и затѣмъ оставить на долгое время въ покоѣ. Соль эта произошла вслѣдствіе разрушенія части бѣлковыхъ веществъ ткани железы.

Жиръ коровьяго молока. Содержаніе жира въ молокѣ можетъ колебаться отъ 2 до 6%. Жиръ молока содержитъ не только глицериды пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислотъ (92—94%), но и глицериды масляной, капроновой, каприловой и каприновой кислотъ (6—8%). Хотя жиръ молока плавится при 31—33°, но онъ остается и послѣ выдаиванія молока, и даже при охлажденіи до 0°, въ жидкомъ состояніи, въ видѣ мельчайшихъ шариковъ (эмульсионное состояніе), діаметръ которыхъ равенъ 0,001—0,01 мм. Жиръ находится, слѣдовательно, въ молокѣ въ переохлажденномъ состояніи. Въ такое состояніе легко могутъ быть переведены и многія другія вещества, если они находятся въ видѣ мелкихъ шариковъ. Такъ, если расплавить подъ водой бѣлый фосфоръ и взбалтываніемъ привести его въ состояніе мелкихъ шариковъ, то его можно охладить до 0°, причѣмъ онъ не застываетъ. Равнымъ образомъ, вода въ смѣси хлороформа и масла (если уд. вѣсъ смѣси близокъ къ 1) можетъ-быть приведена въ состояніе шариковъ и остается тогда жидкой даже при—10°. Прежде принимали, что жировые шарики молока заключены въ бѣлковинную оболочку, основывая это мнѣніе, во 1-хъ, на томъ, что контуръ жировыхъ шариковъ является подъ микроскопомъ болѣе свѣтлымъ, чѣмъ остальная ихъ масса; во 2-хъ, на томъ, что масло получается

изъ молока сбиваніемъ, т.-е. какъ бы операціей, имѣющею цѣлью разрушить оболочки и, такимъ образомъ, устранить препятствіе къ слитію шариковъ жира; въ 3-хъ, на томъ, что эфиръ, при взбалтываніи его съ молокомъ, не растворяетъ жира; если же предварительно прибавить къ молоку нѣсколько ѣдкой щелочи, то раствореніе жира въ эфирѣ происходитъ; при этомъ принималось, что ѣдкая щелочь разрушаетъ оболочку шариковъ.

Слѣдующіе соображенія и доводы говорятъ противъ существованія оболочки въ жировыхъ шарикахъ. 1) Болѣе свѣтлый контуръ шариковъ зависитъ отъ того, что жиръ сильно преломляетъ свѣтъ; подобное же явленіе замѣчается и у другихъ веществъ съ сильнымъ преломленіемъ свѣта; возможно, заставивъ слиться подъ микроскопомъ нѣсколько шариковъ въ одинъ, наблюдать у послѣдняго также болѣе свѣтлый контуръ. 2) Сбиваніе масла имѣетъ цѣлью вывести жиръ изъ его эмульсионнаго состоянія, а не разрушать оболочки. Эмульсионное состояніе нарушится только тогда, когда шарики жира придутъ въ тѣсное соприкосновеніе другъ съ другомъ. Этому соприкосновенію препятствуетъ та жидкость, въ которой жиръ эмульсированъ. Чѣмъ болѣе эта жидкость обладаетъ способностью пѣниться при взбалтываніи, т.-е. давать пузыри, состоящіе изъ весьма тонкихъ слоевъ жидкости, сопротивляющихся разрыву, тѣмъ болѣе прочную эмульсію возможно получить съ ея помощью. Прочность эмульсіи является также тѣмъ большею, чѣмъ болѣе разность между капиллярностью эмульсированнаго вещества и той жидкости, въ которой вещество эмульсировано. Молоко пѣнится при взбалтываніи. Разность капиллярности жира и молока, освобожденнаго отъ жира, значительна. Слѣдовательно, молоко представляетъ прочную эмульсію, которая разрушается только сбиваніемъ, причѣмъ жиръ, переходя изъ состоянія мельчайшихъ шариковъ въ компактную массу, переходитъ въ то же время изъ жидкаго переохлажденнаго состоянія въ состояніе твердое. 3) Эфиръ оттого не извлекаетъ жира изъ молока безъ прибавленія щелочи, что, осаждавая казеинъ, самъ входитъ въ эмульсионное состояніе; но современемъ на поверхности молока собирается слой эфира, заключающій жиръ. Прибавленіе щелочи мѣшаетъ

осажденію казеина ээиромъ, а кромѣ того уменьшаетъ вязкость молока, почему и эмульсіи являются менѣе прочными. На основаніи всего вышесказаннаго въ настоящее время принимается, что жировые шарики въ молокѣ не имѣютъ оболочки, но находятся въ переохлажденномъ состояніи, въ видѣ эмульсіи.

Казеинъ. Можно принять, что весь связанный азотъ молока находится въ немъ въ видѣ казеина. Вопросъ о присутствіи альбумина въ молокѣ является вопросомъ спорнымъ. Изъ другихъ же азотистыхъ соединений, повидимому, находится въ молокѣ мочевины, но въ крайне малыхъ количествахъ, такъ что ея содержаніемъ при анализѣ можно пренебречь. Содержаніе казеина въ молокѣ колеблется отъ 2 до 6%. Онъ находится въ молокѣ въ 2-хъ состояніяхъ: въ растворенномъ и въ суспензированномъ. Бѣлый цвѣтъ и малая прозрачность молока зависятъ отъ суспензированнаго казеина, отъ шариковъ жира и, въ меньшей степени, отъ нерастворенной фосфорнокислой извести. Объ отдѣленіи процѣживаніемъ нераствореннаго казеина и о свертываніи казеина была рѣчь въ курсѣ органической химіи.

Молочный сахаръ. Содержаніе его въ молокѣ колеблется отъ 3 до 5,5%. Подробности о немъ, о молочномъ броженіи и о свертываніи молока были изложены въ курсѣ органической химіи.

Переходимъ къ количественному анализу молока. Въ молокѣ опредѣляютъ воду, жиръ, общее количество бѣлковыхъ веществъ, зольныя составныя части и, изъ разности, сахаръ.

Для опредѣленія *воды* въ маленькій стаканчикъ или платиновую чашку помѣщаютъ 5—10 гр. молока и выпариваютъ на водяной банѣ, постоянно помѣшивая палочкой. Жиръ мѣшаетъ свободному выдѣленію воды, почему совѣтуютъ прибавлять гипса или кварцеваго песку, но и безъ нихъ удается получить вполнѣ сухой остатокъ, если послѣ выпариванія оставить въ сушилкѣ при 100° до постоянства вѣса. Убыль въ вѣсѣ молока покажетъ количество воды.

Для опредѣленія *жира*, въ тотъ же стаканъ къ выпаренному остатку прибавляютъ ээира, слабо нагрѣвая, помѣшивая, и процѣживаютъ черезъ фильтръ въ колбу. Наливаніе ээира повторяютъ нѣсколько разъ, пока весь жиръ не

того уменьшаетъ вяз-
ются менѣ прочными.
въ настоящее время
въ молоко не имѣютъ
енномъ состояніи, въ

вязанный азотъ моло-
а. Вопросъ о присут-
вопросомъ спорнымъ.
і, повидимому, нахо-
йне малыхъ количе-
анализъ можно пре-
къ колеблется отъ 2
2-хъ состояніяхъ: въ
мъ. Бѣлый цвѣтъ и
тъ суспензированнаго
ншей степени, отъ
и. Объ отдѣленіи про-
и о свертываніи ка-
й химіи.

молокъ колеблется отъ
очномъ броженіи и о
курсъ органической

у молока. Въ молоко
ство бѣлковыхъ ве-
тъ разности, сахаръ.
стаканчикъ или пла-
молока и выпарива-
ивая палочкой. Жиръ
почему совѣтуютъ
ку, но и безъ нихъ
ь, если послѣ выпа-
до постоянства вѣса.
ество воды.

канъ къ выпаренно-
нагрѣваютъ, помѣ-
въ колбу. Налива-
пока весь жиръ не

будетъ извлеченъ, т.-е. пока капля эѳира перестанетъ остав-
лять на часовомъ стеклѣ, послѣ испаренія, жирное пятно.
Эѳиръ изъ колбы отгоняютъ, выдѣляютъ послѣдніе его слѣ-
ды углекислотой и взвѣшиваютъ. Прибыль въ вѣсѣ колбы
покажетъ количество жира. Надо замѣтить, впрочемъ, что
изъ вполне высушеннаго остатка молока жиръ извлекается
эѳиромъ съ трудомъ; поэтому для опредѣленія жира лучше
взять отдѣльную навѣску молока, граммъ въ 10, выпарить,
но не очень сушить, и затѣмъ извлекать уже эѳиромъ. Для
извлеченія жира изъ сухаго остатка можно пользоваться и
описаннымъ выше приборомъ Сокслэ для извлеченія жира;
въ этомъ случаѣ молоко выпариваютъ въ платиновой или
стеклянной лодочкѣ, помѣщая затѣмъ послѣднюю въ трубку
прибора Сокслэ.

Количество *казеина* въ молоко находятъ, опредѣляя въ по-
слѣднемъ азотъ по Кьельдалю (см. выше) и умножая полу-
ченное число на 6,23. Такъ какъ можно принять, что весь
азотъ молока принадлежитъ казеину, то подобный приѣмъ,
въ данномъ случаѣ, и является вполне примѣнимымъ къ
опредѣленію казеина.

Минеральныя вещества молока опредѣляютъ, выпаривая его,
озоля остатокъ и взвѣшивая золу.

Если сумму всѣхъ вышеопредѣленныхъ веществъ вычестъ
изъ общаго вѣса молока, то найдемъ содержаніе сахара.
Слѣдовательно, прямое опредѣленіе послѣдняго, помощью фе-
линговой жидкости, является обыкновенно излишнимъ.

Такъ какъ въ практикѣ часто требуется рѣшать вопросы
о достоинствѣ молока, то возникли сотни скорыхъ спосо-
бовъ, отличительная черта которыхъ — неточность. Только
ареометрическій способъ Сокслэ, все болѣе и болѣе входя-
щій въ употребленіе, даетъ относительно жира результаты
весьма близкіе къ результатамъ химическаго анализа. Мож-
но, пожалуй, упомянуть объ опредѣленіи достоинства моло-
ка помощью ареометра. Удѣльный вѣсъ молока измѣняется
въ тѣсныхъ предѣлахъ—отъ 1,029 до 1,034. Онъ тѣмъ менѣе,
чѣмъ болѣе въ молоко жира, т.-е. чѣмъ выше качество мо-
лока. Ареометръ Кевена показываетъ удѣльный вѣсъ отъ
1,014 до 1,042; имъ измѣряютъ удѣльный вѣсъ молока. Если
удѣльный вѣсъ ниже 29 (1,029), то значитъ молоко разбав-

лено водою; если онъ выше 34 (1,031), то съ молока снята часть сливокъ, или оно разбавлено снятымъ молокомъ. Замѣчено, кромѣ того, что если испытываемому молоку дать отстояться и затѣмъ опредѣлить удѣльный вѣсъ его въ снятомъ состояніи, то онъ долженъ оказаться на $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ дѣленія или градуса болѣе, чѣмъ былъ первоначально. Наприм., молоко удѣльнаго вѣса 1,030 должно показать въ снятомъ состояніи 1,0325—1,0335. Если этого не замѣчается и, наприм., удѣльный вѣсъ повышается на меньшую величину, то, значитъ, молоко разбавлено водою; если же удѣльный вѣсъ остается безъ измѣненія, то молоко было на-половину снятое. Конечно, удѣльный вѣсъ слѣдуетъ опредѣлять при той температурѣ, для которой устроенъ ареометръ. Особыя таблицы, впрочемъ, допускаютъ возможность опредѣленія удѣльнаго вѣса и при иныхъ температурахъ. Рядомъ съ опредѣленіемъ удѣльнаго вѣса прибѣгаютъ къ помощи кремметра, который представляетъ цилиндръ, вмѣщающій до черты 100 СС молока и раздѣленный въ верхней части на градусы, изъ которыхъ каждый равенъ кубическому сантиметру. По количеству градусовъ, занятыхъ въ отстоявшемся молокѣ сливками, судятъ о его достоинствѣ и, принимая это во вниманіе, приходятъ къ окончательному заключенію о достоинствѣ молока. Для цѣльнаго молока число дѣленій, занятое сливками, не должно быть менѣе 10 послѣ 24-часоваго отстаиванія.

Ареометрическій способъ опредѣленія жира въ коровьемъ молокѣ (Ф. Сокслэ *). Принципъ этого способа состоитъ въ слѣдующемъ. При взбалтываніи смѣси, состоящей изъ отмѣренныхъ количествъ молока, раствора ѣдлага гали и ээира, весь жиръ молока растворяется въ ээирѣ и всплываетъ въ видѣ ээирнаго раствора жира. При этомъ небольшое количество ээира остается раствореннымъ въ нижнемъ слой жидкости. Это количество остается постояннымъ, если при опытѣ соблюдать извѣстныя предписанія. Верхній слой представляетъ растворъ жира въ ээирѣ; этотъ растворъ тѣмъ

*) Отдѣльный оттискъ изъ „Zeitschrift des landwirthschaftlichen Verein in Bayern“ 1880 г. Landwirthschaftliche Versuchs-Stationen, томъ 26-й, стр. 364. Zeitschrift für analytische Chemie 1882 г., стр. 452.

крѣпче,
Содержа
удѣльно
съ тако
смѣсяхъ
что раз
велика,

Дл
ходи
щест
наго
диге:

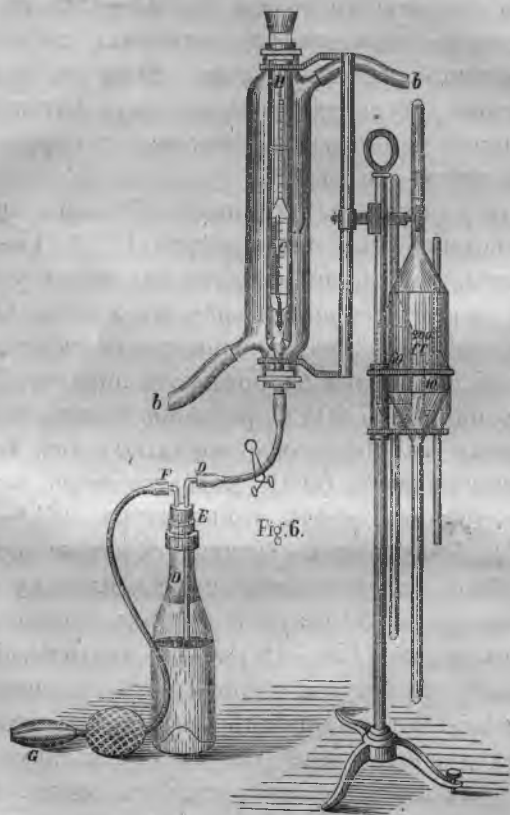
о съ молока снята
имъ молокомъ. За-
му молоку дать от-
бсь его въ снятомъ
а $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ дѣленія
ально. Наприм., мо-
гь въ снятомъ со-
чаеся и, напри.,
величину, то, зна-
удѣльный вѣсъ ос-
а-половину снятое.
блять при той тем-
рѣ. Особья табли-
опредѣленія удѣль-
Рядомъ съ опредѣ-
омощи ареометра,
ющій до черты 100
части на градусы,
гу сантиметру. По
стоявшемся молокоѣ
, принимая это во
заклученію о до-
число дѣлений, за-
0 послѣ 24-часова-

въ коровьемъ молокѣ
стоитъ въ слѣдую-
щей изъ отмѣрен-
аго кали и ээира,
и всплываетъ въ
небольшое коли-
въ нижнемъ слоѣ
яннымъ, если при
Верхній слой пред-
отъ растворъ тѣмъ

rthschafflichen Verein in
en, томъ 26-й, стр. 364.

крѣпче, чѣмъ болѣе жира содержало изслѣдуемое молоко. Содержаніе жира въ растворѣ можетъ быть опредѣлено по удѣльному вѣсу раствора помощью ареометра и притомъ съ такою точностью, какъ содержаніе безводнаго спирта въ смѣсяхъ спирта съ водою; выводъ этотъ основанъ на томъ, что разность удѣльныхъ вѣсовъ жира и ээира на столько же велика, какъ воды и спирта.

Фиг. 10.



Для опредѣленія жира въ молоко по этому способу, необ-
ходимъ особенный приборъ, устроенный Сокслэ (Фиг. 10). Су-
щественная часть прибора состоитъ изъ цилиндра, окружен-
наго водою, въ которомъ посредствомъ ареометра произво-
дится опредѣленіе удѣльнаго вѣса раствора жира въ ээирѣ.

Къ прибору приложены стьянки, назначенныя для взбалтыванія смѣсей млока, для раствора ѣдкаго кали и ээира и три пипетки для отмѣриванія этихъ жидкостей. Кромѣ того, для опытовъ необходимо имѣть: 1) растворъ ѣдкаго кали удѣльнаго вѣса $1,26 - 1,27$, который готовятъ, растворяя 400 гр. ѣдкаго кали въ 870 гр. воды; 2) ээиръ, насыщенный водою: продажный ээиръ многократно взбалтываютъ съ $0,1 - 0,2$ объемами воды и затѣмъ ээиръ сливаютъ; 3) обыкновенный ээиръ; 4) сосудъ, емкостью по крайней мѣрѣ въ 4 литра; онъ наполняется водою въ $17 - 18^\circ$; въ этотъ сосудъ помѣщаютъ стьянки, въ которыхъ происходитъ отстаиваніе ээирнаго раствора жира. Если сразу ведутъ нѣсколько опытовъ, то сосудъ долженъ быть болѣе емкости. Если въ комнатѣ температура высока, то берутъ воду въ 17° , если же низка—то въ 18° .

Самый опытъ ведутъ слѣдующимъ образомъ: изслѣдуемое молоко, приведенное къ температурѣ $17\frac{1}{2}^\circ$ ($17 - 18^\circ$), тщательно взбалтываютъ и наполняютъ имъ пипетку въ 200 СС; отмѣренный такимъ образомъ объемъ молока выпускаютъ въ одну изъ стьянокъ, назначенныхъ для взбалтыванія, причемъ выдуваніемъ вполне опорожняютъ пипетку. Затѣмъ, берутъ другою пипеткою 10 СС раствора ѣдкаго кали и, вливъ его въ стьянку съ молокомъ, взбалтываютъ. Къ полученной смѣси прибавляютъ 60 СС воднаго ээира, который при отмѣриваніи долженъ имѣть температуру $16,3^\circ - 18,3^\circ$ (нормально $17,3^\circ$). Закупоривъ стьянку обыкновенной или каучуковой пробкой, подвергаютъ смѣсь сильному взбалтыванію въ продолженіи 30 секундъ. Затѣмъ, ставятъ стьянку въ сосудъ съ водою ($17^\circ - 18^\circ$) и, въ продолженіе $\frac{1}{4}$ часа, черезъ каждыя полминуты, подвергаютъ стьянку тремъ-четыремъ легкимъ встряхиваніямъ въ вертикальномъ направленіи. На слѣдующую четверть часа стьянку оставляютъ въ покоѣ, помѣстивъ ее въ сосудъ съ водою, причемъ на поверхности жидкости собирается прозрачный ээирный растворъ жира. Образованіе верхняго слоя облегчается, если къ концу отстаиванія сообщать стьянкѣ легкое вращательное движеніе. Необходимо, чтобы ээирный растворъ жира былъ совершенно прозраченъ и чтобы количество его было достаточно для опредѣленія удѣльнаго вѣса ареометромъ въ ци-

енныя для взбалты-
о кали и ээира и три
й. Кромѣ того, для
ѣдлага кали удѣль-
вляють, растворяя
2) ээиръ, насыщен-
но взбалтываютъ съ
сливаютъ; 3) обык-
крайней мѣрѣ въ
18°; въ этотъ со-
къ происходитъ отъ
и сразу ведутъ нѣ-
ь бѣльшей емкости.
о берутъ воду въ

зомъ: изслѣдуемое
 $1\frac{1}{2}^{\circ}$ (17—18°), тща-
липетку въ 200 СС;
олока выпускають
я взбалтыванія, при
ипетку. Затѣмъ, бе-
длага кали и, вливъ
аютъ. Къ получен-
эира, который при
у $16\frac{3}{5}^{\circ}$ — $18\frac{3}{5}^{\circ}$ (нор-
зновенной или кау-
льному взбалтыва-
ставятъ стеклянку
одоженіе $\frac{1}{4}$ часа,
стлянку тремъ-че-
икальномъ направ-
клянку оставляють
водою, причеиъ на
ный ээирный рас-
блечается, если къ
гное вращательное
створъ жира былъ
го его было доста-
реометромъ въ ци-

линдрѣ; при этомъ, однако, нѣтъ необходимости ждать пол-
наго освѣтленія нижняго слоя. Если молоко содержитъ весьма
много жира ($4\frac{3}{5}$ — 5%), то выдѣленіе верхняго слоя идетъ
медленнѣе. Въ исключительныхъ условіяхъ оно требуетъ
отъ 1 до 2 часовъ. Помѣщая закупоренныя стеклянки въ во-
ду въ горизонтальномъ положеніи, можно вообще ускорить
собираніе верхняго слоя, потому что при этомъ каплямъ
ээирнаго раствора жира придется подняться на меньшую
высоту, чѣмъ при вертикальномъ положеніи стеклянки *).

Когда ээирный растворъ жира собрался въ достаточномъ
количествѣ въ верхнемъ слое, приступаютъ къ опредѣленію
его удѣльнаго вѣса. Та часть прибора Сокслэ, въ которой
производится это опредѣленіе, имѣетъ форму короткаго, вер-
тикально поставленнаго холодильника, съ широкой внут-
ренней трубкой. Холодильникъ наполняется водою изъ того
сосуда, въ который помѣщались стеклянки для отстаиванія.
Внутренняя же трубка холодильника и представляетъ тотъ
цилиндръ, въ которомъ производится опредѣленіе удѣльнаго
вѣса ээирнаго раствора жира. Нижняя часть цилиндра, вы-
ходящая изъ холодильника, вытянута въ узкую открытую
трубку. Черезъ эту трубку и наполняютъ цилиндръ снизу
ээирнымъ растворомъ жира, что производится слѣдующимъ
образомъ: стеклянку, въ которой находится ээирный растворъ
жира, затыкають пробкою съ двумя отверстиями. Въ каждое
отверстіе вставлена стеклянная трубка, изогнутая подъ пря-
мымъ угломъ. Одна изъ этихъ трубокъ оканчивается тотчасъ
подъ пробкою, другая же имѣетъ болѣе длинное вертикаль-
ное колѣно, которое опускають въ прозрачный ээирный рас-
творъ жира. Горизонтальное колѣно этой трубки соединя-
ють посредствомъ каучука съ нижней вытянутой частью
цилиндра. Если, затѣмъ, черезъ короткую трубку вдвуть
въ стеклянку воздухъ, что производится съ помощью маленькихъ
мѣховъ, то воздухъ будетъ давить на верхнюю поверхность
ээирнаго раствора жира и заставитъ этотъ растворъ под-

*) Въ послѣднее время, для болѣе быстраго выдѣленія ээирнаго раствора жи-
ра, стали подвергать стеклянки дѣйствию центробѣжной силы въ особыхъ при-
борахъ, приводимыхъ въ движеніе ручною работою и представляющихъ быстро-
вращающееся вертикальное колесо, къ которому прикрѣпляются стеклянки по на-
правленію отъ окружности къ центру.

няться въ цилиндръ, въ которомъ предварительно помѣщенъ ареометръ. Какъ только ареометръ, окруженный эфирнымъ растворомъ жира, всплываетъ, запирають каучуковую трубку зажимнымъ краномъ и такимъ образомъ препятствуютъ обратному выливанію эфирнаго раствора жира изъ цилиндра. Затѣмъ остается только отсчитать показаніе ареометра, сдѣлать поправку на температуру и найти въ таблицахъ, данныхъ Соксля, соответствующее содержаніе жира въ молокѣ.

Шкала ареометра раздѣлена на градусы отъ 66 до 43; эти градусы отвѣчаютъ уд. вѣсамъ отъ $0,766$ до $0,743$ при $17,5^{\circ}$; каждый градусъ раздѣленъ на половины; отсчитывается то мѣсто шкалы, которое совпадаетъ съ среднею частью нижней линіи мениска; легко отсчитать пятая доли каждаго дѣленія, т. е. десятые части градуса. Затѣмъ наблюдаютъ температуру по ареометрическому термометру, каждый градусъ котораго раздѣленъ на десятые части. Если наблюдаемая температура равна $17,5^{\circ}$, то показаніемъ ареометра пользуются безъ дальнѣйшей поправки; если же температура болѣе $17,5^{\circ}$, то къ показанію ареометра прибавляютъ столько градусовъ, на сколько градусовъ температура выше $17,5^{\circ}$; соответствующимъ же образомъ поправляютъ показаніе ареометра и въ томъ случаѣ, если температура разнится отъ нормальной ($17,5^{\circ}$) не на цѣлые градусы, а на десятые доли ихъ. Наприм., ареометръ показалъ $47,6^{\circ}$ при температурѣ $18,4^{\circ}$; такъ какъ $18,4$ болѣе $17,5$ на $0,9$, то къ показанію ареометра слѣдуетъ прибавить это число—и получимъ $48,5^{\circ}$. Этимъ послѣднимъ числомъ и надо пользоваться при отысканіи въ таблицѣ процентнаго содержанія жира въ изслѣдуемомъ молокѣ. Если ареометрическій термометръ показываетъ температуру ниже $17,5^{\circ}$, то изъ показанія его слѣдуетъ вычесть соответствующее число градусовъ, или десятыхъ долей ихъ. Наприм. $58,9^{\circ}$ при температурѣ $16,8^{\circ}$, равны $58,2^{\circ}$ при нормальной температурѣ въ $17,5^{\circ}$. Во время опредѣленія удѣльнаго вѣса заботятся о томъ, чтобы ареометръ свободно плавалъ въ жидкости; верхній же конецъ цилиндра закрываютъ пробкою.

По окончаніи опыта, для очищенія прибора, спускають эфирный растворъ жира обратно въ стеклянку и, наполнивъ

гельно помещенъ
кенный эеирнымъ
лаучуговую труб-
тъ препятствуютъ
кира изъ цилинд-
азаніе ареометра,
и въ таблицахъ,
аніе жира въ мо-

ы отъ 66 до 43;
0,766 до 0,743 при
ы; отсчитывается
среднею частью
гья доли каждаго
наблюдають тем-
, каждый градусъ
сли наблюдаемая
ареометра поль-
емпература болѣе
отъ столько гра-
ы выше 17,3°; со-
показаніе арео-
ра разнится отъ
на десятыя доли
при температурѣ
о къ показанію
получимъ 48,3°.
гся при отыски-
жира въ изслѣду-
гометръ показы-
нія его слѣдуетъ
ь, или десятихъ
16,3°, равны 58,2°
еми опредѣленія
ареометръ сво-
ецъ цилиндра за-

бора, спускають
ку и, наполнивъ

цилиндръ обыкновеннымъ эеиромъ, спускають и этотъ по-
слѣдній, черезъ каучуговую трубку, въ ту же стеклянку. За-
тѣмъ, вынувъ пробку изъ стеклянки и соединивъ мѣхи съ
длиннымъ колѣномъ изогнутой трубки, вдувають въ приборъ
струю воздуха, высушивая такимъ образомъ какъ цилиндръ
съ ареометромъ, такъ и каучуговую и стеклянную трубки.
Вычищенный приборъ является вполне готовымъ для слѣду-
ющаго опредѣленія. При этомъ способѣ очищенія прибора
нѣтъ надобности вынимать ареометръ изъ цилиндра, что, въ
виду ломкости ареометра, представляетъ немаловажную вы-
году. Держась указанныхъ предписаній, возможно сдѣлать
въ 1 часъ пять опредѣленій жира въ разныхъ пробахъ мо-
лока.

Отношеніе между удѣльнымъ вѣсомъ эеирнаго раствора
жира молока при 17,3° и процентнымъ содержаніемъ жира
въ молокѣ приведено въ таблицѣ на 219 стр.

Таблица эта составлена Сокслэ на основаніи многочислен-
ныхъ опредѣленій жира въ молокѣ вѣсовымъ путемъ и про-
вѣрена какъ самимъ Сокслэ, такъ и нѣкоторыми другими
наблюдателями. Общій результатъ тотъ, что разность между
ареометрическимъ опредѣленіемъ жира и вѣсовымъ замѣ-
чается лишь во второй децимали. Наибольшая разность, на-
блюденная Сокслэ, равнялась 0,07%; но такъ какъ при вѣ-
совомъ опредѣленіи жира нельзя поручиться за 0,05%, то
выходитъ, что разница въ результатахъ ареометрическаго и
вѣсоваго опредѣленія жира въ молокѣ почти впадаетъ въ
предѣлы неизбѣжныхъ погрѣшностей при вѣсовомъ анализѣ.

Хотя методъ Сокслэ основанъ на многочисленныхъ вѣсо-
выхъ опредѣленіяхъ жира въ молокѣ, произведенныхъ какъ
имъ, такъ и другими наблюдателями, но этимъ не устраи-
вается вопросъ, насколько методъ примѣнимъ ко всякому
коровьему молоку, какаго бы то ни было происхожденія.
Общая примѣнимость его основана, во 1-хъ, на томъ поло-
женіи, что уд. вѣсъ жира молока различнаго происхожденія
колеблется въ столь тѣсныхъ предѣлахъ, что эти различія
не могутъ вліять на результаты ареометрическаго опредѣ-
ленія. Белль, опредѣливъ уд. вѣсъ жира 117 сортовъ ко-
ровьяго масла, нашелъ что при 37,7° уд. вѣсъ жира масла
колеблется между 0,910 и 0,914, причемъ большинство опре-

дѣлений (87%) дало цифры отъ $0,911$ до $0,913$. Другими наблюдателями также подтвержденъ тотъ выводъ, что уд. вѣсъ жира молока различнаго происхожденія колеблется въ крайне тѣсныхъ предѣлахъ. Впрочемъ, всякія сомнѣнія на этотъ счетъ устраняются слѣдующимъ опытомъ Сокслэ. Чистый жиръ коровьяго масла уд. вѣса $0,9121$ при $37,7^{\circ}$ былъ сплавленъ съ процѣженнымъ саломъ въ пропорціи 60 гр. жира на 40 гр. сала; уд. вѣсъ смѣси оказался равнымъ $0,9081$. Затѣмъ, были приготовлены, при одинаковыхъ условіяхъ, эфирные растворы какъ этой смѣси, такъ и жира изъ коровьяго масла, и ареометромъ опредѣленъ уд. вѣсъ полученныхъ растворовъ. Для раствора, приготовленнаго изъ 15 гр. жира и 100 СС эфира, уд. вѣсъ оказался равнымъ $0,7536$, а для раствора 15 гр. смѣси сала и жира тоже въ 100 СС эфира уд. вѣсъ былъ $0,7531$. Слѣдовательно, разность ареометрическихъ опредѣленій даже въ такихъ исключительныхъ условіяхъ крайне незначительна. Еслибы, при опредѣленіи жира ареометрическимъ способомъ въ двухъ сортахъ молока, были найдены приведенныя выше числа, то они отвѣчали бы только разности $0,06\%$ въ содержаніи жира.

Примѣнимость способа Сокслэ зависитъ, во-вторыхъ, отъ того, будутъ-ли различные сорта молока растворять одно и то же количество эфира, или нѣтъ. На растворимость эфира въ молоко прежде всего вліяетъ температура. Поэтому, если желаютъ пользоваться таблицами, данными Сокслэ, необходимо вести опытъ въ указанныхъ имъ предѣлахъ температуры. Наблюденія Сокслэ показываютъ, что при повышеніи или пониженіи температуры на нѣсколько градусовъ во время взбалтыванія, или отстаиванія, получаемые результаты значительно разнятся отъ истинныхъ. Нельзя, слѣдовательно, рекомендовать отстаиваніе смѣси молока, ѣдкаго кали и эфира при 25° , хотя при этой температурѣ образованіе эфирнаго раствора жира и происходитъ съ большею легкостью. На растворимость эфира въ молоко вліяетъ также содержаніе въ немъ сухаго остатка; но вліяніе это по изслѣдованію Сокслэ, настолько незначительно, что имъ можно пренебречь. Вообще же надо имѣть въ виду, что, при употребленіи способа Сокслэ, необходимо строго держаться данныхъ имъ предписаній.

Другими на-
что уд. вѣсь
ся въ крайне
ня на этотъ
слѣ. Чистый
былъ сплав-
60 гр. жира
нымъ. $O_{,79081}$.
въ условіяхъ,
жиръ изъ ко-
ѣсъ получен-
го изъ 15 гр.
ымъ $O_{,77536}$, а
въ 100 СС
сть ареомет-
гельныхъ ус-
опредѣленіи
ахъ молока,
ни отвѣчали

горыхъ, отъ
рять одно и
мость ээира
этому, если
слѣ, необхо-
сть темпера-
повышеніи
овъ во вре-
результаты
довательно,
кали и ээи-
іе ээирнаго
костью. На
держаніе въ
нію Сокслѣ,
ебречь. Во-
ни способа
имъ предпи-

Уд. вѣсь.	Жиръ %.	Уд. вѣсь.	Жиръ %.	Уд. вѣсь.	Жиръ %.	Уд. вѣсь.	Жиръ %.	Уд. вѣсь.	Жиръ %.	Уд. вѣсь.	Жиръ %.
43	2.07	47	2.52	51	3.00	55	3.49	59	4.03	63	4.63
43.1	2.08	47.1	2.54	51.1	3.01	55.1	3.51	59.1	4.04	63.1	4.64
43.2	2.09	47.2	2.55	51.2	3.03	55.2	3.52	59.2	4.06	63.2	4.66
43.3	2.10	47.3	2.56	51.3	3.04	55.3	3.53	59.3	4.07	63.3	4.67
43.4	2.11	47.4	2.57	51.4	3.05	55.4	3.55	59.4	4.09	63.4	4.69
43.5	2.12	47.5	2.58	51.5	3.06	55.5	3.56	59.5	4.11	63.5	4.70
43.6	2.13	47.6	2.60	51.6	3.08	55.6	3.57	59.6	4.12	63.6	4.71
43.7	2.14	47.7	2.61	51.7	3.09	55.7	3.59	59.7	4.14	63.7	4.73
43.8	2.16	47.8	2.62	51.8	3.10	55.8	3.60	59.8	4.15	63.8	4.75
43.9	2.17	47.9	2.63	51.9	3.11	55.9	3.61	59.9	4.16	63.9	4.77
44	2.18	48	2.64	52	3.12	56	3.63	60	4.18	64	4.79
44.1	2.19	48.1	2.66	52.1	3.14	56.1	3.64	60.1	4.19	64.1	4.80
44.2	2.20	48.2	3.67	52.2	3.15	56.2	3.65	60.2	4.20	64.2	4.82
44.3	2.22	48.3	2.68	52.3	3.16	56.3	3.67	60.3	4.21	64.3	4.84
44.4	2.23	48.4	2.70	52.4	3.17	56.4	3.68	60.4	4.23	64.4	4.85
44.5	2.24	48.5	2.71	52.5	3.18	56.5	3.69	60.5	4.24	64.5	4.87
44.6	2.25	48.6	2.72	52.6	3.20	56.6	3.71	60.6	4.26	64.6	4.88
44.7	2.26	48.7	2.73	52.7	3.21	56.7	3.72	60.7	4.27	64.7	4.90
44.8	2.27	48.8	2.74	52.8	3.22	56.8	3.73	60.8	4.29	64.8	4.92
44.9	2.28	48.9	2.75	52.9	3.23	56.9	3.74	60.9	4.30	64.9	4.93
45	2.30	49	2.76	53	3.25	57	3.75	61	4.32	65	4.95
45.1	2.31	49.1	2.77	53.1	3.26	57.1	3.76	61.1	4.33	65.1	4.97
45.2	2.32	49.2	2.78	53.2	3.27	57.2	3.78	61.2	4.35	65.2	4.98
45.3	2.33	49.3	2.79	53.3	3.28	57.3	3.80	61.3	4.36	65.3	5.00
45.4	2.34	49.4	2.80	53.4	3.29	57.4	3.81	61.4	4.37	65.4	5.02
45.5	2.35	49.5	2.81	53.5	3.30	57.5	3.82	61.5	4.39	65.5	5.04
45.6	2.36	49.6	2.83	53.6	3.31	57.6	3.84	61.6	4.40	65.6	5.05
45.7	2.37	49.7	2.84	53.7	3.33	57.7	3.85	61.7	4.44	65.7	5.07
45.8	2.38	49.8	2.86	53.8	3.34	57.8	3.87	61.8	4.44	65.8	5.09
45.9	2.39	49.9	2.87	53.9	3.35	57.9	3.88	61.9	4.46	65.9	5.11
46	2.40	50	2.88	54	3.37	58	3.99	62	4.47	66	5.12
46.1	2.42	50.1	2.90	54.1	3.38	58.1	3.91	62.1	4.48		
46.2	2.43	50.2	2.91	54.2	3.39	58.2	3.92	62.2	4.50		
46.3	2.44	50.3	2.92	54.3	3.40	58.3	3.93	62.3	4.52		
46.4	2.45	50.4	2.93	54.4	3.41	58.4	3.95	62.4	4.53		
46.5	2.46	50.5	2.94	54.5	3.43	58.5	3.96	62.5	4.55		
46.6	2.47	50.6	2.96	54.6	3.45	58.6	3.98	62.6	4.56		
46.7	2.49	50.7	2.97	54.7	3.46	58.7	3.99	62.7	4.58		
46.8	2.50	50.8	2.98	54.8	3.47	58.8	4.01	62.8	4.59		
46.9	2.51	50.9	2.99	54.9	3.48	58.9	4.02	62.9	4.61.		

Изложенный выше методъ не можетъ быть примѣненъ къ опредѣленію жира въ снятомъ молокѣ, именно въ тѣхъ случаяхъ, когда количество жира въ немъ колеблется около 1%. Если взбалтывать такое молоко съ указанными количествами ээира и раствора ѣдкаго кали, то образуется густая масса, изъ которой не выдѣляется ээирнаго слоя жира даже при долгомъ стояніи. Но если передъ взбалтываніемъ прибавить къ подобной смѣси нѣсколько капель слабаго раствора стеариновокалійной соли, то выдѣленіе верхняго слоя происходитъ безъ затрудненій. Для приготовления раствора стеариновокалійной соли нагрѣваютъ въ водяной банѣ смѣсь изъ 15 гр. той массы, изъ которой состоятъ стеариновые свѣчи, 25 СС спирта и 10 СС раствора ѣдкаго кали, употребляемаго при опредѣленіи жира по способу Сокслэ. Когда смѣсь превратится въ прозрачный растворъ, его разбавляютъ водою до 100 СС. При опредѣленіи жира въ снятомъ молокѣ, къ отмѣренному количеству молока прибавляютъ 20—25 капель раствора стеариновокалійной соли, взбалтываютъ и поступаютъ далѣе такъ, какъ при опредѣленіи жира въ цѣльномъ молокѣ. Понятно, что при этомъ слѣдуетъ употреблять особый ареометръ для низкихъ удѣльныхъ вѣсовъ. Поправки на температуру производятся такъ же, какъ при опытахъ съ цѣльнымъ молокомъ. Въ таблицѣ на стр. 221 приведено отношеніе между удѣльнымъ вѣсомъ ээирнаго раствора жира и процентнымъ содержаніемъ жира въ снятомъ молокѣ.

Анализъ масла. Мы рассмотримъ только способы, помощію которыхъ натуральное масло можно отличать отъ фальсифицированнаго саломъ. Въ этомъ отношеніи обращаетъ на себя вниманіе способъ Хенера *). Основанія способа слѣдующія. Если изъ глицеридовъ, заключающихся въ салѣ, выдѣлать жирныя кислоты, то полученная смѣсь пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислотъ составитъ 95,8% отъ вѣса

*) Послѣ Хенера предложено было много способовъ, имѣющихъ ту же цѣль, какъ и способъ Хенера, отличающийся точностью. Желающихъ ближе ознакомиться съ ними отсылаемъ къ сочиненію Бенедикта „Analyse der Fette und Wacharten“ 1886. См. также методъ Морзе и Буртонъ Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 1888 года, стр. 896, II.

примѣненъ къ
въ тѣхъ слу-
ется около 1%.
и количествами
густая масса,
жиръ даже при
емъ прибавить
раствора стеа-
ратора происхо-
дителя стеарино-
мъ изъ 15 гр.
я свѣчи, 25 СС
ебляемаго при
смѣсь превра-
няютъ водою до
молока, къ от-
20—25 капель
аютъ и посту-
жира въ цѣль-
уетъ употреб-
въ вѣсовъ. По-
же, какъ при
на стр. 221
аэирнаго рас-
ра въ снятомъ

обы, помощію
отъ фальсифи-
обращаетъ на
особа слѣдую-
тъ салъ, выдѣ-
альмитиновой,
5,3% отъ вѣса

ещихъ ту же цѣль,
къ ближе ознако-
lyse der Fette und
d. deutsch. Chem.

Уд. вѣсъ.	Жиръ %.	Уд. вѣсъ.	Жиръ %.	Уд. вѣсъ.	Жиръ %.	Уд. вѣсъ.	Жиръ %.	Уд. вѣсъ.	Жиръ %.	Уд. вѣсъ.	Жиръ %.
21.1	0.00	25.0	0.37	29.0	0.74	33.0	1.10	37.0	1.47	41.0	1.87
21.2	0.01	25.2	0.39	29.2	0.76	33.2	1.12	37.2	1.49	41.2	1.89
21.4	0.02	25.4	0.40	29.4	0.78	33.4	1.14	37.4	1.51	41.4	1.91
21.6	0.05	25.6	0.42	29.6	0.80	33.6	1.15	37.6	1.53	41.6	1.93
21.8	0.07	25.8	0.44	29.8	0.81	33.8	1.17	37.8	1.55	41.8	1.95
22.0	0.09	26.0	0.46	30.0	0.83	34.0	1.19	38.0	1.57	42.0	1.97
22.2	0.11	26.2	0.48	30.2	0.85	34.2	1.21	38.2	1.59	42.2	1.99
22.4	0.13	26.4	0.50	30.4	0.87	34.4	1.23	38.4	1.61	42.4	2.01
22.6	0.15	26.6	0.51	30.6	0.88	34.6	1.24	38.6	1.63	42.6	2.03
22.8	0.17	26.8	0.53	30.8	0.90	34.8	1.26	38.8	1.65	42.8	2.05
23.0	0.19	27.0	0.55	31.0	0.92	35.0	1.28	39.0	1.67	43.0	2.07
23.2	0.21	27.2	0.57	31.2	0.94	35.2	1.30	39.2	1.69		
23.4	0.23	27.4	0.59	31.4	0.95	35.4	1.32	39.4	1.71		
23.6	0.25	27.6	0.60	31.6	0.97	35.6	1.33	39.6	1.73		
23.8	0.26	27.8	0.62	31.8	0.99	35.8	1.35	39.8	1.75		
24.0	0.28	28.0	0.64	32.0	1.01	36.0	1.37	40.0	1.77		
24.2	0.30	28.2	0.66	32.2	1.03	36.2	1.39	40.2	1.79		
24.4	0.31	28.4	0.68	32.4	1.05	36.4	1.41	40.4	1.81		
24.6	0.33	28.6	0.70	32.6	1.06	36.6	1.43	40.6	1.83		
24.8	0.35	28.8	0.72	32.8	1.08	36.8	1.45	40.8	1.85		

взятаго сала; при промываніи водою этихъ кислотъ вѣсъ ихъ не уменьшится, потому что онѣ нерастворимы. Если же, разложивъ глицериды, заключающіеся въ маслѣ, выдѣлить изъ нихъ кислоты, то нерастворимыхъ въ водѣ кислотъ получится только 87,3—89%. Слѣдовательно, по количеству выдѣленныхъ изъ масла жирныхъ кислотъ, нерастворимыхъ въ водѣ, можно судить о томъ, было ли масло фальсифицировано, или нѣтъ. Понятно, что исходнымъ матеріаломъ для анализа должно быть масло, не содержащее воды; поэтому масло сплавляютъ, причемъ чистый жиръ всплываетъ въ видѣ прозрачнаго слоя, а вода, вазелинъ, соли и др. вещества собираются подъ нимъ. Жиръ процѣживаютъ черезъ бумажный сухой фильтръ, вложенный въ нагрѣваемую воронку. Процѣживающійся жиръ собираютъ въ стаканъ и взвѣшиваютъ. Затѣмъ, стеклянною палочкой берутъ немного жира (3—4 гр.), послѣ чего снова стаканъ взвѣшиваютъ и по убыли вѣса опредѣляютъ количество взятаго жира. Жиръ съ палочкой

помѣщаютъ въ фарфоровую чашку, обливаютъ 50 СС спирта, прибавляютъ 1—2 гр. ѣдкого кали, или готового спиртового раствора ѣдкого кали и слабо нагреваютъ на водяной банѣ. Обмыливаніе въ спиртовомъ растворѣ идетъ весьма легко и оканчивается въ нѣсколько минутъ. Если капля воды не производитъ мути въ полученномъ растворѣ, то процессъ обмыливанія слѣдуетъ считать оконченнымъ. Прозрачный растворъ мыла выпариваютъ на водяной банѣ для удаленія спирта и остатокъ растворяютъ въ 100—150 СС воды; къ раствору, перелитому въ стаканъ, прибавляютъ слабой сѣрной кислоты: калийныя соли разлагаются, и нерастворимыя жирныя кислоты всплываютъ въ видѣ творожистой массы. Жидкость нагреваютъ въ продолженіе $\frac{1}{2}$ часа, причемъ жирныя кислоты сплавляются и водный растворъ освѣтляется. Затѣмъ, жидкость цѣдятъ черезъ сухой и взвѣшенный фильтръ изъ плотной бумаги, смочивъ его предварительно водою, и промываютъ остатокъ на фильтрѣ горячею водою до тѣхъ поръ, пока въ фильтратѣ исчезнетъ кислая реакція отъ растворяющихся кислотъ: масляной, капроновой, каприловой и каприновой. Для полного промыванія требуется до 3-хъ литровъ воды. По окончаніи промыванія воронку съ фильтромъ опускаютъ въ стаканъ съ холодною водою, такъ, чтобы жидкость фильтра и вода стакана были приблизительно на одномъ уровнѣ; жирныя кислоты застываютъ. Фильтръ вынимаютъ изъ воронки, помѣщаютъ въ маленькій взвѣшенный стаканъ, высушиваютъ при 100° до постоянства въ вѣсѣ, для чего требуется около двухъ часовъ, и взвѣшиваютъ. Если количество жирныхъ кислотъ превышаетъ 89% взятаго для анализа масла, то оно признается фальсифицированнымъ. Степень фальсификаціи опредѣляется на основаніи слѣдующаго: въ салѣ нерастворимыхъ въ водѣ кислотъ—95,8%, въ маслѣ—89%, разность=6,8%; положимъ, что мы нашли въ изслѣдованномъ жирѣ 92%, разность $92-89=3\%$; отсюда $6,8 : 100=3 : X$; X покажетъ процентное количество примѣсей.

Способъ этотъ точенъ, но исходный пунктъ—постоянство состава масла—измѣнчивъ: по Хенеру количество жирныхъ кислотъ въ немъ колеблется 87—88%; по изслѣдованіямъ Кулешова — около 88,5%; другіе наблюдатели находили еще

иваютъ 50 СС спир-
или готового спир-
нагрѣваютъ на во-
омъ растворѣ идетъ
олько минутъ. Если
лученномъ растворѣ,
итать оконченнымъ.
ь на водяной банѣ
ютъ въ 100—150 СС
аканъ, прибавляютъ
разлагаются, и не-
ютъ въ видѣ творо-
продолженіе $\frac{1}{2}$ часа,
и водный растворъ
ерезъ сухой и взвѣ-
ючивъ его предва-
ь на фильтрѣ горя-
ратѣ исчезнетъ кис-
з: масляной, капро-
олнаго промыванія
нчаніи промыванія
стаканъ съ холода-
а и вода стакана
з; жирныя кислоты
ронки, помѣщаютъ
шиваютъ при 100°
гся около двухъ ча-
о жирныхъ кислотъ
масла, то оно при-
альсификаціи опре-
лѣ нерастворимыхъ
о, разность = $6,5\%$;
анномъ жирѣ 92% ,
3 : X ; X покажетъ
нктъ—постоянство
личество жирныхъ
ислѣдованіямъ Ку-
ели находили еще

большее количество нерастворимыхъ кислотъ въ нефальсифицированномъ маслѣ—до 90% . Есть основанія, впрочемъ, предполагать, что содержаніе нерастворимыхъ кислотъ въ коровьемъ маслѣ колеблется въ болѣе тѣсныхъ предѣлахъ, чѣмъ наблюдалось до сего времени. Дѣло въ томъ, что для полнаго отмыванія всѣхъ растворимыхъ кислотъ нужно употребить до 3-хъ литр. воды на 2—6 гр. масла—условіе, на которое только недавно обратили вниманіе и которое, по видимому, не соблюдалось многими изъ наблюдателей; а потому слишкомъ большое содержаніе (90%) нерастворимыхъ жирныхъ кислотъ въ маслѣ могло зависѣть отъ примѣси къ нимъ неотмытыхъ, въ водѣ трудно растворимыхъ жирныхъ кислотъ.

ПРИЛОЖЕНІЕ.

О химической роли минеральныхъ солей въ органической природѣ ¹⁾.

Существуетъ въ біологической химіи одинъ вопросъ, крайне общаго значенія, затронутый еще во времена алхиміи, выдвинувшійся на первый планъ въ настоящемъ столѣтіи, съ возникновеніемъ агрономической химіи, но до сихъ поръ окончательно, въ своемъ существѣ, не рѣшенный. Я подразумѣваю вопросъ о значеніи минеральныхъ солей въ организмахъ, главнымъ образомъ, въ растеніяхъ. Предметъ этотъ имѣетъ весьма обширную литературу и достаточно разработанъ въ фактическомъ отношеніи. Трудami Палисси, Соссюра, Либиха и мн. др. доказано, что растенія заключаютъ минеральныя соли и что они заимствуютъ ихъ изъ почвы. Мы знаемъ, соединенія какихъ элементовъ необходимы для растеній; знаемъ даже, для нѣкоторыхъ случаевъ, что извѣстная соль необходима для определенной функціи растенія, но все наши свѣдѣнія касаются лишь одной фактической стороны дѣла. Неизвѣстно главное, почему минеральныя огнестойчныя вещества необходимы для растеній, почему организмы не могутъ развиваться въ отсутствіи минеральныхъ солей. Отвѣта на это не дано, если не считать указанія Либиха, касающагося только части предмета, именно, что основанія минеральныхъ солей, поступающихъ въ растеніе, служатъ для образованія

¹⁾ Актовая рѣчь, читанная въ Петровской Академіи 21 ноября 1881 года.

солей съ органическими кислотами растений. Но главная, большая часть минеральныхъ соединений, поступающихъ въ растение, не служатъ для указанной цѣли и роль ихъ остается вполне не разъясненной. Никакого предположенія, никакой гипотезы не существуетъ въ этомъ отношеніи. Факты констатированы, но разъясненія имъ не дано. Подмѣтить явленіе, изучить условія, при которыхъ оно совершается, безъ сомнѣнія, весьма важно, но еще болѣе важно понять общій смыслъ явленія и разъяснить всё его частности. Только тогда возможно будетъ овладѣть явленіемъ и вполне воспользоваться имъ и для практическихъ цѣлей.

Разъясненіе роли минеральныхъ солей въ организмахъ, конечно, не болѣе какъ вопросъ времени. Но остановимся нѣсколько на причинахъ того, почему предметъ, изучаемый уже столько времени, остался лишеннымъ до сихъ поръ болѣе или менѣе общей теоретической подкладки. Причины этого обстоятельства зависятъ отъ того, что названный вопросъ принадлежитъ къ числу тѣхъ, которые выдвигаются требованіями жизни. Практическія требованія жизни должны быть неотложно удовлетворены. Практика не можетъ ждать соотвѣтствующаго развитія теоріи. Поэтому то, въ такъ называемыхъ прикладныхъ наукахъ изучаются съ практической стороны, для извѣстныхъ цѣлей, часто такіе вопросы, для которыхъ, въ данное время, чистая наука не можетъ дать объясненія. Въ этомъ отношеніи исторія изученія процессовъ въ организмахъ представляетъ большое сходство съ исторіею технологіи, которая полна примѣрами тщательнаго изученія частныхъ и практическихъ условій различныхъ производствъ, теорія которыхъ не существовала вовсе или существовала въ зачаточномъ состояніи. Добываніе многихъ металловъ изъ рудъ, производство спирта, уксуса, мыла, сахара извѣстно было еще въ то время, когда о рациональномъ объясненіи этихъ процессовъ не могло быть и рѣчи. Объясненіе выработалось впоследствии, по мѣрѣ развитія такъ называемыхъ чистыхъ наукъ и чаще всего, безъ какой-либо предвзятой цѣли, совершенно независимо отъ техники, вслѣдствіе постепеннаго систематическаго изученія предмета. Выступала аналогія между явленіями изученными и освѣщенными теоріею съ явленіями наблюдаемыми въ практикѣ. Основываясь на аналогіи, производились дальнѣйшія изслѣдованія и появлялось объясненіе даннаго процесса. Создавалась теорія производства, которая сразу освѣщала предметъ и вызывала усовершенствованія уже техническія. Данное производство быстро развивалось. Не было надобности далѣе идти ощупью. Логика вполне вступала въ свои права и овладѣвала опытомъ. Наше время особенно характеризуется этою побѣдою чистыхъ наукъ надъ эмпиризмомъ. Намъ безпрестанно приходится быть свидѣтелями того, какъ техническія производства выводятся на рациональный путь и совершенствуются подъ вліяніемъ результатовъ изслѣдованій въ чистой химіи. Наука догоняетъ технику и можно предвидѣть, что вскорѣ овладѣетъ ею во всёхъ частяхъ.

Въ такомъ же отношеніи къ чистымъ наукамъ стоятъ и тѣ явлене-

нія и
нихъ
съ вн
требов
вать
тому
яснит
шеніе
цессов
въ эт
свидѣ
въ те
проце
яснен
смысл
стію
это я
напри
ставл
ческа
трен
мы
стоя
хими
близ
реак
вях
реак
дѣет
пре
даем
чені
Д
одно
ще
вес
чае
бал
цес
жиз
ясн
рол
кот
ли
бол
ли,
зом

главная, большая часть растений, не слуги не разъяснения существует в существе им не дано. Оно совершается, можно понять общий. Только тогда воспользоваться им и

организмах, конечно, несколько на при столько времени, где общей теоретически зависят от того, тех, которые выделения жизни должно может ждать со как называемых и стороны, для из, в данное время, в отношении составляет большое имрами тщательной различных процессов или существование металлов из руд, но было еще в то процессы не могло ни, по мере разви, без какой-либо химии, вследствие

Выступала аналогией с теорией с явления аналогии, производя объяснение данного сразу освещала химическая. Данное личности далее идти и овладевала опытною чистых ходится быть сводятся на рациональные результаты изыскания и можно предсказать и те явления

и процессы, которые наблюдаются в природе. На многие из них человек не мог не обратить внимания и изучить их хотя с внешней стороны уже давно, потому что жизнь неотложно того требовала. Но это изучение приходилось, да и приходится, часто обрывать на половине, ограничиваться часто внешним изучением, потому что химия или физика, в данное время, не в состоянии разъяснить изучаемого явления. Если продолжить сравнение между отношением техники к чистым наукам и отношением к ним процессов, происходящих в организмах, то придется сознаться, что, в этой последней области, далеко не так часто приходится быть свидетелем влияния чистых наук на разъяснение процессов, как в технике. Правда, никто не сомневается в том, что жизненные процессы подчиняются законам химии и физики, но отсюда до разъяснения всего происходящего в организмах еще далеко. Общий смысл явлений, происходящих в природе, для нас большею частью ясен, но понять смысл явления не значит еще разъяснить это явление в его частностях, т. е. овладеть им. Для нас ясно, например, что поглощение растением энергии солнечного луча составляет причину увеличения массы растения, образования органического вещества из простых минеральных соединений, но внутренний механизм явления в его совокупности от нас скрыт; мы не знаем всех особенностей этого процесса, и потому не в состоянии воспроизвести его, но мы убеждены, что путем изучения химических превращений, совершающихся в растении, можно приблизиться к разрешению вопроса. Путь этот медлен и труден; реакции в организмах совершаются при таких сложных условиях, в присутствии такого количества соединений, влияющих на реакцию, что, конечно, пройдет еще не мало времени, пока мы овладеем ими и уясним вполне их значение. Но, пока общая цепь превращений во всей ее непрерывности неизвестна, многие наблюдаемые отдельные явления нам будут казаться неизъяснимыми явлениями, а многие вещества — излишними.

Дело представляется теперь, следовательно, таким образом: с одной стороны мы видим, что в растении и в организмах вообще совершается масса реакций, из которых многие мы воспроизвести не в состоянии; а с другой — в тех же организмах — встречаем между прочим вещества, по видимому, составляющие лишнюю балласт, хотя организмы отбрасывают этот балласт не ниже веществ, с нашей точки зрения наиболее важных. Выделив из жизненных процессов немногие реакции, вполне понятны и разъясненные, мы будем иметь в остатке с одной стороны вещества, роль которых для нас загадочна, а с другой стороны — реакции, которые мы объяснить и воспроизвести не в состоянии. Не может ли одно быть объяснено другим? Эти соединения, которые, подобно большей части минеральных солей, мы считаем инертными, не они ли, участвуя в процессах неразъясненным еще для нас образом, и служат причиной своеобразных реакций, свойственных

организмамъ? Держась того начала, что всѣ жизненные процессы подчиняются въ общемъ законамъ химіи и физики, не слѣдуетъ ли ожидать того, что систематическое развитіе этихъ наукъ не обойдетъ и интересующихъ насъ случаевъ? Если наука въ своемъ развитіи и не коснется прямо, непосредственно, процессовъ, происходящихъ въ организмахъ, съ чего, надо замѣтить, дѣло почти никогда и не начинается, то въ ней можетъ возникнуть матеріалъ, который, по мѣрѣ накопленія и разъясненія, невольно наведетъ мысль на аналогію изучаемаго съ тѣмъ, что совершается въ организмахъ. Пренебрегать подобными аналогіями мы не имѣемъ никакого права, потому что аналогіи отъ чистыхъ наукъ представляютъ единственную возможность разобраться въ столь сложномъ дѣлѣ, какъ процессы, происходящіе въ организмахъ. Въ практическомъ отношеніи, при разработкѣ самаго вопроса, только эти аналогіи въ состояніи указать путеводную нить въ трудномъ дѣлѣ выбора метода изслѣдованія. А извѣстно, что выработать надлежащій методъ изслѣдованія значитъ сдѣлать половину дѣла.

Все, что въ вышеизложенныхъ замѣчаніяхъ развито вообще по отношенію изученія процессовъ, происходящихъ въ организмахъ, примѣняется и къ интересующему насъ вопросу о значеніи минеральныхъ солей въ растеніяхъ. Вопросомъ этимъ серьезно стали заниматься только тогда, когда важность его въ практическомъ отношеніи стала очевидною. Минеральная теорія Либиха тѣсно была связана съ практическимъ вопросомъ объ истощеніи почвы и съ ученіемъ объ удобреніи. Послѣ Либиха были изучены многія частности вопроса, но изслѣдователи не старались проникнуть въ смыслъ явленія, добыты данныя для опредѣленія роли минеральныхъ солей въ растеніяхъ. Только Либихъ, какъ я замѣтилъ уже ранѣе, высказалъ, что основанія части минеральныхъ солей, поступающихъ въ растеніе, служатъ для образованія солей съ органическими кислотами. Освободившіяся же минеральныя кислоты, какъ, наприм., сѣрная и азотная, возстановляются и доставляютъ сѣру и азотъ для органическихъ соединений. Вотъ все, что мы знаемъ о роли минеральныхъ солей въ растеніяхъ. Исключивъ это извѣстное, мы и обратимся къ опредѣленію возможной роли въ растеніи остальной, большей части минеральныхъ солей, которыя, при настоящемъ состояніи вопроса, являются какъ бы излишнимъ балластомъ для растенія. Я ставлю своею задачею выдвинуть тѣ факты, которые указываютъ, въ какомъ отношеніи стоятъ минеральныя соли къ органическому веществу растеній, и, сопоставивъ эти факты съ наблюденіями о вліяніи нѣкоторыхъ минеральныхъ солей на реакціи органическихъ соединений, намѣтитъ тотъ путь, держась котораго, вопросъ, по моему мнѣнію, можетъ быть рѣшенъ окончательно.

Начну съ того, что образованіе и всѣ дальнѣйшія превращенія органическаго вещества въ растеніи совершаются въ присутствіи минеральныхъ солей. Этому положенію можно придать болѣе общій характеръ, высказавъ, что всякая реакція органическаго вещества

въ природѣ происходятъ. Что доказываетъ останки минеральныхъ солей въ самомъ ру, касающемся и ставитъ маніе геологовъ и минералогія оныхъ основана на сомнѣніи часть и нически маломъ, воды, и количественно можемъ сказать, что вода вращаетъ растенія въ минералы и личностей массовыхъ водородной этой солей, а вещество и валентность ихъ видѣтъ и нерас

ые процессы под-
слѣдует ли ожи-
сть не обойдетъ и
оемъ развитіи и
исходящихъ въ
когда и не начи-
оторый, по мѣрѣ
на аналогію изу-
ь. Пренебрегать
, потому что ана-
ую возможность
ы, происходящія
разработкѣ сама-
затъ путеводную
. А извѣстно, что
ть сдѣлать поло-

звито вообще по,
рганизмахъ, при-
ченіи минераль-
езно стали зани-
ескомъ отноше-
бно была связа-
ны и съ ученіемъ
частности вопро-
ель явленія, до-
солей въ расте-
высказалъ, что
хъ въ растеніе,
лотами. Освобо-
брная и азотная,
ганическихъ со-
ьныхъ солей въ
къ опредѣленію
и минеральныхъ
являются какъ
зою задачей вы-
тношеніи стоятъ
еній, и, сопоста-
рыхъ минераль-
намѣтитъ тотъ
о, можетъ быть

ія превращенія
въ присутствіи
ть болѣе общій
скаго вещества

въ природѣ, начиная съ жизненныхъ процессовъ и кончая превра-
щеніями въ нефти, — совершается въ присутствіи минеральныхъ со-
лей. Что извѣстныя минеральныя соли необходимы для растеній, это
доказывается результатами многочисленныхъ изслѣдованій, и на этомъ
я останавливаться не буду. Но насъ интересуетъ вопросъ, почему
минеральныя соли необходимы, какое фактическое участіе принима-
ютъ онѣ въ реакціяхъ, совершающихся въ растеніи, и, чтобы сдѣлать
шагъ къ отвѣту на этотъ нерѣшенный вопросъ, необходимо обратить
вниманіе на то, въ какомъ состояніи находятся минеральныя соли
въ самомъ растеніи. Замѣчу, что, несмотря на обширную литерату-
ру, касающуюся отношеній минеральныхъ веществъ въ растеніяхъ,
у насъ въ распоряженіи находится немного матеріала, могущаго до-
ставить отвѣтъ на заданный вопрооъ. Исслѣдователи обращали вни-
маніе главнымъ образомъ только на слѣдующіе крайніе моменты от-
ношенія минеральныхъ веществъ къ растенію: 1) на принятіе имъ
минеральныхъ солей и 2) на то, что остается отъ него послѣ уничто-
женія органическаго вещества, или на золу. Исторія же минераль-
ныхъ солей въ самомъ растеніи, даже съ внѣшней стороны, изслѣ-
дована весьма недостаточно. Тѣмъ не менѣе, имѣющіеся факты не-
сомнѣнно указываютъ на то, что если не всѣ минеральныя соли, то
часть ихъ находится въ состояніи химическаго соединенія съ орга-
ническими веществами растеній, съ бѣлковыми веществами, съ крах-
маломъ, съ клѣтчаткой. Подвергая напримѣръ растеніе дѣйствию
воды, изъ него нельзя вымыть, перевести въ водный растворъ, все
количество растворимыхъ солей въ немъ находящихся. Часть дѣй-
ствительно переходитъ въ растворъ, и относительно этой части мы
можемъ предположить, что она или не находилась въ состояніи хими-
ческаго соединенія, или находилась въ видѣ соединенія, раствори-
маго въ водѣ, или разлагаемаго водою. Но часть растворимыхъ въ
водѣ солей можетъ быть переведена въ растворъ только послѣ пре-
вращенія растенія въ золу, — значитъ, эта часть солей находилась въ
растеніи съ измѣненными свойствами, т.е. она вступила въ расте-
ніи въ химическую реакцію, продукты которой, заключающіе эле-
менты данной соли, нерастворимы въ водѣ. Какъ на примѣръ, ука-
жу на морскія водоросли, которыя заключаютъ значительное ко-
личество іодистыхъ солей. Несмотря на то, что растеніе окружено
массою воды, эти легко растворимыя іодистыя соли водою не вы-
мываются. Даже при кипяченіи съ водою водоросли не теряютъ
іодистыхъ солей. Но если мы разрушимъ органическое вещество
водоросли, приготовивъ наприм. изъ нихъ сжиганіемъ золу, то изъ
этой золы вода тотчасъ извлечетъ все количество іодистыхъ со-
лей, заключавшихся въ водоросли. Значитъ — органическое веще-
ство водоросли было причиною того, что іодистыя соли не вымы-
вались водою, и простѣйшее объясненіе этого факта будетъ заклю-
чаться въ томъ, что іодистыя соли находились въ водоросли въ
видѣ химическаго соединенія съ органическими веществами, въ водѣ
нерастворимаго. Многіе и другіе факты говорятъ въ пользу того,

что большая часть солей вступивших въ растеніе, находится въ немъ въ соединеніи съ органическими веществами. Укажу наприм. на тѣ данныя, которыя доказываютъ, что бѣлковыя вещества соединены съ фосфорнокислыми солями. Если муку обрабатывать водою, то въ растворъ переходитъ часть фосфорнокислыхъ солей извести и магнезій, въ водѣ нерастворимыхъ, вмѣстѣ съ частью бѣлковыхъ веществъ. Но остальная часть фосфорнокислыхъ солей, заключающихся въ мукѣ, не можетъ быть переведена въ растворъ даже при дѣйствіи соляной кислоты, въ которой фосфорнокислыя соли растворимы. Остатокъ всегда заключаетъ фосфорнокислыя соли и бѣлковыя вещества и — вслѣдствіе того, что при подобномъ промываніи органическое вещество вымывается относительно въ большемъ количествѣ, чѣмъ фосфорнокислыя соли, остатокъ муки послѣ промыванія соляною кислотою заключаетъ большее процентное количество фосфорнокислыхъ солей, чѣмъ мука не промытая 1).

Оказывается, что часто весьма трудно отдѣлить минеральныя соли отъ органическаго вещества. Только прибѣгая къ такимъ радикальнымъ средствамъ, какъ прокаливаніе, при доступѣ кислорода воздуха, удастся разрушить существовавшее въ организмѣ соединеніе минеральнаго вещества съ органическимъ. Интересны наблюденія, показывающія, что органическая часть разсматриваемыхъ соединеній можетъ мѣняться въ своемъ составѣ, изъ нея можетъ выдѣляться часть элементовъ въ видѣ болѣе простыхъ соединеній, но измѣнившееся органическое вещество продолжаетъ быть связаннымъ съ минеральными солями. Продукты ислѣдованія растеній, такъ называемый гумусъ, состоятъ, главнымъ образомъ, изъ такого соединенія минеральныхъ солей съ измѣнившимися органическими частями растеній. Изъ гумуса также невозможно подходящими растворителями извлечь всѣ минеральныя соли, какъ и изъ самаго растенія. Тотъ особый видъ химическаго соединенія между органическими веществами и минеральными солями въ гумусѣ, про который Соссюръ выразился, что только природа въ состояніи его производить, и на который въ послѣднее время снова обратилъ вниманіе Грандо,—этотъ особый видъ химическаго соединенія тотъ же, какъ и въ живыхъ растеніяхъ. Органическое вещество подъ влияніемъ кислорода воздуха измѣнилось, изъ него выдѣлились элементы углекислоты и воды, но въ остаткѣ часть минеральныхъ солей находится въ томъ же видѣ соединенія, какъ и въ растеніи. Въ химіи не мало подобныхъ примѣровъ, когда въ соединеніи одна изъ составныхъ частей мѣняется, но соединеніе остается принадлежащимъ къ той же категоріи, какъ и первоначальное. Въ данной соли, наприм., можетъ произойти измѣ-

1) Интересныя изслѣдованія Данилевскаго показываютъ, что ближайшіе дериваты альбуминовъ превращаются въ эти послѣдніе, соединяясь съ фосфорноизвестковою солью. „Журналъ Русс. Хим. Общ.“ 1880 года, стр. 106.

неніе въ
Извѣст
лотъ п
соли не
то же
органи
но соед
и перв
скими

Я н
вещест
солей.
минер
ствами
проис
ныхъ
ставил
скими
низма
видѣ
соеди
распа
извле
ральн
денни

1)
благос
орга
ключе
ніи,
той
подг
пред
исп
ложк
прія
мом
Въ
мал
щес
ми
чѣх
сти
мог

выс
бѣ
прі
st.
Дис

неніе, находится въ
ми. Укажу наприм.
ныя вещества соеди
брабатывать водою.
ихъ солей известны и
стью бѣлковыхъ ве
тей, заключающихся
ь даже при дѣйстви
соли растворимы.
и и бѣлковыя веще
омываніи органиче
ышемъ количествѣ.
гѣ промыванія соля
личество фосфорно

ь минеральныя соли
ь такимъ радикаль
ѣ кислорода возду
измѣ соединеніе ми
ресныя наблюденія,
ваемыхъ соединеній
можетъ выдѣляться
неній, но измѣнив
связаннымъ съ ми
ній, такъ называе
такого соединенія
ескими частями ра
ми растворителями
аго растенія. Тотъ
ганическими веще
который Соссюръ
производить, и на
аніе Грандо,—этотъ
какъ и въ живыхъ
емъ кислорода воз
тлекислоты и воды,
ся въ томъ же видѣ
до подобныхъ при
ь частей мѣняется,
же категоріи, какъ
тъ произойти измѣ

зываютъ, что ближай
ислѣдніе, соединяясь
м. Общ. 1830 года,

неніе въ кислотной части, но происшедшее соединеніе останется солью. Известно, что при прокалываніи калийныхъ солей органическихъ кислотъ происходитъ углекислое кали или поташъ; кислотная часть соли измѣнилась, но состояніе, въ которомъ находится кали, осталось то же самое. Соль была, соль и осталась. Такъ же точно въ гумусѣ, органическая часть соединенія, бывшаго въ растеніи, измѣнилась, но соединеніе осталось принадлежащимъ къ той же категоріи, какъ и первоначальное, т.-е. къ категоріи соединеній солей съ органическими веществами ¹⁾.

Я началъ съ того, что образованіе и превращеніе органическаго вещества въ растеніи совершается въ присутствіи минеральныхъ солей. Къ этому положенію мы можемъ теперь прибавить другое: минеральныя соли вступаютъ въ соединеніе съ органическими веществами растенія и, слѣдовательно, принимаютъ участіе въ реакціяхъ, происходящихъ въ растеніяхъ. Рядомъ съ тою функціей минеральныхъ солей въ растеніи, на которую указалъ Либихъ, слѣдуетъ выставить другую, именно—образованіе соединеній солей съ органическими веществами растеній. Въ растеніяхъ, да и вообще въ организмахъ, большая часть солей находится уже не въ видѣ солей, а въ видѣ сложныхъ органо-минеральныхъ тѣлъ. До сихъ поръ на эти соединенія обращали весьма мало вниманія ²⁾. Изучали продукты распаденія этихъ тѣлъ; съ одной стороны, органическія соединенія, извлеченныя изъ растеній и освобожденныя по возможности отъ минеральныхъ веществъ, а съ другой—минеральныя вещества, освобожденныя отъ органическихъ, или золу. Химическія превращенія этихъ

1) Этимъ, по всей вѣроятности, можетъ быть объяснена одна сторона благоприятнаго дѣйствія гумуса въ почвѣ на развитіе растеній. Хотя органическая часть гумуса не воспринимается растеніемъ, но соли заключающіяся въ гумусѣ въ той же формѣ соединенія, какъ и въ растеніи, воспринимаются имъ, переходя изъ одного соединенія въ другое той же категоріи. Соли въ гумусѣ находятся совершенно въ химически подготовленномъ состояніи для поступленія въ растеніе. Черноземъ представляетъ отличный матеріалъ для изученія этихъ соединеній, происшедшихъ несомнѣнно изъ растеній. Соединенія въ этой стадіи разложенія, какъ въ черноземѣ, отличаются прочностью; несмотря на благоприятныя условія для дальнѣйшаго разложенія, эти соединенія, повидимому, не разрушаются окончательно, не оставляютъ послѣ себя золу. Въ нихъ, по изслѣдованіямъ Грандо, органическаго вещества весьма мало. Слѣдовательно, корни растеній, соприкасаясь съ гуминовыми веществами чернозема, встрѣчаютъ на одной и той же поверхности болѣе минеральныхъ солей, бывшихъ уже въ прежнихъ генерацияхъ растеній, чѣмъ въ другихъ почвахъ, содержащихъ гуминовыя вещества, недостаточныя столь глубокой степени разложенія. Въ этомъ заключается, быть можетъ, одна изъ причинъ сравнительнаго плодородія чернозема.

2) Теперь на нихъ обращаютъ болѣе вниманія, потому что стала выясняться связь между свойствами и реакціями такихъ соединеній, какъ бѣлковыя, и содержаніемъ въ нихъ минеральныхъ веществъ. Ср., наприм., Готье, Bull. de la soc. chim. 1885, 596, Eugling, Landw. Vers. st. 1885, 31, 391. Коссель, Archiv für die gesammte Physiologie, статьи Дюкло о молокѣ и нѣк. др.

продуктовъ распада, конечно, должны отличаться отъ реакцій соединеній болѣе сложныхъ, заключающихся въ организмахъ. Одна изъ элементарнѣйшихъ истинъ химіи, съ которою приходится знакомиться при самомъ началѣ изученія этой науки, заключается въ томъ, что свойства соединенія отличны отъ свойствъ тѣлъ его составляющихъ. Соединеніе способно вступать въ такія реакціи, въ которыя не вступаютъ тѣла, изъ которыхъ оно произошло. Какъ ни элементарна эта истина и какъ ни огромно ея значеніе въ химіи, нельзя сказать, чтобы она занимала подобающее ей мѣсто, въ качествѣ руководящаго предположенія, при изученіи процессовъ, въ природѣ совершающихся. Замѣчу, впрочемъ, что въ практическомъ отношеніи часто весьма трудно бываетъ доказать существованіе опредѣленнаго соединенія во многихъ случаяхъ. Весьма часто наблюдается, что какая-либо реакція даннаго тѣла совершается только въ присутствіи посторонняго соединенія, повидимому, не принимающаго прямо, непосредственное участіе въ процессѣ. По крайней мѣрѣ, послѣ реакціи соединенія, присутствіе котораго оказывалось необходимымъ для совершенія процесса, остается безъ измѣненія, въ томъ же количествѣ и въ томъ же видѣ, какъ оно было первоначально взято. Спрашивается, какую роль играло оно въ процессѣ? Дать отвѣтъ на подобные вопросы часто крайне затруднительно и возможно только, прослѣдивъ отдѣльно разныя фазы явленія, не ограничиваясь его окончательнымъ результатомъ. Вотъ, при изученіи подобныхъ процессовъ, въ немаломъ количествѣ случаевъ, было дознано, что тѣло, безъ котораго реакція не шла, было необходимо потому, что оно во время процесса вступало въ соединеніе съ тѣломъ реагирующимъ. Происходило, слѣдовательно, новое болѣе сложное соединеніе, конечно, съ иными свойствами, чѣмъ тѣла его составляющія, и это-то новое соединеніе и реагировало въ извѣстномъ направленіи. По мѣрѣ же совершенія реакціи, то тѣло, присутствіе котораго оказывалось необходимымъ для процесса, снова выдѣлялось въ свободномъ состояніи. Находя это тѣло послѣ реакціи въ свободномъ состояніи, нельзя еще заключить, что оно не участвовало прямымъ образомъ въ реакціи; точно такъ, какъ, находя часть солей въ растеніи въ свободномъ состояніи, нельзя еще заключить, что онѣ не участвовали въ химическихъ превращеніяхъ. Такимъ образомъ, хотя въ подобныхъ процессахъ доказательство самаго факта соединенія часто сопряжено съ затрудненіями, сущность ихъ тѣмъ не менѣе крайне проста. Объясненіе основывается на простѣйшей формѣ химическаго взаимодействія, на соединеніи двухъ тѣлъ въ одно, и на томъ законѣ, что свойства соединенія отличны отъ свойствъ тѣлъ, его составляющихъ.

Такая простѣйшая форма химическаго взаимодействія, т.-е. соединеніе, конечно, съ его послѣдствіями, или съ измѣненіемъ свойствъ соединившихся тѣлъ, должна находить для себя широкое примѣненіе при процессахъ, совершающихся въ организмахъ, гдѣ одновременно присутствуютъ множество разнообразныхъ тѣлъ. Относительно минеральныхъ солей, на примѣръ, я привелъ выше доказательства способ-

ности
Но мы
добны
отлич
намѣт
тѣль,
харак
томъ,
чѣ тѣ
предѣ
жающ
са ра
избѣл
гание
щест
это-т
хими
исхо
изве
возв
ціи
тако
ност
дока
эти
ма
обре
сове
и в
на
Что
де
бла
къ
как
буе
нес
соф
Ме
же
ра
дѣ
чт
ся
де
ос
Вн

ности ихъ соединяться въ растеніи съ органическими веществами. Но мы до сихъ поръ не знаемъ, какими свойствами обладаютъ подобные соединенія, знаемъ только, что эти свойства должны быть отличны отъ свойствъ тѣлъ, входящихъ въ ихъ составъ. Попробуемъ намѣтить вообще то направленіе, въ которомъ измѣняются свойства тѣлъ, разъ они реагируютъ въ организмахъ. Припомнимъ, что самое характерное и общее условіе реакцій въ организмахъ состоитъ въ томъ, что всѣ онѣ, несмотря на свое крайнее разнообразіе и различіе тѣлъ, въ нихъ участвующихъ, совершаются въ весьма тѣсныхъ предѣлахъ температуры, мало отличающейся отъ температуры окружающей среды. Это условіе составляетъ главный узелъ всего вопроса разъясненія жизненныхъ процессовъ. Это условіе для жизни неизбѣжно и имъ только объясняется возможность образованія въ организмахъ сложныхъ и непостоянныхъ, при иныхъ условіяхъ, веществъ, какъ бѣлковыя соединенія, крахмалъ, клѣтчатка и т. п. Объ это-то условіе и разбиваются многочисленныя попытки примѣненія химическихъ методовъ къ объясненію реакцій, въ организмахъ происходящихъ. Весьма многія изъ этихъ реакцій мы можемъ воспроизвести и внѣ организмовъ, но большею частію прибѣгая только къ возвышенной температурѣ; при обыкновенной же температурѣ реакціи эти или вовсе не идутъ, или совершаются такъ медленно, въ такой незначительной степени, что становится очевиднымъ невозможность объяснить ими процессы, совершающіеся въ организмѣ. Это доказываетъ только, что мы далеки отъ тѣхъ условій, при которыхъ эти реакціи происходятъ въ организмахъ. Дѣйствительно, при весьма многихъ попыткахъ искусственнаго воспроизведенія реакцій не обращалось вниманія даже на то элементарное условіе, чтобы реакція совершалась въ присутствіи тѣхъ же химическихъ соединеній, какъ и въ организмѣ. Не зная, какимъ образомъ эти соединенія вліяютъ на реакцію, мы стремимся обойтись безъ нихъ—и тершимъ неудачу. Чтобы разобраться въ этомъ сложномъ дѣлѣ, химіи предстоитъ прежде всего обратить вниманіе на тѣ условія и на тѣ вещества, которыя благоприятствуютъ совершенію реакцій при температурахъ близкихъ къ обыкновенной. На одно изъ такихъ средствъ, которыми располагаютъ организмы для измѣненія свойствъ тѣлъ въ направленіи требуемомъ жизнью, было уже давно обращено вниманіе: это, именно, неорганизованные ферменты; но не одни ферменты обладаютъ способностью понижать температуру реакцій органическихъ веществъ. Мы увидимъ далѣе, что нѣкоторые минеральныя соли обладаютъ также этимъ существеннымъ свойствомъ. Начатое недавно Вюрцемъ разъясненіе роли ферментовъ еще болѣе сближаетъ аналогію между дѣйствіями ферментовъ и нѣкоторыхъ минеральныхъ солей, потому что фактомъ химическаго соединенія, а не чѣмъ другимъ, объясняется дѣйствіе того и другаго ряда тѣлъ. Въ виду этой аналогіи, прежде чѣмъ перейти къ минеральнымъ солямъ, я долженъ нѣсколько остановиться на ферментахъ и главнымъ образомъ на изслѣдованіяхъ Вюрца, касающихся этого предмета.

Въ организмахъ, какъ растительныхъ, такъ и животныхъ, нѣкоторыя реакціи совершаются лишь въ присутствіи особыхъ сложныхъ соединений, близкихъ къ бѣлковымъ тѣламъ и носящихъ названіе неорганизованныхъ ферментовъ. Присутствіе ферментовъ оказывается необходимымъ при превращеніи нерастворимаго крахмала въ растворимую глюкозу, нерастворимыхъ бѣлковыхъ веществъ въ растворимые пептоны и т. п. Въ животномъ организмѣ главное мѣсто дѣйствія такихъ ферментовъ будетъ пищевой каналъ, въ которомъ и совершается переходъ нерастворимыхъ соединений, принятыхъ въ видѣ пищи въ растворимое состояніе, необходимое для всасыванія питательныхъ веществъ, для перехода ихъ въ кровь. Эти реакціи, совершающіяся въ организмахъ, при содѣйствіи ферментовъ, мы можемъ производить и безъ ферментовъ, внѣ организма, но только совершенно при иныхъ условіяхъ. Въ организмахъ реакціи эти идутъ при температурѣ мало отличающейся отъ окружающей температуры, между тѣмъ какъ въ отсутствіи ферментовъ, внѣ организма, реакціи эти совершаются только при температурѣ возвышенной и часто требуютъ содѣйствія такихъ энергическихъ реактивовъ, какъ кислоты и щелочи. Присутствіе ферментовъ, слѣдовательно, измѣняетъ свойства бѣлковыхъ веществъ, крахмала, жировъ, измѣняетъ въ томъ направленіи, что тѣла эти приобретаютъ способность легче входить въ извѣстныя реакціи, именно, въ большинствѣ случаевъ, реагировать съ водою при температурѣ близкой къ обыкновенной. Это доказано опытами внѣ организмовъ. Надо прибавить, что, по окончаніи реакціи, ферментъ находятъ приблизительно въ томъ же количествѣ, въ какомъ онъ былъ взятъ, и что достаточно малыхъ количествъ фермента для превращенія относительно большихъ количествъ бѣлковыхъ веществъ, крахмала и пр. въ растворимыя соединения. Спрашивается, въ чемъ же состоитъ участіе ферментовъ въ названныхъ реакціяхъ?

Давно уже составила увѣренность въ томъ, что роль ферментовъ въ организмахъ есть чисто-химическая, что рано или поздно удастся съ точностью опредѣлить эту роль, прослѣдивъ всѣ фазы реакціи. Это представленіе выработалось на основаніи изученія аналогичныхъ процессовъ, которые вначалѣ были неразъяснены, въ которыхъ такъ же, какъ при дѣйствіи фермента, присутствіе малаго количества даннаго соединенія, повидимому, не вступающаго въ реакцію, заставляло реагировать между собою взятые тѣла и которыя, наконецъ, были изучены во всѣхъ частностяхъ, причемъ выяснилась химическая роль тѣла, безъ котораго реакція не шла. Почва для опредѣленія роли ферментовъ была, такимъ образомъ, мало по малу подготовлена, и Вюрцу удалось сдѣлать первый шагъ въ этомъ направленіи.

Вюрцъ изслѣдовалъ дѣйствіе панаина, фермента, заключающагося въ млечномъ сокѣ дерева *Сариса рарауа*, на фибринъ. Онъ нашелъ, что фибринъ превращается при этомъ въ растворимый въ водѣ продуктъ — въ пептонъ, т. е. дѣйствіе панаина сходно съ дѣйствіемъ

тѣхъ ферментовъ вещества номъ пип въ насто: ные преп пепсина). какъ и д акціи, он шихъ ко пана. Н въ указе няется (легко, н мый пеп номъ со сто; суп наго фе ной тем водою, на осно двухъ т ляющих

Въ 1 средствъ обикно отсутс ментам менты гаютъ помощ ми да во мнс безъ с услови рыми нья с

Еш лыхъ собно момъ, длити верш: кратч темпе

и животных, нѣко-
ви особыхъ сложныхъ
и носящихъ название
ферментовъ оказываетъ
маго крахмала въ рас-
вѣ веществъ въ раство-
рѣ главное мѣсто дѣй-
ствія, въ которомъ и
нѣтъ, принятыхъ въ
дѣло для всасыванія
въ кровь. Эти реакціи,
и ферментовъ, мы мо-
ганизма, но только со-
ахъ реакціи эти идутъ
жающей температуры,
нѣтъ организма, реакціи
зышенной и часто тре-
ивовъ, какъ кислоты и
ю, измѣняютъ свойства
няютъ въ томъ направ-
е легче входитъ въ из-
чаевъ, реагировать съ
вой. Это доказано опы-
по окончаніи реакціи,
же количествѣ, въ ка-
съ количествъ фермен-
количествъ бѣлковыхъ
единенія. Спрашиваетъ
въ названныхъ реак-

омъ, что роль фермен-
что рано или поздно
прослѣдивъ всѣ фазы
снованія изученія ана-
ли неразъяснены, въ
та, присутствіе малаго
не вступающаго въ ре-
зятія тѣла и который,
е, причѣмъ выяснилась
ія не шла. Почва для
бразомъ, мало по малу
ай шагъ въ этомъ на-

ента, заключающагося
ибринъ. Онъ нашель,
говоримый въ водѣ про-
сходно съ дѣйствіемъ

тѣхъ ферментовъ пищевого канала, которые превращаютъ бѣлковыя
вещества подобнымъ же образомъ. На основаніи этого, при ослаблен-
номъ пищевареніи и рекомендуется употребленіе внутрь папаина, и
въ настоящее время въ продажѣ находятся для этой цѣли различ-
ные препараты, заключающіе папаинъ (дѣйствіе котораго сильнѣе
пепсина). Дѣйствіе папаина являлось настолько же загадочнымъ,
какъ и дѣйствіе другихъ ферментовъ, потому что, по окончаніи ре-
акціи, онъ оставался въ свободномъ состояніи и для растворенія боль-
шихъ количествъ бѣлковыхъ веществъ требовалось весьма мало па-
паина. Направивъ свои изслѣдованія къ разъясненію роли папаина
въ указанной реакціи, Вюрцъ нашель, что этотъ ферментъ *соеди-*
няется съ фибриномъ, и что на продуктъ реакціи вода дѣйствуетъ
легко, при обыкновенной температурѣ, превращая его въ раствори-
мый пептонъ. По окончаніи реакціи, папаинъ выдѣляется въ свобод-
номъ состояніи. Реакція разъяснилась, слѣдовательно, весьма про-
сто; сущность объясненія заключается въ томъ, что соединеніе дан-
наго фермента съ фибриномъ способно реагировать при обыкновен-
ной температурѣ съ водою, между тѣмъ какъ свободный фибринъ съ
водою, при этихъ условіяхъ, не реагируетъ, т.-е. все объясняется
на основаніи того элементарнаго закона, что химическое соединеніе
двухъ тѣлъ обладаетъ иными свойствами, чѣмъ каждое изъ состав-
ляющихъ тѣлъ, взятое порознь.

Въ настоящее время въ ферментахъ мы видимъ единственное
средство, допускающее возможность совершенія въ организмахъ, при
обыкновенныхъ условіяхъ температуры, такихъ реакцій, которыя, въ
отсутствіи ферментовъ, требуютъ температуры возвышенной. Но фер-
ментами обуславливается только ограниченное число реакцій. Фер-
менты представляютъ только одно изъ средствъ, которыми распола-
гають организмы для регулированія доставляемой имъ извнѣ силы,
помощію химическаго превращенія матеріи. Настоящее состояніе хи-
міи даетъ возможность намъ указать на соединенія, представляющія
во многихъ отношеніяхъ аналогію съ ферментами, но имѣющихъ,
безъ сомнѣнія, болѣе широкое значеніе и удовлетворяющіе главному
условію, т.-е. пониженію температуры реакцій тѣхъ тѣлъ, съ кото-
рыми они соединяются. Соединенія эти суть нѣкоторыя минераль-
ныя соли.

Еще въ 1877 году ¹⁾ мнѣ удалось показать, что присутствіе ма-
лыхъ количествъ бромистаго алюминія чрезвычайно повышаетъ спо-
собность водорода ароматическихъ углеводородовъ замѣщаться бро-
момъ, такъ что тѣ реакціи, которыя требовали нагрѣванія до 300° и
длились, несмотря на то, въ продолженіе нѣсколькихъ сутокъ, со-
вершаются при содѣйствіи бромистаго алюминія несравненно въ
кратчайшій срокъ, почти мгновенно, и, главное, при обыкновенной
температурѣ и даже при 0° и ниже. Спустя нѣсколько недѣль послѣ

¹⁾ „Журналъ Русскаго Химич. Общества“. 1877 г., стр. 213.

появленія моего изслѣдованія въ печати, была опубликована работа французскихъ химиковъ Фриделя и Крафтса ¹⁾, близко касающаяся вопроса, затронутого мною. Названные ученые показали, что въ присутствіи малыхъ количествъ такихъ солей, какъ хлористый алюминій, хлористый цинкъ, хлористый магній, хлорное желѣзо и нѣкоторыхъ другихъ, удается получать весьма разнообразныя и сложныя органическія соединенія изъ болѣе простыхъ съ замѣчательною легкостью и притомъ, главное, при невысокихъ температурахъ. Методъ Фриделя и Крафтса, по своей общности и по своей простотѣ въ исполненіи, можетъ быть поставленъ въ ряду другихъ синтетическихъ методовъ на первое мѣсто. Впрочемъ, Фридель и Крафтсъ не представили удовлетворительнаго разъясненія роли минеральныхъ солей, необходимыхъ для этихъ реакцій. Гипотетическое объясненіе, которое они дали, лишено всякой фактической поддержки. Судя по тѣмъ результатамъ, которые мнѣ удалось получить до сего времени и которые частію уже опубликованы ²⁾, дѣло заключается въ томъ, что взятая соль *соединяется* съ органическимъ тѣломъ; въ реакцію синтеза затѣмъ вступаетъ это вновь образовавшееся соединеніе, заключающее элементы соли и органическаго вещества и обладающее, слѣдовательно, иными свойствами, чѣмъ его ближайшія составныя части въ свободномъ состояніи. Освобождающаяся, послѣ реакціи, соль можетъ соединиться съ новымъ количествомъ органическаго вещества и, такимъ образомъ, ввести его всего мало по малу въ синтетическую реакцію. Изъ вышеизложеннаго видно, что дѣло идетъ совершенно такимъ же образомъ, какъ при реакціи папаина на фибринъ, разобранной Вюрцемъ. Какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ, процессъ объясняется тѣмъ, что въ реакцію вступаетъ не первоначально взятое тѣло, а соединеніе его или съ ферментомъ, или съ солью. Въ обоихъ случаяхъ соединеніе приобретаетъ способность реагировать при обыкновенной температурѣ,—способность, которой была лишена органическая составная часть его въ свободномъ состояніи. Ни одинъ изъ синтетическихъ методовъ, практикуемыхъ въ настоящее время въ химіи, не проливаетъ столько свѣта на роль минеральныхъ солей въ организмахъ, какъ методъ, о которомъ идетъ рѣчь. Этотъ методъ указываетъ тотъ путь, держаться котораго слѣдуетъ при ближайшей разработкѣ вопроса о роли минеральныхъ соединеній въ организмахъ. Онъ указываетъ на то, что соли, соединяясь съ органическими веществами, могутъ глубоко измѣнить натуру послѣднихъ,—выводъ все-таки неожиданный, хотя въ существѣ своемъ и не представляющій ничего такого, что въ общихъ чертахъ не могло бы быть выведено а priori, основываясь на ранѣе извѣ-

¹⁾ Comptes rendus. Tome 85, page 74.

²⁾ „Журналъ Русскаго Химич. Общества“ 1878 г., стр. 268, 296, 390. Тотъ же журналъ 1879 года, стр. 81, 120. См. также „Органическія соединенія въ ихъ отношеніяхъ къ галлоиднымъ солямъ алюминія“. 1883 г.

икована работа ко касающаяся ли, что въ при- ристый алюми- желѣзо и нѣко- нныя и сложныя зчительно лег- турахъ. Методъ й простотѣ въ ихъ синтетиче- ; и Крафтсъ не минеральныхъ кое объясненіе, ржки. Судя по (о сего времени ается въ томъ, ть; въ реакцію соединеніе, за- и обладающее, шія составныя послѣ реакціи, органическаго по малу въ син- что дѣло идетъ гапаина на фиб- въ другомъ слу- лупаетъ не пер- эрментомъ, или ть способность ѣность, которой свободномъ со- ктикуемыхъ въ свѣта на роль которомъ идетъ я котораго слѣ- неральныхъ со- то соли, соеди- о измѣнить на- гя въ существѣ бщихъ чертахъ на ранѣе извѣ-

стныхъ фактахъ, основывался на томъ, что химическое соединеніе двухъ тѣлъ всегда отличается, по свойствамъ, отъ тѣлъ, входящихъ въ его составъ. Тѣмъ не менѣе этотъ выводъ изъ конкретныхъ примѣровъ заставляетъ обратить вниманіе на органоминеральныя соединенія, заключающіяся въ растеніяхъ и вообще въ организмахъ, и изслѣдовать ихъ въ этомъ отношеніи.

Хотя прямыхъ изслѣдованій въ этомъ направленіи еще не произведено и вопросъ въ примѣненіи къ организмамъ еще никѣмъ преднамѣренно не былъ затронутъ, тѣмъ не менѣе существуетъ много случайно наблюденныхъ фактовъ, показывающихъ, какое измѣненіе можетъ произойти съ сложными веществами организмовъ въ присутствіи минеральныхъ солей. Такъ, напримѣръ, соединенія бѣлковой группы оказываются весьма чувствительными къ присутствію минеральныхъ солей, и притомъ такихъ солей, какъ хлористый натрій, сѣрнонатровая соль, фосфорноизвестковая соль и т. п. Свойства ихъ, въ присутствіи солей, мѣняются. Многія изъ бѣлковыхъ веществъ, нерастворимыя въ водѣ, растворяются въ слабыхъ водныхъ растворахъ солей, т.-е. вода, не дѣйствующая на бѣлковое вещество при обыкновенной температурѣ, въ отсутствіи соли, дѣйствуетъ при этихъ условіяхъ на него, если соль присутствуетъ. Нѣкоторыя соли мѣняютъ крови свертываться, переходить заключающимся въ крови бѣлковымъ веществамъ изъ растворимаго состоянія въ нерастворимое 1); ближайшія производныя бѣлковыхъ веществъ превращаются въ нихъ обратно, соединяясь съ фосфорноизвестковою солью; крахмалъ превращается въ растворимое въ водѣ видоизмѣненіе, въ присутствіи нѣкоторыхъ солей, при низшей температурѣ, чѣмъ при дѣйствіи одной воды и т. п. 2). Подобныхъ фактовъ не мало. Многіе изъ нихъ, вовсе необъясненные и лишеныя до сихъ поръ всякаго теоретическаго значенія, приобрѣтаютъ его, разъ доказано, что минеральныя соли свободны соединяться съ органическими веществами, причемъ могутъ глубоко измѣнять натуру послѣднихъ 3).

1) Ср. Готье объ измѣненіи минеральной части альбумина при свертываніи и о переходѣ фибрина въ растворимое состояніе. Bull. de la soc. chim. 1885, 596.

2) О вліяніи присутствія солей на дѣйствіе ферментовъ см. Ad. Mayer, Die Lehre von den chem. Fermenten, стр. 78, и E. Pfeifer, Chem. Centralbl. 1885 г., стр. 26. Объ ускореніи инверсіи сахара, вслѣдствіе присутствія солей, съ которыми сахаръ соединяется, имѣются наблюденія Уреха.

3) По теоріи можно предвидѣть цѣлый рядъ соединеній одной соли съ какимъ-либо однимъ сложнымъ органическимъ веществомъ, наприм. съ крахмаломъ, бѣлковыми веществами и т. п. Можно предвидѣть, что эти, различныя соединенія двухъ тѣлъ будутъ обладать различными свойствами; одни будутъ, напримѣръ, показывать возвышенную способность вступать въ извѣстныя реакціи, другія, наоборотъ, окажутся менѣе способными къ реакціямъ, чѣмъ составляющія ихъ тѣла. Съ большою вѣроятностью можно предсказать, что наименѣе прочныя изъ этихъ соединеній окажутся наиболѣе способными къ реакціямъ. Тѣ соединенія органическихъ веществъ съ хлористымъ и бромистымъ алю-

, стр. 268, 296, кже „Органиче- ская алюминія“.

То, что, повидимому, мѣшало приступить до сихъ поръ къ разъясненію роли минеральныхъ солей въ организмахъ, было отсутствіе разобранныхъ во всѣхъ частностяхъ примѣровъ химическаго дѣйствія солей, безъ разложенія ихъ, на органическія вещества, сопровождающееся рѣзкимъ измѣненіемъ свойствъ соединившихся тѣлъ. Я привелъ выше доказательства способности многихъ минеральныхъ солей соединяться съ органическими веществами и указалъ на то, что онѣ могутъ глубоко измѣнить свойства послѣднихъ. Значеніе ми-

ниемъ, которыя показываютъ возвышенную способность къ реакціямъ, всѣ мало прочны; условія ихъ образованія указываютъ на то, что они произошли съ поглощеніемъ энергіи, чѣмъ и объясняется это ихъ свойство. Впередъ, слѣдовательно, можно предвидѣть трудности извлеченія подобныхъ соединеній въ неразложенномъ состояніи изъ организмовъ, или искусственнаго ихъ полученія. Что же касается тѣхъ соединеній органическихъ веществъ съ солями, которыя остаются послѣ обработки растенія различными растворителями, и на которыхъ я остановился въ началѣ рѣчи, съ цѣлью указать на способность минеральныхъ солей соединяться съ органическими веществами, то эти соединенія, какъ несомнѣнно прочныя, едва ли будутъ показывать возвышенную способность къ реакціямъ. По всей вѣроятности, значеніе этихъ органическихъ тѣлъ въ организмахъ иное и вообще опредѣляется тѣмъ, что они могутъ вступать въ другія реакціи, чѣмъ составляющія ихъ тѣла (ср. изслѣдованія Лунина, *Zeitschrift f. phys. Chemie.* Томъ V, стр. 34). Надо имѣть въ виду, что организмы могутъ ощущать потребность не только въ средствахъ понижающихъ температуру реакцій, но и въ средствахъ повышающихъ ее, дѣлающихъ данныя соединенія болѣе стойкими, чѣмъ при обыкновенныхъ условіяхъ. Такими свойствами должны обладать соединенія, отлагаемыя растеніемъ въ запасъ, наприм. вещества сѣмени, или такъ называемыя отжившія части растеній, наприм. древесина. Прямые наблюденія показываютъ, что какъ эти отжившія части растеній, такъ и тѣ части, въ которыхъ кипитъ жизнь, содержатъ много минеральныхъ солей; но тамъ, гдѣ идетъ образованіе органическаго вещества, соли находятся въ подвижномъ состояніи, и большую часть ихъ легко извлечь растворителями, тогда какъ соединенія, отложенныя въ запасъ, съ трудомъ отдають соли растворителямъ. Одна и та же соль можетъ играть двойную роль въ растеніи, соединяясь съ различными веществами, въ разное время, при разныхъ условіяхъ. Если соединеніе происходитъ при условіяхъ, допускающихъ возможность поглощенія энергіи, то слѣдуетъ ждать происхожденія тѣла съ возвышенною способностью къ реакціямъ, и наоборотъ. Всѣми признается въ настоящее время, что минеральныя соли необходимы при образованіи бѣлковыхъ веществъ, и извѣстно, что бѣлковыя вещества оставляють, послѣ сжиганія, золу. Слѣдуетъ думать, что роль минеральныхъ солей, по отношенію къ бѣлковымъ тѣламъ, во время ихъ образованія, совершенно иная, чѣмъ послѣ. Для того, чтобы бѣлковое вещество могло образоваться, необходимо посредствующее участіе соединеній, могущихъ задержать въ себѣ запасъ энергіи и заключающихъ въ себѣ составныя части бѣлковыхъ веществъ. Роль солей при этомъ состоитъ, по всей вѣроятности, въ томъ, что онѣ соединяются, поглощая энергію, съ промежуточными тѣлами, служащими для образованія бѣлковыхъ веществъ. Но разъ бѣлковое вещество образовалось, соединеніе соли съ нимъ можетъ имѣть слѣдствіемъ пониженіе способности бѣлковаго вещества вступать въ реакцію. Вслѣдствіе этого бѣлковое вещество можетъ удобно сохраниться до того момента, когда, при измѣнившихся условіяхъ, наступитъ время для его разложенія.

нераль
при п
Приоб
Дѣлае
стіе е
ненія
напра
Ор
по от
кой с
соля
ниче
наго.
раль
боль
ные
мож
ных
чати
явл
изу
лом
ког
тол
сов
Пое
наг
нев
ска
от
до
ле
ус
ну

нихъ поръ къ разъ-
хъ, было отсутствіе
химическаго дѣй-
вѣстия вещества, сопро-
единившихся тѣлъ.
гихъ минеральныхъ
и указалъ на то,
днихъ. Значеніе ми-

ность къ реакціямъ,
аютъ на то, что они
нается это ихъ свой-
рудности извлеченія
изъ организмовъ,
ихъ соединеній орга-
постѣ обработки ра-
я остановился въ
неральныхъ солей
и соединенія, какъ
возвышенную спо-
іе этихъ органици-
опредѣляется тѣмъ,
составляющія ихъ
Chemie. Томъ V, стр.
цущать потребность
ру реакцій, но и въ
и соединенія болѣе
Такими свойствами
въ запасъ, наприм.
ія части растений,
тъ, что какъ эти от-
ахъ кипитъ жизнь,
Б идетъ образованіе
жномъ состояніи, и
тогда какъ соедине-
ли растворителямъ.
растеніи, соединя-
при разныхъ усло-
хъ, допускающихъ
происхожденія тѣ-
наоборотъ. Всѣми
я соли необходимы
что бѣлковыя веще-
умать, что роль ми-
намъ, во время ихъ
ого, чтобы бѣлковое
щее участіе соеди-
и заключающихъ
ль солей при этомъ
соединяются, погло-
ами для образованія
образовалось, соеди-
ниженіе способности
іе этого бѣлковое
нта, когда, при из-
азложенія.

неральныхъ солей этимъ выдвигается. Игнорировать ихъ присутствіе при превращеніяхъ органическаго вещества теперь мы не можемъ. Приобрѣтены исходные пункты для дальнѣйшей разработки вопроса. Дѣлается весьма вѣроятнымъ, что, принимая непосредственное участіе въ реакціяхъ, происходящихъ въ организмахъ, входя въ соединенія, соли могутъ служить средствомъ для измененія свойствъ тѣлъ въ направленіи, требуемомъ условіями жизни организмовъ.

Организованный міръ, составляющій неизмѣримо-малую величину по отношенію къ массѣ минеральнаго вещества во всемирной, до такой степени глубоко проникнуть и тѣсно связанъ съ минеральными солями, что это одно уже указываетъ на тѣсную зависимость органическаго вещества, во всѣ фазы его существованія, отъ минеральнаго. Въ природѣ можно отдѣлить организованный міръ отъ минеральнаго, но отдѣлить органическое отъ минеральнаго въ огромномъ большинствѣ случаевъ крайне трудно. Только примѣняя искусственныя методы, разрушая весьма часто то, что даетъ намъ природа, возможно достигнуть отдѣленія органическихъ соединеній отъ минеральныхъ. Мы часто прибѣгаемъ къ подобнымъ приемамъ, съ цѣлью изучать отдѣльно органическое отъ минеральнаго. Стремленіе изучать явленія въ возможной простотѣ, безъ сомнѣнія, весьма законно и изученіе всякаго вопроса, конечно, должно идти отъ частей къ цѣлому. Но это-то цѣлое и не слѣдуетъ упускать изъ вида, особенно когда предварительная подготовка предмета окончена. Въ природѣ только въ рѣдкихъ случаяхъ превращеніе органическаго вещества совершается независимо, изолированно отъ превращеній минеральнаго. Поэтому, продолжая изучать отдѣльно органическое отъ минеральнаго, ограничиваясь, при этомъ изученіи, употребленіемъ только неизбѣжныхъ и немногихъ минеральныхъ реактивовъ,—словомъ, опуская изъ вида возможную связь и зависимость органическаго міра отъ минеральнаго и не идя навстрѣчу этой связи въ нашихъ изслѣдованіяхъ, мы никогда не приблизимся къ разрѣшенію тѣхъ проблемъ, которыя представляетъ намъ природа. Только становясь въ тѣ условія, которыя сама природа намъ указываетъ, возможно достигнуть явленія, въ ней происходящаго, и овладѣть ими.

СОДЕРЖАНІЕ.

	<i>Стр.</i>
<p>ЛЕКЦІЯ 1. Вступленіе.—О необходимости особиыхъ методовъ для опредѣленія натуры ближайшихъ составныхъ частей почвъ.—О происхожденіи минеральной части почвъ.—Физическіе и химическіе дѣтели вывѣтриванія.—Дѣйствіе на горныя породы кислорода, воды и углекислоты.—О цеолитахъ и объ образованіи цеолитной части почвъ</p>	1
<p>ЛЕКЦІИ 2 и 3. Обь участіи растений въ образованіи почвъ.—Обь образованіи углекислоты въ почвахъ изъ растительныхъ остатковъ.—Опыты Буссенго и Леви.—Опыты Вольни.—О значеніи оставленія поля подь чернымъ паромъ.—О причинахъ развитія углекислоты изъ растительныхъ остатковъ въ почвахъ.—Опыты Вольни и Фодора, относящіяся къ этому вопросу.—Обь условіяхъ, вліяющихъ на жизнѣдѣтельность микроорганизмовъ въ почвахъ</p>	11
<p>ЛЕКЦІИ 4 и 5. Обь условіяхъ образованія нитратовъ въ почвахъ.—Три категоріи соединеній связаннаго азота, находящихся въ почвахъ.—Открытіе азотнаго фермента Шлезингомъ и Мюнцемъ и относящіяся къ этому вопросу изслѣдованія.—Свойства, нахожденіе и распространеніе азотнаго фермента въ природѣ.—Условія образованія нитратовъ въ почвахъ; вліяніе влажности, температуры, щелочности среды, количества органическаго вещества, кислорода—на ходъ нитрификаціи.—Возстановленіе нитратовъ и причины этого процесса.—Относящіяся сюда опыты Шлезинга и Мюнца, Дегерена, Гэйона и Дюпети.—Наивыгоднѣйшія условія дѣйствія азотнаго фермента были извѣстны ранѣе его открытія.—О потерѣ нитратовъ почвами вслѣдствіе вымыванія.—Обь обезвреживаніи нечистотъ процѣживаніемъ чрезъ почву; особенности дѣйствія рѣчной воды вслѣдствіе присутствія въ ней азотнаго фермента</p>	24
<p>ЛЕКЦІИ 6 и 7. О гумусѣ.—Происхожденіе гумуса изъ древесины растений.—Сравненіе элементарнаго состава гумуса съ составомъ древесины.—Участіе растений и животныхъ (червей) въ образованіи гумуса.—Составныя части гумуса.—Ульминъ, гуминъ, гуминовая, апокреповая и креновая кислоты.—Обь отношеніи органическихъ составныхъ частей почвы къ минеральнымъ.—Взглядъ на этотъ предметъ Соссюра.—Опыты Грандо и критика ихъ.—Обзоръ взглядовъ на роль гумуса въ питаніи растений; въ чемъ эта роль состоитъ</p>	44
<p>ЛЕКЦІИ 8 и 9. О поглотительной способности почвъ.—Взглядъ Уэ на причины поглотительной способности почвъ.—Опыты Либиха и объясне-</p>	

ніе имъ данное ній, на которыхъ почвою основан поглощеніи всеи Опыты Раутенб которыхъ кисло поглотаются по способности почвъ

ЛЕКЦІИ 10 для анализа.—При опредѣленіи въ общаго количества закиси желѣза,

ЛЕКЦІИ 12 жду составомъ рымъ подверга при гніеніи на гніеніи навоза предупредженіи.—О человекѣ изверженій у ловѣческихъ в **метъ вообще,** и отношеніе анализъ гуано

ЛЕКЦІИ 14 **фосфорной** кис передь внесеныя кислота Кости и способу костяной муки ние ихъ въ Р ходящія при форитовъ.—А

ЛЕКЦІИ 1 азотистыхъ у, почвою изъ а углекислаго в воды въ возд ходитъ въ с азотъ перехо амміака для деніи ея; а

ЛЕКЦІЯ 1 скія залежи

ніе имъ данное для этого свойства почвъ.— Критика основныхъ положеній, на которыхъ Либихъ основалъ свое объясненіе.— Условія поглощенія почвою основаній изъ солей.— Рѣшеніе вопроса, дѣйствуетъ ли почва при поглощеніи всею массою, или нѣкоторыми изъ ея составныхъ частей.— Опыты Раутенберга, Эйхгорна, Лемберга и Гейдена.— О поглощеніи нѣкоторыхъ кислотъ почвою и о причинахъ этого явленія.— Какія вещества поглощаются почвою по преимуществу.— О значеніи поглотительной способности почвъ для питанія растений 60

ЛЕКЦІИ 10 и 11. О химическомъ анализѣ почвы.— Собираніе почвы для анализа.— Подготовленіе почвы для анализа.— О дѣйствіи на почву кислотъ.— Приготовленіе соляно-кислой вытяжки почвъ и анализъ ея.— Опредѣленіе въ почвахъ углекислоты, гумуса, химически связанной воды, общаго количества связаннаго азота, амміака, азотной кислоты, хлора, закиси желѣза, сѣры; опредѣленіе поглотительной способности почвъ 82

ЛЕКЦІИ 12 и 13. Объ удобреніяхъ вообще.— О навозѣ; отношенія между составомъ пищи и составомъ изверженій; объ измѣненіяхъ, которымъ подвергается навозъ при его храненіи; о газахъ, выдѣляющихся при гніеніи навоза; о негазообразныхъ продуктахъ, образующихся при гніеніи навоза; общіе результаты измѣненія навоза при гніеніи; о мѣрахъ предупрежденія потери азота и амміака изъ навоза при его сохраненіи.— О **человѣческихъ изверженіяхъ**; сравненіе состава мочи и твердыхъ изверженій у человѣка и крупнаго рогатаго скота; объ утилизаціи человѣческихъ изверженій для удобрительныхъ цѣлей.— **Гуано и птичій пометъ вообще, какъ удобрительное средство**; перуанское гуано, его составъ и отношеніе къ водѣ; бакерское гуано, составъ его и происхожденіе; анализъ гуано и птичьяго помета; о приготовленіи искусственнаго гуано 113

ЛЕКЦІИ 14 и 15. Объ удобреніяхъ съ преобладающимъ содержаніемъ фосфорной кислоты.— Объясненіе причинъ, почему фосфорная доброта передъ внесеніемъ въ почву всегда измельчается и часто обрабатываются кислотами.— О почвенныхъ дѣятеляхъ, разлагающихъ фосфаты.— Кости и способы переведенія ихъ въ измельченное состояніе.— Анализъ костяной муки.— О фосфоритахъ, дѣленіе ихъ на группы, мѣстонахожденіе ихъ въ Россіи.— О приготовленіи суперфосфатовъ и реакціи, происходящія при ихъ ретроградаци.— О другихъ способахъ разложенія фосфоритовъ.— Анализъ фосфоритовъ и суперфосфатовъ 135

ЛЕКЦІИ 16 и 17. О круговоротѣ азота въ природѣ и о минеральныхъ азотистыхъ удобреніяхъ.— О количествахъ связаннаго азота, получаемыхъ почвою изъ атмосферы.— О происхожденіи и содержаніи въ морской водѣ углекислаго амміака.— О распространеніи углекислаго амміака морской воды въ воздухѣ.— Процессы, вслѣдствіе которыхъ свободный азотъ переходятъ въ связанное состояніе.— Процессы, при которыхъ связанный азотъ переходитъ въ свободное состояніе.— О полученіи сѣрниокислаго амміака для удобренія.— Чилійская селитра и предположенія о происхожденіи ея; анализъ чилійской селитры 157

ЛЕКЦІЯ 18. О калийныхъ удобреніяхъ.— Источники ихъ.— Стассфуртскія залежи и добываніе изъ нихъ калийныхъ удобреній.— О каинитѣ.—

Стр.

одовъ для опре-
происхожденіи
ели вывѣтрива-
слоты.— О цео-
I
въ.— Обь обра-
ковъ.— Опыти
енія поля подь
растительныхъ
щіеся къ этому
сть микроорга-
11
въ почвахъ.—
въ почвахъ.—
относящіяся къ
распространеніе
ратовъ въ поч-
ды, количества
и.— Возстанов-
ся сюда опыти
однѣйшія усло-
открытія.— О
обезвреживаніи
дѣйствія рѣчной
24
древесины рас-
авомъ древеси-
аніи гумуса.—
анокреновая и
тъ частей почвы
- Опыты Грандо
таніи растений;
44
- Взглядъ Уэ на
иха и объясне-

III

	Стр.
О причинах неудач при применении калийных удобрений; анализ калийных удобрений	177
ЛЕКЦІЯ 19. Аналитическіе методы изслѣдованія растительнаго корма и пищевыхъ веществъ вообще.—Составленіе средняго образчика для анализа.—Опредѣленіе общаго количества минеральныхъ составныхъ частей.—Опредѣленіе жира.—Опредѣленіе древесины.—Опредѣленіе крахмала и глюкозы.—Опредѣленіе азота по Кьельдалю.—Опредѣленіе бѣлковыхъ веществъ.—Опредѣленіе амидосоединеній	182
ЛЕКЦІЯ 20. О составѣ и анализѣ молока и масла.—О состояніи жира и казеина въ молокѣ.—Химическій анализъ молока.—Ареометрической способъ опредѣленія жира въ молокѣ по Сокслѣ.—Способъ Хенера для открытія фальсификаціи коровьяго масла саломъ	206
Приложеніе. О химической роли минеральныхъ солей въ органической природѣ	223

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

- Стр. 9, строка 4 снизу, напечатано: „кремнеземомъ“, должно быть: „глиноземомъ“.
- ” 53, строка 5 снизу, напечатано: „всѣ соли послѣдней“, должно быть: „всѣ соли послѣдней, встрѣчающіяся въ природѣ“.
- ” 54, строка 9 сверху, напечатано: „разложить сѣрнистымъ водородомъ“, должно быть: „разложить сѣрнистымъ аммоніемъ“.
- ” 72, строка 7 снизу, напечатано: „дѣйствія основанія на соль“, должно быть: „дѣйствія основанія на кислоту“.



Пр 48г