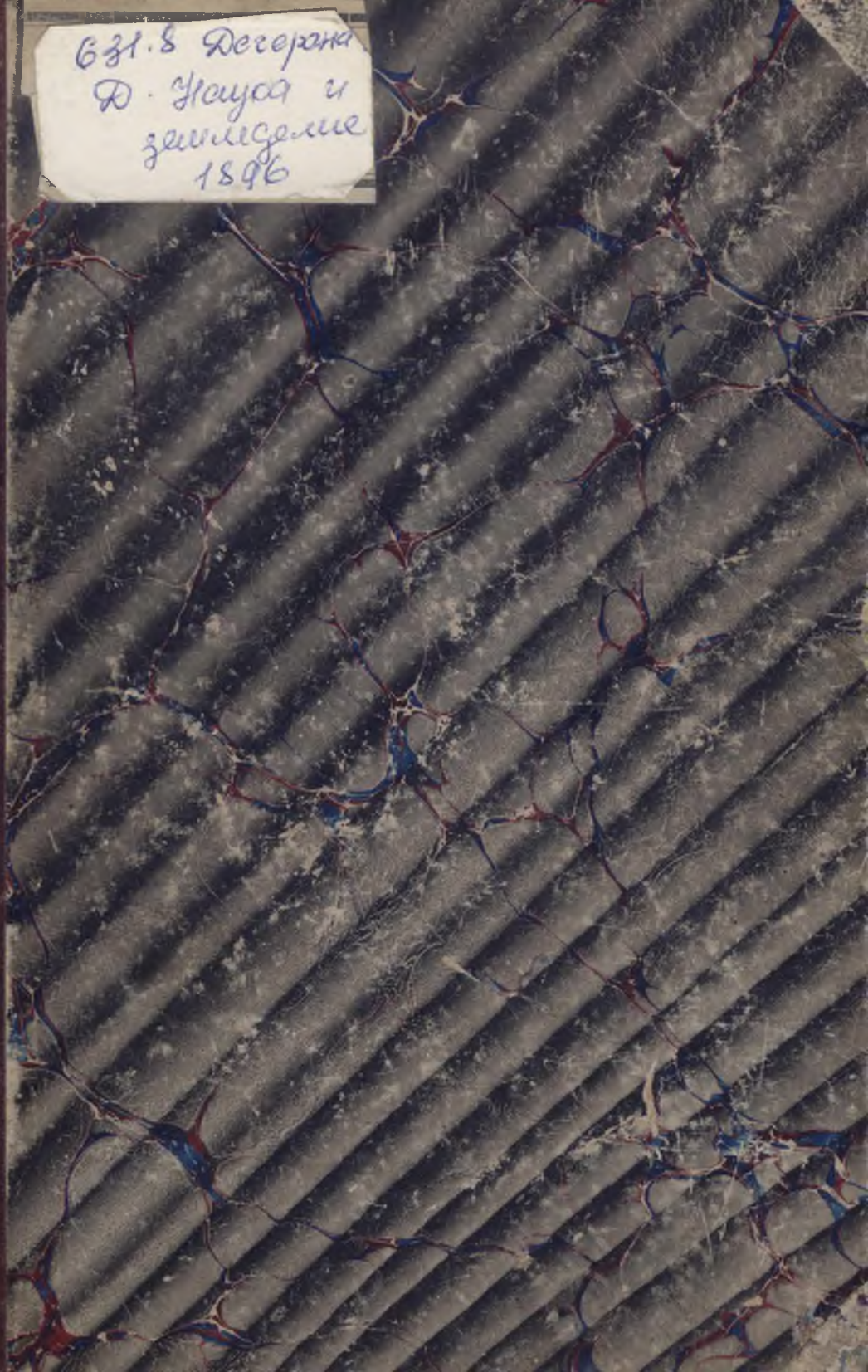


631.8 Десерта
Д. Гауса и
земледеле
1896



Неучебный отдѣлъ.

№ 2190.

4283.

11.10.1910



2170

НАУКА и ЗЕМЛЕДѢЛІЕ

Первая серія.

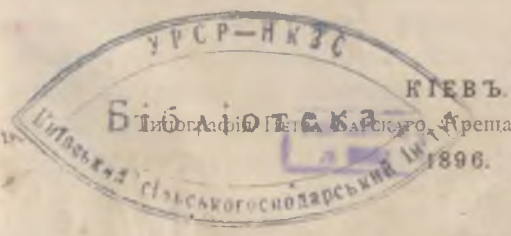
9 631.8
27

УДОБРЕНІЯ и МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВЫ.

П. П. Дегерена.

Переводъ Д. И. КОЧЕНОВСКАГО,
Лаборанта Агрономической Лабораторіи Университета Св. Владимира.

20490.



Библиотечка Пет. Карского, Фрешатикъ, собств. домъ № 40.

1896.

НАУКА И ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Содержание

УМЕНЬШАЮЩИЕ И УВЕЛИЧИВАЮЩИЕ

ПОРВЫ

Дозволено цензурою. 10 Июня 1896 года.

Всесоюзная
1926 г.

Предисловіе переводчика,

Наука должна быть собственностью цѣлаго человѣчества, а не тайною, въ которую посвящены немногіе, составляющіе такъ сказать касту ученыхъ. Человѣчество имѣетъ полное право требовать отъ ученыхъ, чтобы они подѣлились наконецъ своимъ достояніемъ со всѣми людьми и для того выбрали такой способъ изложенія, который-бы не затруднялъ и не дѣлалъ невозможнымъ доступъ къ наукамъ большинству общества.

Шлейденъ.

Такой девизъ мы выбрали для книги выпускаемой нами на русскомъ языкѣ и конечно никто не станетъ спорить съ приведенной въ немъ мыслью; между тѣмъ ни въ какомъ случаѣ нельзя сказать, чтобы на русскомъ языкѣ было достаточное количество книгъ, необходимыхъ для нашего средняго сельскаго хозяина. Еще можно согласиться съ тѣмъ, что есть капитальныя сочиненія, но онѣ, не говоря уже о высокой цѣнѣ, доступны только пониманію меньшинства, а большинство не имѣетъ для этого научной подготовки и такимъ образомъ игнорируется нашей литературой.

Въ виду этого то мы и остановились на переводѣ этой книги для большаго ознакомленія съ которой приведена слѣдующая рецензія редактора французскаго журнала *d'agriculture pratique*—Г. Санье:

Для того чтобы наиболѣе цѣнные выводы науки были доступны всякому, кто пожелаетъ ими воспользоваться, необходимо, чтобы они были ясно и точно изложены. Эту задачу въ той области земледѣльческой химіи, знакомство съ которой особенно необходимо для сельскаго хозяина, съ успѣхомъ удалось разрѣшить члену Института и Національнаго Общества Земледѣлія—Дегерену. Книга нашего автора, очень интересная по содержанію, въ тоже время и крайне легко читается. Она раздѣлена на 2 части, изъ которыхъ одна посвящена учению объ удобреніяхъ, а другая говоритъ о микроорганизмахъ почвы.

Въ первой части находятся весьма цѣнные указанія относительно различныхъ органическихъ и минеральныхъ удобреній, примѣняемыхъ въ земледѣліи, о происхожденіи ихъ и роли. Вторая трактуетъ о тѣхъ вопросахъ, которые освѣщены только недавними научными изслѣдованіями, а главнымъ образомъ объ обогащеніи почвы азотомъ и объ утилизациіи этого элемента. Для того чтобы изложить это въ формѣ удобопонятной для всякаго нужно было большое умѣнье. Дегеренъ справился съ этой задачей и представилъ въ интересномъ изложеніи одинъ изъ наиболѣе отвлеченныхъ предметовъ. Указывая, какимъ образомъ жизнь возникаетъ и происходитъ въ почвѣ, онъ объясняетъ тѣмъ значеніе земледѣльческихъ работъ, которыя имѣютъ въ виду способствовать развитію микроорганизмовъ.

Эта серія научныхъ очерковъ представляетъ очень большой интересъ для земледѣльцевъ“.

На это пожалуй скажутъ, что книга рассчитана на французскаго читателя; но вѣдь научныя основанія земледѣлія однѣ и тѣ же и для Россіи и для Франціи; что же касается до примѣровъ изъ хозяйственной практики Франціи, которыми Дегеренъ пересыпаетъ свое изложеніе, то отыскать подобные въ жизни Россіи пока трудно, тѣмъ не менѣе мы нашли возможнымъ снабдить текстъ примѣчаніями по этому предмету и изъ жизни Россіи, пользуясь только что вышедшими „Трудами Коммиссіи по отдѣлу искусственныхъ удобреній на Всероссійской Сельско-Хозяйственной Выставкѣ 1895 г. въ Москвѣ“. Введены также примѣчанія и по вѣкоторымъ спеціальнымъ вопросамъ.

Переводъ всей первой части „Удобренія“ сдѣланъ мною, а вторая „Микроорганизмы почвы“ переведена И. С. Назаровымъ. мнѣ же принадлежитъ только редація и примѣчанія. Д. К.



Предисловіе автора.

Введеніе въ сѣвооборотъ плугопольныхъ растений и расширеніе искусственныхъ луговъ указываютъ на самый быстрый прогрессъ европейскаго земледѣлія въ XVIII в.; все это было добыто только путемъ практики. Напротивъ того въ основаніи успѣховъ текущаго столѣтія лежатъ данныя добытыя наукой; они покоятся на знаніи питанія растений, которое установлено трудами Соссюра, Буссенго и Либиха. Чрезвычайное развитіе промышленныхъ предпріятій, которое вызываетъ въ наше время примѣненіе удобрений, вытекаетъ изъ этихъ открытій. Послѣ того, какъ было установлено, что фосфоръ содержащія удобрения (фосфаты) необходимы въ растительной жизни, что костяная мука и костяной уголь значительно увеличиваютъ сборы съ земель бѣдныхъ фосфорной кислотой, начались поиски другихъ источниковъ фосфора, кромѣ костей, служившихъ прежде единственнымъ распространеннымъ удобрениемъ. Въ 1856 г. Эли-де-Вомонъ опубликовалъ свой замѣчательный трудъ о геологическихъ мѣсторожденіяхъ фосфора и съ ужасомъ констатировалъ тотъ фактъ, что онѣ не многочисленны и не въ состояніи возстановить плодородіе земель уже истощенныхъ культурами. Но опасенія, которыя онъ высказалъ относительно будущаго европейскаго земледѣлія, вскорѣ должны были разсѣяться; это сообщеніе его вызвало энергичныя изслѣдованія, результатомъ которыхъ было открытіе одного за другимъ многочисленныхъ и богатыхъ мѣстороженій фосфора. Такимъ образомъ были найдены фосфоръ-содержащіе известковые кругляки (*des nodules de fosfate de chaux*) во многихъ департаментахъ Франціи, въ Англіи и въ Россіи, фосфориты во Франціи, въ Канадѣ и въ Норвегіи; апатиты въ Испаніи; фосфоръ содержащій песокъ въ департаментѣ Франціи Соммъ и Па-де-Кале; въ болѣе недавнее время громадное мѣстороженіе во Флоридѣ; наконецъ въ самыя послѣдніе годы открытъ крайне доступный для эксплуатаціи слой фосфатовъ простирающійся на огромномъ протяженіи въ Алжирѣ и въ

Тунисѣ. Фабрикаціи суперфосфатовъ, черная изъ этихъ замѣчательныхъ источниковъ, возрастаетъ съ каждымъ годомъ.

Въ 1856 г., Буссенго и Жоржъ Вилль, въ одно и тоже время открыли удобрительное дѣйствіе азотнокислыхъ солей (нитратовъ); примѣненіе ихъ, сначала ограниченное, вскорѣ стало распространеннымъ и въ настоящее время Европа утилизируетъ 1 мил. тоннъ ¹⁾ натріевой селитры, которая привозится съ западнаго берега Южной Америки. Эти новые источники, въ видѣ сильно дѣйствующихъ удобреній, фосфатовъ и нитратовъ, повышаютъ урожаи въ благопріятные годы, такъ напр. въ 1894 г., Франція сняла такое количество хлѣба, котораго достаточно, чтобы не обращаться къ иностранному ввозу.

Я полагалъ, что не безынтересно указать на положеніе, въ которомъ находится теперь этотъ великій вопросъ объ удобреніяхъ и изложить предметъ такъ просто, чтобы онъ былъ доступенъ тому все увеличивающемуся кругу лицъ, который интересуется сельскимъ хозяйствомъ.

Въ первой части этой книжки найдутъ главу, которая посвящена специально органическимъ удобреніямъ; и особенно останавливаюсь на приготовленіи хлѣвнаго навоза, такъ какъ онъ остается удобрительнымъ веществомъ по преимуществу; глава этой первой части говоритъ о минеральныхъ удобреніяхъ и объ ихъ примѣненіи.

Въ послѣдніе годы былъ освѣщенъ вопросъ, который дебатировался вотъ уже почти 50 лѣтъ, именно, участіе атмосфернаго азота въ растительныхъ процессахъ. Еще не забытъ долгій споръ, въ которомъ выступали Буссенго, утверждавшій, что атмосферный азотъ не ассимилируется растеніями и Жоржъ Вилль, поддерживавшій противоположное мнѣніе. Этотъ споръ окончился только недавно послѣ того какъ, съ одной стороны, знаменитый химикъ Вертело констатировалъ, что земля заключаетъ живыя существа, микроорганизмы, способныя фиксировать свободный азотъ и тѣмъ способствовать образованію органическихъ веществъ, а съ другой Гельригель и Вильфартъ, въ Германіи, открыли, что бобовыя, своей способностью улучшать землю, обязаны появленію на ихъ корешкахъ утолщеній, населенныхъ бактеріями, усвояющими атмосферный азотъ.

Связанный азотъ необходимъ для растительной жизни и въ настоящее время мы знаемъ, что земля черпаетъ его изъ неизмѣримого

¹⁾ 1 тонна—61,0475 пуд.

запаса атмосферы при посредствѣ микроорганизмовъ. Изложеніе открытій, которыя привели насъ къ этимъ новымъ представленіямъ объ усвоеніи атмосфернаго азота почвой, и представляетъ первую главу той части этой книжки, которая говоритъ о микроорганизмахъ почвы.

Вторая глава озаглавлена: утилизація почвеннаго азота; она трактуетъ о томъ, что азотъ, который, представляется въ гумусѣ инертнымъ, переходитъ въ подвижное и легко усвояемое состояніе тоже подъ вліяніемъ микроорганизмовъ.

Изслѣдованіями Шлезинга и Мюнда и еще болѣ недавними работами Виноградскаго открыты специфическіе микробы, которые служатъ въ нашихъ почвахъ для послѣдовательной переработки органическихъ веществъ почвы въ амміакъ, въ соединенія азотистой кислоты и наконецъ азотной.

Внимательнымъ изученіемъ вопроса объ образованіи нитратовъ въ почвахъ установлено, что нитрификація вообще незначительная весной, увеличивается къ лѣту, достигаетъ максимума осенью и оканчивается значительными потерями, такъ какъ нитраты образовавшіеся въ почвахъ, съ которыхъ снятъ урожай, вымываются водой, просачивающейся черезъ почву, и уходятъ съ дренажными водами ¹⁾. Культуры которыя осенью запахиваются, и на которыхъ мы не разъ настаиваемъ, имѣютъ цѣлью именно устранить или по крайней мѣрѣ уменьшить эти потери.

Съ особенной напряженностью, нигрификація идетъ въ почвахъ влажныхъ и хорошо провѣтриваемыхъ. Вообще плодородіе возрастаетъ по мѣрѣ новообразованія нитратовъ и вотъ, именно, чтобы создать среду, благопріятную для развитія нитрифицирующихъ микроорганизмовъ, земледѣлецъ, уже съ самой отдаленной древности, обрабатываетъ свое поле и разрыхляетъ его почву.

Агрономія какъ и медицина находится въ зависимости отъ открытій великаго Пастера; въ настоящее время мы знаемъ, что ученіе о плодородіи почвъ обязано своимъ развитіемъ постановкѣ, все болѣе и болѣе выясняющагося, вопроса о микроорганизмахъ почвы.

¹⁾ Этого выщелачиванія осенними водами нельзя отрицать и относительно Россіи, какъ это иногда у насъ принято. По крайней мѣрѣ осеннее изобиліе воды въ прудахъ и колодцахъ указываетъ на возможность просачиванія атмосферныхъ осадковъ черезъ почву, которая такимъ образомъ не можетъ не выщелачиваться.

И такъ въ этой небольшой книжкѣ мы попытались сдѣлать очеркъ выдающагося успѣха земледѣлія за послѣднія 50 лѣтъ по 2 вопросамъ: описавъ удобренія, примѣненіе которыхъ возрастаетъ съ каждымъ годомъ, мы указываемъ, какимъ образомъ безконечно малые, такъ долго неизвѣстные, микроорганизмы почвы вліяютъ на сельскохозяйственное производство въ такой степени, предѣлы которой недавнія работы едва позволяютъ измѣрить.

Читатели *Revue des Deux-Mondes* найдутъ въ этой книжкѣ распространенными и измѣненными тѣ статьи, которыя печатались въ 1893 и 1894 г., такъ какъ въ наукѣ, находящейся на пути прогресса, всякій день приноситъ новое открытіе. **В. П. Д.**

УДОБРЕНІЯ И МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВЫ.



«Если земледѣлецъ можетъ теперь рассчитывать на прибыль только при условіи примѣненія удобреній, то все что можетъ пролить свѣтъ на дѣйствіе удобрительныхъ веществъ, на потребное ихъ количество, на лучшее ихъ пользованіе,—заслуживаетъ полного вниманія»...

Грандо.

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ.

УДОБРЕНІЯ.

Глава I.

ОРГАНИЧЕСКІЯ УДОБРЕНІЯ.

Въ 1825 г. въ бюджетѣ сельскохозяйственнаго образованія значилось всего только 277,241 фр.: въ настоящее время на него ассигнуютъ свыше 4 мил.; правительство республики не только возстановило агрономическій институтъ, основанный въ 1848 г. и затѣмъ закрытый въ 1852 г., но увеличило и число практическихъ школъ земледѣлія, оно постановило, чтобы въ каждомъ департаментѣ, по крайней мѣрѣ, одинъ, а часто нѣсколько профессоровъ, переходя отъ одной деревни къ другой, на публичныхъ собраніяхъ учили рациональнымъ приѣмамъ труда; устроены также опытные и демонстративныя поля. А между тѣмъ, не смотря на энергичныя и продолжительныя усилія, положеніе земледѣлія еще не было такъ плохо, жалобы такъ рѣзки и сильны, какъ теперь; сельскіе хозяева осадили парламентъ своими просьбами, требуя глубокихъ измѣненій въ таможенной системѣ. И дѣйствительно, положеніе ихъ затруднительно. Такимъ образомъ, неужели всѣ издержки на сельскохозяйственное образованіе оказались безплодными, наука

бессильной, ея совѣты бесполезными и знакомство съ ней ненужнымъ?

Но прежде чѣмъ отказаться отъ надеждъ, которыя подають труды агрономовъ, слѣдуетъ обратиться къ вопросу, въ чемъ заключаются причины теперешняго кризиса. Безспорно главной изъ нихъ надо считать низкія цѣны на сельскохозяйственные продукты; т. е., кризисъ — представляетъ собой явленіе экономическое.

Подъ именемъ валового дохода обозначаютъ сумму, реализованную продажей собранныхъ отъ урожая продуктовъ; эти продукты относятъ къ общему мѣрилу, напр. гектару, и получаютъ, такимъ образомъ единицу, которая позволяетъ сравнивать одно хозяйство съ другимъ. Валовой доходъ мы опредѣлимъ, если умножимъ количество собраннаго продукта на цѣну, по которой онъ проданъ. Напримѣръ, виноградарь изъ Герольта, который собираетъ 100 гектолитровъ обыкновеннаго вина, цѣною по 15 фр. за гектолитръ, получаетъ 1500 фр. валового дохода; въ тоже время, виноградарь изъ Медока собираетъ только 30 гектол. вина, но продаетъ его по 50 фр. и такимъ образомъ и онъ получаетъ 1500 фр. валоваго дохода. Прибыль, барышъ или чистый доходъ,—эти выраженія равносильны,—получится за вычетомъ изъ валоваго дохода издержекъ всякаго рода, которыя имѣютъ мѣсто для этого продукта. Напримѣръ, при воздѣлываніи свекловицы получаютъ 30000 кило корней на гектаръ, они сбываются на сосѣдній сахарный заводъ по 25 фр. за 1000 кило, или валовой доходъ съ гектара представитъ 750 фр.; если сумма издержекъ, которые падаютъ на гектаръ,—т. е. вознагражденіе собственника, стоимость удобрений и сѣмянъ, плата рабочимъ, которые нѣсколько разъ окучивали корни, выкапывали ихъ и свезли на сосѣдній заводъ,—если все это представляетъ только 600 фр., то въ результатѣ получится 150 фр. прибыли, какъ разница между 750 фр. валоваго дохода и 600 фр. издержекъ; но если издержки не ограничились 600 фр., а дошли до 800, то онѣ превосходятъ валовой доходъ и предпріятіе оканчивается потерей. Фермеръ, который находится вдали отъ большихъ центровъ потребления и который не можетъ продавать своей соломы, получаетъ при культурѣ хлѣба валовой доходъ только отъ продажи зерна; допустимъ, что онъ соберетъ на гектаръ по 20 к., умножая это число на продажную цѣну к., мы найдемъ валовой доходъ, который онъ получитъ при этой культурѣ; въ дѣйствительности, продажная цѣна к. хлѣба, которая доходила недавно до 30 фр., опустилась до 25, затѣмъ до 21 фр., наконецъ въ послѣдній годъ, послѣ многочисленныхъ колебаній, она остановилась на 19 фр.; а это почти его дѣйствительная стоимость.

Такимъ образомъ, въ настоящее время, урожай въ 20 к., который для половины Франціи — далеко выше средняго, представляеть всего только 380 фр., а издержки по культурѣ иногда превосходятъ эти 380 фр.; отсюда слѣдуетъ, что земледѣлецъ не только не получить справедливаго вознагражденія за свой трудъ, но онъ потеряетъ на капиталѣ и разорится, если будетъ хозяйничать при подобныхъ условіяхъ.

Настоящій кризисъ является результатомъ низкихъ цѣнъ на сельскохозяйственные продукты, чтобы поднять ихъ обратились къ измѣненію существующихъ таможенныхъ тарифовъ; перѣдко, при обложеніи 5 фр. пошлины каждаго к. привозимаго во Францію изъ заграницы хлѣба, удавалось установить цѣну на 5 фр. выше той, которая существуетъ въ Англіи, при свободной торговлѣ. Но можетъ ли протекціонная система произвести искусственное повышеніе на столько сильное, чтобы уничтожить паденіе цѣнъ, система, которая фатально ведетъ къ ухудшенію, уменьшая общее число предпріятій. Это оказалось очень сомнительнымъ, такъ пошлина въ 5 фр. на к. была признана недостаточной и парламентъ послѣ долгихъ споровъ, подъ вліяніемъ своихъ сельскихъ избирателей, поднялъ цыфру обложенія до 7 фр. со 100 кило.

Какъ бы то ни было наука не отвѣтственна за эту низкую цѣну на сельскохозяйственные продукты; напротивъ, она даже предлагаетъ то единственное средство, которое съ успѣхомъ можетъ поправить дѣло. Мы видѣли, что валовой доходъ опредѣлялся какъ произведение 2-хъ чиселъ, именно, количества произведенныхъ продуктовъ и цѣны на эти продукты; но если наука бессильна повліять на цѣну хлѣба, она указываетъ, какъ увеличить урожай его; въ этомъ то и заключается ея роль и, если она будетъ хорошо выполнена, кризисъ можно считать осужденнымъ. Предположимъ, что при культурѣ зерновыхъ хлѣбовъ можно получить прибыль только въ томъ случаѣ, когда продажа сбора доставитъ 600 фр. на гектаръ; очевидно эти 600 фр. можно получить или при небольшомъ урожаѣ проданномъ по дорогой цѣнѣ, или при хорошемъ, хотя и проданномъ дешево; въ самомъ дѣлѣ 600 фр. валоваго дохода получать какъ при продажѣ 20 к. хлѣба по 30 фр., такъ и 30 к. по 20 фр.

Если земледѣльцы стануть болѣе искусными, чѣмъ теперь, и поднимуть урожай на столько, что будутъ получать доходы даже и при низкихъ цѣнахъ, то въ результатѣ окажется неопѣнимое приобрѣтеніе, такъ какъ приростъ питательныхъ веществъ уменьшитъ число людей, страдающихъ въ виду отсутствія достаточнаго количества пищи. Но и прогрессъ, котораго достигли, уже неизмѣримо великъ; въ самомъ

дѣлѣ, каштаны, просяныя лепешки, черныи хлѣбъ почти во всей Франціи замѣнены бѣлымъ хлѣбомъ; мясо, еще недавно неизвѣстное въ деревнѣ, теперь стало общераспространеннымъ; тамъ, гдѣ прежде довольствовались чистою водою, пьютъ вино или сидръ. И такъ прогрессъ въ земледѣльской культурѣ значителенъ; но можетъ-ли онъ продолжаться еще; возможны ли урожаи на столько высокіе, что земледѣлецъ будетъ имѣть счастливую возможность продавать необходимые жизненные продукты по столь низкой цѣнѣ, чтобы они были доступны и и тѣмъ, кто ихъ еще лишенъ? Таковъ вопросъ, котораго я хочу коснуться въ этомъ рядѣ очерковъ.

§ 1.

Вещества необходимыя для развитія растений.

Для того чтобы почва доставляла максимумъ продукта надо, чтобы всякое растеніе ее покрывающее во всякій моментъ своего развитія находило тѣ вещества, которые для него необходимы; если и есть особенныя земли, которыя богаты этими необходимыми для растений элементами на столько, что могутъ доставить изобильный сборъ безъ всякаго удобренія, все таки, въ большинствѣ случаевъ, страна, которая ведетъ культуру, ничего не внося въ землю, мало по малу теряетъ свое плодородіе, урожаи на ней уменьшаются и она становится неспособной кормить то населеніе, которое ее занимаетъ; оно бѣжитъ съ этой, неблагоприятной земли и переселяется.

Поэтому осѣдлые народы уже съ незапамятныхъ временъ пытаются при посредствѣ удобреній поддерживать плодородіе тѣхъ земель, которыя они занимаютъ. Уже въ самой отдаленной древности знали, что подстилка, запачканная изверженіями животныхъ, представляетъ хорошее удобреніе; однако эти первоначальныя свѣдѣнія были добыты только опытнымъ путемъ, раціональное примѣненіе удобреній является вполнѣ недавнимъ, оно вытекаетъ изъ знакомства съ питаніемъ растений, которое мы пріобрѣтали медленно съ конца прошлаго столѣтія.

И такъ рассмотримъ, какимъ же образомъ живетъ растеніе, которое мы культивируемъ. Узнавъ его требованія, мы, быть можетъ, съумѣемъ удовлетворить имъ и вмѣстѣ съ тѣмъ увидимъ, что наше окрѣпнувшее растеніе даетъ намъ тѣ высокіе урожаи, которыхъ мы ищемъ.

Растеніе питается при посредствѣ своихъ листьевъ и корней; чтобы лучше прослѣдить ихъ функціи, возьмемъ песку, промоемъ его, прокалимъ, такъ чтобы онъ, самъ по себѣ, не могъ доставить растеніямъ никакого питанія; онъ послужитъ намъ основой. Если затѣмъ

въ такой песокъ высѣять нѣсколько зернышекъ рапса или хлѣба, то при правильной поливкѣ вскорѣ появятся маленькіе нѣжные стебельки, которые, въ первые дни, будутъ представлять собой совершенно здоровыя растенія съ прямыми стеблями и вполне зелеными листьями. Такимъ образомъ первый періодъ жизни растенія, во время котораго эмбрионъ выходитъ изъ зерна и образуетъ корни и стебель, проходитъ при отсутствіи всѣхъ прочихъ факторовъ, кромѣ воздуха и воды. Последняя въ нашемъ опытѣ доставлялась въ изобиліи, при недостаткѣ ея проростаніе приостанавливается и такимъ образомъ, уже во время первыхъ опытовъ, мы узнаемъ то великое затрудненіе въ культурѣ, которое такъ часто дѣлаетъ ее рискованной, ея полную зависимость отъ метеорологическихъ условій. Если въ моментъ посѣва нѣтъ дождя, если, какъ это было, напримѣръ, въ 1893 г. въ мартѣ и апрѣлѣ, стоитъ продолжительная засуха, посѣянные сѣмена не всходятъ, или же всходы запаздываютъ.

Когда влажность достаточна, какъ это было, напримѣръ, въ нашемъ опытѣ, происходитъ проростаніе, такъ какъ запасовъ зерна достаточно для образованія молодыхъ органовъ; но очень скоро мы замѣтили, что рапсъ посѣянный въ нашъ прокаленный песокъ, желтѣетъ и, если ограничиться поливкой только одной дистиллированной водой онъ погибнетъ; молодое хлѣбное растеніе простоитъ нѣсколько больше; зерно, произведшее его, крупнѣе и богаче крахмалистыми и азотистыми веществами, которыя, какъ тѣ такъ и другія служатъ для образованія новыхъ органовъ. Зерно представляетъ собой и мать и кормилицу; въ рапсѣ кормилица весьма слаба и потому очень скоро истощается; тоже, но нѣсколько позже происходитъ и съ зерновымъ хлѣбомъ; такимъ образомъ, мало помалу, зерно опустошается, остается только одна кожица и молодое растеніе въ свою очередь погибаетъ.

И такъ воздуха и воды достаточно, чтобы произвести проростаніе, но они не въ состояніи поддерживать растительную жизнь; однако опыты указываютъ, въ какихъ веществахъ она нуждается и въ физіологическихъ лабораторіяхъ мы можемъ приготовить т. н. питательные растворы; польемъ наши растенія, пока они еще не показываютъ признаковъ захиренія, однимъ изъ подобныхъ растворовъ, въ который не введено соединеній углерода; тогда сѣянцы становятся бодрыми и листья развиваются одинъ за другимъ. Продолжимъ нашъ опытъ въ теченіе 2-хъ мѣсяцевъ, затѣмъ опорожнимъ торшки, старательно промоемъ корни, такъ чтобы очистить ихъ отъ песку и взвѣсимъ нашъ урожай: оказывается что вѣсъ его гораздо выше вѣса высѣянныхъ зеренъ; но для

того чтобы опредѣлить, дѣйствительно ли въ этомъ бесплодномъ пескѣ было выработано растительное вещество, необходимо совершенно высушить наши растенія и ихъ зерна, подобно тѣмъ которые мы высѣяли, такъ какъ, хотя собранныя зерна почти сухи, но остальное богато водой. Произведши такое высушиваніе и вновь взвѣсивъ, мы увидимъ, что сухія растенія дѣйствительно тяжелѣ зеренъ; иначе говоря, взятая нами питательная смѣсь оказалась дѣйствительной и растенія получили приростъ. Чтобы проникнуть далѣе, произведемъ элементарный анализъ, опредѣлимъ простыя тѣла, которыя составляютъ нашъ урожай; сравнивая составъ его и высѣянныхъ зеренъ мы опредѣлимъ, что растеніе приобрѣло или, какъ говорятъ, ассимилировало въ періодъ своего короткаго существованія. Въ самомъ дѣлѣ, анализъ пашь показываетъ, что количество углерода, которое содержится въ растенійцѣ рапса или въ хлѣбномъ, далеко больше чѣмъ то, которое содержалось въ зернѣ; а такъ какъ ни питательный растворъ, ни прокаленный песокъ не заключали углерода, то слѣдуетъ, что онъ былъ взятъ изъ воздуха. Дѣйствительно, онъ здѣсь находится въ небольшихъ количествахъ въ видѣ соединенія углерода съ кислородомъ, именно, угольной кислоты. Содержаніе ея представляетъ въ нашей атмосферѣ всего только 0,0003 части, по объему; такимъ образомъ въ первый моментъ можетъ показаться, что для листьевъ трудно улавливать частицы угольной кислотной кислоты, разсѣяныя въ такомъ небольшомъ количествѣ въ океанѣ кислорода и азота; однако не трудно показать посредствомъ опыта, сколько атмосферной угольной кислоты поглощаетъ растительность въ короткій промежутокъ времени.

Положивъ въ воду извести, мы растворимъ небольшое количество ея затѣмъ отдѣлимъ посредствомъ фильтра растворъ отъ нерастворившейся извести и получимъ свѣтлую жидкость, извѣстную въ лабораторіяхъ подъ именемъ известковой воды; это драгоценный реактивъ, съ помощью котораго можно открыть присутствіе угольной кислоты. Въ самомъ дѣлѣ, если пропускать въ известковую воду обыкновенный воздухъ, она тотчасъ же взмутится, углекислота его соединяется съ известковой водой и образуетъ углекислый кальцій, соединеніе нерастворимое въ водѣ, которое очень распространено въ природѣ, то въ видѣ мѣла, то известняка, то мрамора. Теперь представимъ себѣ длинную, стеклянную трубку обернутую изнутри длинными и узкими листьями, хотя бы, напримѣръ злаковыхъ. Если затѣмъ, при помощи тока воды, протянуть струю воздуха, которая пройдетъ по нашей трубкѣ раньше, чѣмъ достигнетъ флакона съ известковой водой, помѣщен-

наго между концомъ трубки и аспираторомъ, изъ котораго течетъ вода, то окажется, что воздухъ прошедшій надъ листьями уже не даетъ мути въ известковой водѣ; т. е. онъ лишень своей углекислоты и надо во много разъ усилить быстроту тока воздуха, чтобы замѣтить по легкой мути въ известковой водѣ, что нѣсколько частицъ угольной кислоты ускользнули отъ листьевъ и не были ими поглощены. Этой способностью поглощенія углекислоты листья обязаны водѣ, которую они содержатъ и которая вообще легко растворяетъ углекислоту. Точными опытами установлено, что листья различныхъ растительныхъ породъ, при опредѣленныхъ температурахъ, поглощаютъ почти столько же угольной кислоты, сколько при тѣхъ же условіяхъ растворяется ея въ количествѣ воды равномъ тому, которое содержится въ листьяхъ, служащихъ для опыта.

Строеніе листьевъ удивительнымъ образомъ приспособлено къ выполненію этой специальной функціи—улавливанія атмосферной угольной кислоты. Этотъ органъ представляетъ собой плоскую, по отношенію къ своей тяжести, громадную поверхность; прикрѣпленный къ гибкой вѣткѣ онъ отличается крайнею подвижностью и каждое мгновение приходитъ въ соприкосновеніе съ новыми струями воздуха, изъ которыхъ онъ выбираетъ углекислоту. Когда листья, насыщенные такимъ образомъ, угольной кислотой, подвергаются вліянію свѣта солнечныхъ лучей, въ нихъ происходитъ разрушеніе угольной кислоты и преобразование ея въ горючее органическое вещество. Это грандіозное явленіе, обезпечивающее собой безпрерывность животной жизни на поверхности земли, происходитъ въ простѣйшихъ частяхъ листа—въ клѣточкахъ, въ которыхъ подъ микроскопомъ, можно различить зеленныя такъ называемыя хлорофильныя зернышки, придающія растеніямъ ихъ цвѣтъ.

Животное представляетъ собой аппаратъ для сожиганія, который производитъ теплоту и работу только при условіи разрушенія, сожженія органическаго вещества; онъ превращаетъ ихъ въ углекислоту и воду, которыя и выдѣляетъ своими дыхательными органами; напротивъ того, растеніе является аппаратомъ возстановленія, который поглощаетъ эту углекислоту и воду, чтобы выдѣлить изъ нихъ кислородъ и приготовить такимъ образомъ способное горѣть органическое вещество.

Вещество образовавшееся такимъ образомъ въ листѣ, этотъ остатокъ отъ разложенія, растворенной въ водѣ, угольной кислоты подвергается цѣлому ряду превращеній, во время которыхъ оно усложняется представляя собой то сахаръ, то камеди, то крахмаль, то клѣтчатку. Нѣкоторыя изъ этихъ превращеній уже удалось произвести химикамъ

лабораторнымъ путемъ и мы можемъ шагъ за шагомъ прослѣдить послѣдовательный синтезъ отъ углекислоты до состоянія сахара; въ самомъ дѣлѣ разложеніе водной угольной кислоты ведетъ къ образованію муравьиного алдегида ¹⁾; далѣе на томъ же самомъ листѣ можно констатировать даже то, что эти превращенія, начатыя благодаря вмѣшательству солнечныхъ лучей, приводятъ къ образованію еще болѣе сложнаго тѣла, чѣмъ сахаръ, именно, крахмала.

Опытъ производится такимъ образомъ. Рано утромъ, выбираютъ на комъ нибудь растеніи, напримѣръ, на аристолохія листъ, на который еще не успѣлъ упасть ни одинъ лучъ солнца, но который будетъ освѣщенъ нѣсколько позже; къ нижней и верхней сторонѣ этого листа приклеиваютъ по пластинкѣ черной бумагѣ, причемъ на бумагѣ которая будетъ покрывать верхнюю часть листа дѣлаютъ прорѣзы и притомъ такимъ образомъ, чтобы въ моментъ начала опыта зеленый цвѣтъ листа былъ замѣтенъ только черезъ эти разрѣзы. Этотъ листъ оставляютъ на солнцѣ въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ, потомъ его срываютъ, обезцвѣчиваютъ въ спиртѣ или хлоралѣ, опускаютъ на нѣсколько минутъ въ растворъ іода и затѣмъ удаляютъ избытокъ окраски алкогелемъ. Помѣстивъ обработанный такимъ образомъ, листъ въ воду, мы ясно замѣтимъ появленіе, окрашенныхъ въ интензивно голубой цвѣтъ, знаковъ, соответствующихъ тѣмъ мѣстамъ, гдѣ были разрѣзы. Но извѣстно, что іодъ окрашиваетъ въ голубой цвѣтъ крахмалъ; т. о. листъ образовалъ крахмалъ только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ солнечные лучи достигали хлорофилльныхъ клѣтокъ; напротивъ того, гдѣ онъ былъ покрытъ черной бумагой, тамъ онъ остался бѣлымъ неокрашеннымъ, такъ какъ іодъ не оказалъ никакого дѣйствія. Если бы обработать такимъ образомъ листъ уже подвергнувшійся вліянію свѣта, то крахмалъ оказался-бы въ немъ въ изобиліи во всѣхъ клѣткахъ и бумага не дала бы намъ того рисунка, который мы получимъ дѣйствуя на еще неосвѣщенный листъ, который мало по-малу потерялъ за ночь крахмалъ, образовавшійся въ немъ во время предыдущаго дня.

И такъ листъ представляетъ намъ лабораторію, въ которой на счетъ углекислоты воздуха зарождается органическое вещество. Но тотъ часъ же у насъ возникаетъ вопросъ: почему такъ плохо удалась культура въ прокаленномъ пескѣ, когда мы просто поливали ее дождевой водой? Вѣдь мы не принимали никакихъ предосторожностей, чтобы удалить угольную кислоту воздуха, почему же ея не оказалось

¹⁾ Очевидно авторъ считаетъ для всѣхъ извѣстнымъ, что изъ муравьиного алдегида можно получить сахара (Левъ), а потому и не упоминаетъ объ этомъ.

достаточно для питанія растений и почему, напротивъ, опытъ продолжался и растения хорошо развились, когда воливуку дистиллированной водой мы замѣнили питательными растворами? Что заключаютъ эти растворы? Какимъ образомъ они дѣлаютъ плодороднымъ прокаленный песокъ?

Займемся изученіемъ этихъ вопросовъ. Изъ анализа зеренъ, одинаковыхъ съ тѣми, которыя были взяты для посѣва, мы знаемъ, что кромѣ углерода, водорода и кислорода, въ нихъ содержится азотъ. Въ виду этого, прибавимъ въ нашу дистиллированную воду растворимыхъ азотистыхъ веществъ, напимѣръ, азотнокислаго аммонія, который представляетъ собой соединеніе азота, кислорода и водорода, и уже отъ этого наше растение становится далеко бодрѣ своихъ товарищей, не получившихъ азотистаго удобрения. Вскорѣ, однако, опять оказываются признаки ослабленія, такъ что не можетъ быть и рѣчи о сравненіи нашего растения съ его сверстниками, растущими на хорошей землѣ. Такимъ образомъ, чего то не достаетъ еще.

Но если бы мы сожгли свои зерна, мы увидали бы, что онѣ не состоятъ изъ однихъ только сгораемыхъ веществъ, которыя исчезаютъ при прокаливаніи; послѣ того какъ сгорятъ органическія вещества въ нашей чашкѣ для сжиганія всегда остается зола; изъ чего же она состоитъ? Прежде всего и въ большомъ количествѣ, мы найдемъ здѣсь фосфорную кислоту, затѣмъ калий, магnezію, известь, кремнеземъ и слѣды окиси желѣза.

Чтобы узнать случайны или необходимы эти вещества, воспользуемся способомъ, который разъ уже намъ удался. Введемъ въ нану питательную жидкость фосфорной кислоты и для этого прибавимъ къ азотнокислому амміаку фосфорнокислаго; такимъ образомъ мы получимъ урожай, который много превосходитъ нашъ предыдущій, но все таки онъ менѣе, чѣмъ урожай на обыкновенныхъ почвахъ. Прибавимъ къ нашему питательному раствору еще новое удобреніе—калій и затѣмъ, вводя въ него послѣдовательно всѣ элементы зола мы увидимъ, что наши урожай улучшаются, пока они не сравняются и даже не превзойдутъ тѣ, которые доставляетъ плодородная земля, не получившая столько питательныхъ веществъ, сколько было доставлено ихъ въ песокъ.

И такъ при помощи этого метода, намъ удалось изучить способъ питанія растений; онѣ развиваются лишь въ томъ случаѣ, когда къ услугамъ ихъ корней находится азотнокислаго вещества, фосфорная кислота, калий, магnezія и известь; если какого нибудь изъ этихъ элементовъ недостаетъ, другіе становятся бесполезными, дѣятельность листьевъ прекращается, они перестаютъ разлагать углекислоту воздуха

и переработка растительнаго вещества приостанавливается. Впрочемъ заключенія, къ которымъ мы пришли, были провѣрены не одними только лабораторными опытами на нѣсколькихъ зернахъ, но на культурахъ во многихъ имѣніяхъ и особенно въ Ротамшtedѣ, знаменитомъ благодаря изслѣдованіямъ, которыя производились въ немъ въ продолженіи 50 лѣтъ I. В. Лоозомъ и Г. Жильбертомъ. Въ этихъ опытахъ культура продолжалась, долгое время, на одномъ и томъ же мѣстѣ съ прибавленіемъ нитратовъ или амміачныхъ солей, магнезій, соединеній фосфорной кислоты и калия; известь, кремнеземъ и желѣзо находились въ достаточномъ изобиліи въ почвѣ и потому прибавленіе ихъ было бесполезно; такимъ образомъ оказалось что питаніе исключительно солями удобно для злаковыхъ и особенно для зерноваго хлѣба.

Однако это питаніе исключительно солями недостаточно для другихъ растений, распространенныхъ въ культурѣ, особенно для бобовыхъ. Въ такомъ случаѣ, чего же не достаетъ имъ еще?—Гумуса. Этимъ именемъ обозначаютъ еще мало изученныя органическія вещества, которыя представляютъ собой остатки прежней растительности, измененныя жизнедѣятельностью микроорганизмовъ почвы. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ въ школѣ Гринѣнъ я производилъ подобныя опыты въ большихъ каменныхъ горшкахъ, въ которые было насыпано по 50 к. почвы истощенной продолжительною культурой безъ удобреній; для посѣва служили райграссъ съ постоянныхъ и клеверъ съ искусственныхъ луговъ. Оказалось, что самые высокіе урожаи райграсса можно получать при помощи удобреній солями, азотнокислыми, фосфорнокислыми и калиевыми; въ то же время клеверъ давалъ въ этихъ условіяхъ самый обыкновенный урожай и развивался роскошно только въ томъ случаѣ, когда въ почву вносили органическое вещество, извлеченное теплой водой изъ простаго навоза.

Земледѣльцы уже давно подмѣтили то обстоятельство, что когда люцерна занимаетъ одно и то же мѣсто въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, она ослабѣваетъ и на нее нападаютъ злаковыя; если мы ее распашемъ, то совершенно бесполезно сѣять люцерну снова; правда, она сначала разовьется, но потомъ начинаетъ хирѣть, чахнуть, и исчезаетъ. Надо ждать многіе годы, 15—20 лѣтъ, чтобы люцерна могла быть высѣяна вновь съ нѣкоторой надеждой на продолжительность. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, если люцерна оставалась на извѣстномъ мѣстѣ особенно долго, почва въ продолженіе многихъ лѣтъ совершенно не способна доставить ей возможность того развитія, котораго она нѣкогда достигала. Къ югу отъ Парижа, около Жювизи разстилается прекрасная равнина, которая въ теченіе 30 лѣтъ обогащала фермеровъ на счетъ культуры люцерны.

Въ то время это растеніе оставалось на одномъ и томъ же мѣстѣ въ продолженіе 7—8 лѣтъ и тѣмъ не менѣе давало замѣчательные урожаи, но теперь уже черезъ 2—3 года на него нападаютъ злаковыя. Такимъ образомъ, люцерну здѣсь надо оставить. Я всегда вспоминаю, какъ Г. Жильбертъ, когда я осматривалъ съ нимъ Ротамшtedскую ферму, остановилъ меня передъ участкомъ голой земли, совершенно лишеннымъ растительности, и сказалъ съ улыбкой: „Вотъ поле послѣ продолжительной культуры клевера. Сначала у насъ были посредственные урожаи, а теперь клеверъ уже не можетъ расти на этомъ участкѣ“. Однако мой ученый коллега здѣсь-же мнѣ показаль удачную хотя и продолжительную культуру клевера; она занимала небольшую грядку въ сосѣднемъ саду, прилежащемъ къ дому I. Лооза; на ней когда то приготовляли навозъ, какъ это дѣлають садовники, поэтому гумусъ былъ въ изобиліи и клеверъ уже болѣе 20-ти лѣтъ процвѣталь.

Такимъ образомъ мы доказали, что растеніе развивается только въ томъ случаѣ, когда въ воздухѣ оно находитъ угольную кислоту, а въ почвѣ къ услугамъ его корней предоставлены различныя вещества, которыя мы перечислили и между которыми первое мѣсто принадлежитъ соединеніямъ азота, гумусу, фосфорной кислотѣ, калию и извести. Вотъ эти именно вещества и представляютъ собой удобрения. Примѣняя ихъ, мы увеличиваемъ плодородіе земли, такъ какъ обыкновенно она не содержитъ этихъ различныхъ элементовъ въ такомъ количествѣ, чтобы обезпечить питаніе культивируемыхъ растений одного и того же рода. Нѣтъ сомнѣнія, что земли, которыя мы обрабатываемъ не лишены совершенно питательныхъ веществъ для растений и, что если бы во Франціи было много дешевыхъ земель, то ихъ могли бы эксплуатировать и безъ удобрения, какъ это дѣлается на западѣ Америки и производили бы отъ 8—10 литр.¹⁾ на гектарь²⁾, такой урожай являясь достаточнымъ для недорогихъ и свободныхъ отъ налоговъ земель, разорителенъ для страны обремененной платежами, какъ Франція. Культура въ ней можетъ процвѣтать только при условіи удобрений, которые естественно раздѣляются на 2 группы: органическія, обязанныя своимъ происхожденіемъ животнымъ и растеніямъ, и минеральныя удобрения, добываемыя изъ мѣсторожденій разсѣянныхъ по поверхности земнаго шара. Мы рассмотримъ послѣдовательно и тѣ и другія.

¹⁾ 100 литр. = 3,811 четверика.

²⁾ Гектарь = 0,915 дес.



§ II.

Хлѣвной навозъ.

Подстилка изъ подъ домашнихъ животныхъ, такъ называемый хлѣвной навозъ, примѣняется въ качествѣ удобрения съ незапамятныхъ временъ. По содержанію въ немъ всѣхъ веществъ, необходимыхъ для питанія растений, онъ является драгоцѣннымъ; въ самомъ дѣлѣ, онъ заключаетъ азотъ, въ количествѣ почти 0,005 частей по вѣсу, затѣмъ фосфорную кислоту, калий и известь; азотъ находится въ немъ частью въ усвояемой формѣ въ видѣ амміака, частью въ соединеніи съ углеродомъ водородомъ и кислородомъ, входя въ составъ гумусовыхъ веществъ. Такимъ образомъ не трудно согласиться, что при посредствѣ только одного навоза можно поддерживать плодородіе и тѣ средніе урожаи, которыми довольствовались въ теченіе многихъ лѣтъ.

Но хотя навозъ примѣняется уже съ незапамятныхъ временъ, правильное приготовленіе его, при которомъ онъ можетъ приобрести всю свою цѣну, стало извѣстнымъ очень недавно. Въ хорошо устроенныхъ хозяйствахъ весь произведенный навозъ сваливается въ кучу на спеціально предназначенномъ мѣстѣ, которое, смотря по устройству, называется платформой и ямой¹⁾. Мѣсто подъ платформу должно быть непронускающимъ воды, оно утрамбовывается и снабжается небольшою выпуклостью, такъ что жидкости, вытекающія изъ массы, попадаютъ въ вымощенный камнемъ ручеекъ, который окружаетъ платформу. Наклонъ ручейка расчитанъ такимъ образомъ, чтобы грязная навозная жижа стекала въ обложенную камнемъ яму, въ которую опущенъ рукавъ насоса, предназначеннаго для подъема жижи на поверхность кучи, которая должна регулярно поливаться. Платформа, очень распространенная въ окрестностяхъ Парижа, на сѣверѣ замѣняется ямой. Въ этомъ случаѣ посреди двора выкапывается яма представляющая 2 слегка наклоненныя другъ къ другу плоскости; на пересѣченіи ихъ въ самомъ низкомъ мѣстѣ помѣщается рѣшетка, чрезъ которую навозъ жижи попадаетъ въ выложенную камнемъ яму, откуда онъ вычерпывается насосомъ. При такомъ устройствѣ навозъ занимаетъ большую поверхность и поэтому онъ не могъ-бы достаточно осѣдать если-бы на немъ не держали постоянно молодыхъ воловъ.

Легкій доступъ для подводъ, которыя вывозятъ навозъ изъ хлѣвовъ и конюшенъ, и на которыхъ онъ перевозится уже на поле, легкость поливки массы при помощи жижи, которая собирается безъ остатка—таковы условія необходимыя для хорошаго устройства.

¹⁾ Въ русскомъ языкѣ эти оба названія обыкновенно обозначаются словомъ гноище.

Мнѣ кажется, мы имѣемъ право на вполне справедливую претензію, что въ школѣ Гриненъ очень хорошо поставлено приготовленіе навоза; мы ничего не измѣнили въ устройствѣ, введенномъ уже болѣе 60 лѣтъ тому назадъ основателемъ школы Августомъ Белла, и признаемъ его хорошимъ. Платформа помѣщается посреди двора, окруженнаго коровниками, конюшнями и овчарнями; всѣ эти постройки снабжены канавками, которыя сообщаются посредствомъ подземныхъ ходовъ съ ямою для жижи; такимъ образомъ жидкости собираются сполна. Что касается до подстилки, то она подвозится къ платформѣ и регулярно настиляется. На одной изъ сторонъ кучи навозъ кладется по наклонной плоскости со сходнями, что облегчаетъ доступъ тачкамъ. Только что привезенный навозъ выравнивается вилами, такъ что поверхность кучи представляется горизонтальной; кромѣ того по бокамъ высыкивается подстилка, благодаря чему масса, съ трехъ сторонъ, имѣетъ вполне горизонтальныя стѣнки. Когда высота кучи достигаетъ 3-хъ метр. начинаютъ другую платформу.

Особенно любопытно изслѣдованіе кучи навоза при помощи термометра. Почти на метръ отъ уровня почвы, гдѣ течетъ навозная жижа, затвердѣвающая мѣстами въ сталактиты, которые тонкимъ слоемъ покрываютъ солому, термометръ показываетъ только 25—30°, нѣсколько выше на высотѣ 1½ м. температура поднимается до 40—50°, а на разстояніи 2-хъ метр., т. е. еще ближе къ верхней поверхности она часто доходитъ до 70°. Наиболѣе высокая температура наблюдается въ навозѣ конюшенъ; въ виду этого и огородники для удобренія грядокъ, на которыхъ воздѣлываются раннія растенія, исключительно примѣняютъ конскій навозъ.

Чтобы узнать, какими причинами объясняется то различіе въ температурѣ, которое мы констатировали въ навозной кучѣ на различной высотѣ, надо изслѣдовать составъ находящагося тамъ воздуха. Для этого при помощи желѣзнаго стержня продѣлываютъ въ кучѣ отверстіе, затѣмъ, замѣнивъ стержень стеклянною трубкой, соединяютъ ее посредствомъ каучуковыхъ трубокъ съ 2-мя флаконами, снабженными 2-мя нижними тубусами, которые соединены между собою хорошимъ каучукомъ. Предположимъ что флаконъ, верхній тубусъ котораго соединенъ съ трубкой, погруженной въ навозъ, наполненъ ртутью и что второй флаконъ, который мы держимъ все время выше перваго—пустой; не трудно согласиться, что если опустить пустой флаконъ ниже наполненнаго ртутью, послѣдняя вытечетъ и образуетъ пустоту, которая будетъ наполнена газомъ, содержащимся въ навозѣ; какъ скоро вся ртуть вытечетъ, флаконъ наполнится газомъ, который мы

хотим изслѣдовать. Затѣмъ снимаемъ каучукъ, который соединялъ флаконъ съ погруженной въ навозъ трубкой и сообщаемъ его съ трубкой для опредѣленія; поднимая быстро флаконъ полный ртути, перегоняемъ собранный газъ въ трубку, въ которой можно произвести опредѣленіе.

Газы извлеченные изъ навоза никогда не заключаютъ кислорода; находятъ, что въ верхней части, гдѣ температура достигаетъ почти 70° , четверть всего объема представляетъ собой углекислоту, а остальное азотъ. По происхожденію своему онъ внѣ всякаго сомнѣнія является атмосфернымъ азотомъ. Въ эту часть кучи еще проникаетъ воздухъ; его кислородъ сжигаютъ наиболѣе легко поддающіяся части соломы и переводятъ ихъ въ углекислоту; повышенная температура обязана своимъ происхожденіемъ медленному окисленію. Газъ изъ болѣе низкихъ слоевъ по составу очень отличается отъ только что описаннаго нами; азотъ тамъ въ меньшемъ количествѣ, онъ смѣшанъ съ углекислотою и болотнымъ газомъ, который представляетъ собою легко воспламеняющее углеводородистое соединеніе. Газъ, взятый съ самаго дна кучи, уже почти не заключаетъ азота и содержитъ немного углекислоты; въ немъ преобладаетъ болотный газъ.

Реакціи, благодаря которымъ образуется углекислота и болотный газъ, обязаны жизнедѣятельности микроорганизмовъ, которые легко разсматривать подъ микроскопомъ; оказывается, что капля жижи, которая просачивается черезъ навозъ, населена полными малоподвижными бактеріями, часто содержащими блестящія споры; ихъ удается культивировать на льняномъ прядевѣ, на бумагѣ и на клѣтчаткѣ, если погрузить эти вещества въ жидкость, содержащую углекислый калий, углекислый аммоній и немного фосфорнокислаго аммонія. Эта смѣсь, обмѣненная нѣсколькими каплями навозной жижи, при температурѣ около 50° развиваетъ въ равныхъ объемахъ угольную кислоту и болотный газъ. Бактеріи живутъ и работаютъ при этой высокой температурѣ, онѣ существуютъ даже при 72° , но при 80° уже погибаютъ; самая энергичная жизнедѣятельность бактерій при этой температурѣ останавливается и всякое выдѣленіе газа прекращается.

Бактеріи, которые перерабатываютъ навозъ, происходятъ изъ пищеварительнаго канала животныхъ; въ верхней части навозной кучи, куда проникаетъ воздухъ, они способствуютъ дѣйствию кислорода; камеди и сахаръ соломы сжигаются; въ болѣе глубокихъ слояхъ бактеріи разрушаютъ клѣтчатку. Такимъ образомъ солома подстилки представляется глубоко измѣненной. Въ самомъ дѣлѣ, изъ 3-хъ составляющихъ ее веществъ, растительнаго клея, клѣтчатки и древесины, 2 первые

отчасти разрушены, а послѣдняя, которая не поддается дѣйствию микроорганизмовъ, растворяется въ щелочныхъ жидкостяхъ и даетъ жиждъ, а также и самому навозу, его интензивный темный цвѣтъ.

Тотъ навозъ, который глубоко измѣнился, благодаря подобнымъ превращеніямъ, обязанъ жизнѣдѣтельности микроорганизмовъ; этотъ процессъ можно ускорить, если производить правильную поливку навозною жижею; послѣдняя, проникая въ массу, растворяетъ углекислоту и облегчаетъ доступъ воздуху, кислородъ котораго вліяетъ на окисленіе и поддерживаетъ жизнь бактерій; мало по малу солома восстанавливается размельчается, образуетъ мягкую массу легко разсѣкаемую лопатой и наконецъ принимаетъ видъ перегноя.

Земледѣльцы считаютъ выгоднымъ для удобренія легкихъ почвъ допускать болѣе полное разложеніе навоза; напротивъ, для тяжелыхъ глинистыхъ почвъ они придаютъ меньше значенія этому процессу и вывозятъ навозъ на поля, всякій разъ, какъ только это возможно; чтобы лучше понять, какими мотивами здѣсь руководствуются, нужно прослѣдить тѣ измѣненія, которыя претерпѣваютъ въ навозѣ органическія азотистыя вещества.

Животныя получаютъ въ своемъ кормѣ азотистыя вещества; въ самомъ дѣлѣ, сѣно заключаетъ альбуминъ, подобно тому какъ и яйцо, зерна—казеинъ, аналогично казеину молока и—глутенъ того же состава, что и фибринъ мускуловъ; понятно, что одна часть этихъ веществъ усвоится организмомъ, другая сжигается, переходитъ въ мочу и выдѣляется мочевыми органами и третья меньшая поступаетъ въ твердыя изверженія.

Моча, находясь въ воздухѣ свободномъ отъ зародышей, остается безъ измѣненія, но всюду распространенные микроорганизмы быстро превращаютъ ее въ углекислый амміакъ. Это превращеніе можно наблюдать, напримѣръ, въ овчарняхъ; если онѣ плохо вентилируются, то запахъ тамъ становится невыносимымъ, такъ какъ углекислоамміачная соль весьма летуча. Итакъ навозъ, въ тотъ моментъ, когда онъ попадаетъ на платформу, пропитанъ углекислымъ аммоніемъ. Если онъ полежитъ здѣсь недолго и будетъ быстро перевезенъ на поле, пока не потеряетъ еще углекислаго аммонія, этотъ послѣдній, попавъ въ легкую, доступную для воздуха почву, очень скоро становится добычей нитробактерій; азотъ его превращается въ азотную кислоту, соединяется съ основаніями солей, съ известью, съ калиемъ, переходитъ въ легко подвижное состояніе и, такимъ образомъ, представляется готовымъ къ услугамъ растений, если почва засѣяна, или же онъ вымывается водою, если почва не покрыта растеніями. Отсюда слѣдуетъ

что вывозить на легкую почву свѣжій, очень богатый углекислымъ аммоніемъ навозъ—значитъ подвергаться большимъ потерямъ; въ виду этого сельскіе хозяева говорятъ, что такія почвы пожираютъ навозъ, такъ какъ уже черезъ годъ—онъ исчезаетъ.

Въ землѣ тяжелой, глинистой навозъ не подвергается измѣненіямъ въ продолженіи болѣе долгаго періода времени. Поэтому является опасеніе, что, въ силу недостатка воздуха въ подобныхъ почвахъ, нитрификація, которая переводитъ азотъ въ легко усвояемую азотную кислоту, происходитъ здѣсь слишкомъ медленно; такимъ образомъ неудобство введенія въ плотную почву свѣжаго навоза богатаго углекислымъ амміакомъ въ этомъ случаѣ устраняется; легкость превращенія этого соединенія уравнивается здѣсь недостаточной способностью почвы къ провѣтриванію; кромѣ того, въ свѣжемъ навозѣ солома еще мало измѣнилась и сохраняетъ свою стромкость, благодаря чему онъ разрыхляетъ почву и облегчаетъ доступъ воздуху, который задерживается пластичностью глины.

Въ свѣжемъ навозѣ преобладаетъ углекислый аммоній; но не то въ готовомъ уже навозѣ. Микробы, которые въ продолженіе 4 или 5 мѣс. работаютъ въ немъ, сваленномъ на платформу или въ яму, размножаются; при образованіи своихъ собственныхъ тканей они утилизируютъ углекислый аммоній, также точно какъ это сдѣлало-бы растеніе, и перерабатываютъ его въ сложное органическое соединеніе, гораздо болѣе стойкое при дѣйствиіи нитрифицирующихъ микроорганизмовъ почвы, чѣмъ самый углекислый аммоній; кромѣ того, оставшаяся непереработанной часть его соединяется съ гумусовыми веществами, съ потерявшей воду древесиной, и при томъ съ такой энергіей, что даже продолжительнымъ выщелачиваніемъ нѣтъ возможности ее выдѣлать. Такимъ образомъ, готовый, перебродившій навозъ заключаетъ самую большую часть своего азота въ нерастворимомъ мало доступномъ состояніи; въ виду этого онъ и примѣняется для легкихъ почвъ.

Изъ всѣхъ удобрительныхъ веществъ тѣ, которыя содержатъ азотъ, являются самыми дѣйствительными, но въ то же время онѣ и наиболѣе дороги, а потому земледѣльцы, рискуя затрачивать большія деньги на приобрѣтеніе чилийской селитры, гуано, сѣрнокислаго амміака и пр., всегда озабочены потерями азота, которыя влечетъ за собой и приготовленіе навоза.

На самомъ дѣлѣ онѣ громадны. Недавно Мюндъ и Жираръ выставили ихъ на свѣтъ посредствомъ слѣдующаго способа, который не трудно понять. Эти искусные изслѣдователи держали нѣсколько барановъ въ постройкѣ съ асфальтовымъ поломъ, черезъ который не

могло происходить никакое просачиваніе жидкости; животныя при началѣ опыта были взвѣшены. Затѣмъ, экспериментаторы каждый день взвѣшивали кормъ, который доставлялся животнымъ и опредѣляли въ немъ азотъ, старательно собирали изъ подъ нихъ запачканную подстилку, жидкости и также опредѣляли въ нихъ азотъ; наконецъ, послѣ того, какъ опытъ продолжался нѣсколько мѣсяцевъ, они снова взвѣсили животныя и констатировали увеличеніе ихъ въ вѣсѣ; изъ этого прироста легко вывести ту часть азота корма, который былъ усвоенъ въ видѣ мяса и шерсти; и такъ какъ съ другой стороны изъ анализовъ подстилки и жидкостей извѣстно количество азота, вошедшаго въ составъ навоза, то прибавивъ къ этому азоту—азотъ усвоенный животными, мы получимъ число, которое представить собою содержаніе азота въ кормѣ и свѣжей подстилкѣ. Но на самомъ дѣлѣ далеко не такъ; потеря часто достигаетъ до половины первоначальнаго азота.

Часть этого азота улетучивается въ видѣ амміака, острый и противный запахъ котораго обнаруживается въ плотно запертыхъ овчарняхъ, какъ мы объ этомъ уже говорили; но другая часть, еще болѣе значительная исчезла въ видѣ свободнаго азота.

Потерю амміака изъ навоза, который находится въ хлѣвахъ, можно уменьшить, посыпая подстилку сухой землей, такъ какъ земля хорошо задерживаетъ амміакъ; равнымъ образомъ легко воспрепятствовать потерѣ и въ приготовляемомъ навозѣ, именно, при помощи частыхъ поливокъ; въ самомъ дѣлѣ, амміачныя соли такъ сильно растворимы въ водѣ, что навозъ, который на $\frac{3}{4}$ своего вѣса обыкновенно представляетъ воду не содержитъ углекислаго аммонія въ газообразномъ состояніи.

Весьма важно быть убѣжденнымъ въ этомъ, такъ какъ очень часто и всегда неосновательно совѣтуютъ вводить въ навозѣ гипсъ или сѣрнокислое желѣзо, съ цѣлью перевести летучую углекислую соль въ прочную сѣрнокислую соль аммонія. Подобныя прибавленія совершенно неосновательны и прежде всего потому, что переходъ углекислаго аммонія въ сѣрнокислый не продолжителенъ; сѣрнокислыя соли возстановляются въ навозѣ и переходятъ въ сѣрнистокислыя, отсюда и скверный запахъ мочи сѣрнистокислымъ аммоніемъ; въ свою очередь эти сѣрнистокислыя соли разлагаются углекислотой и водою и амміакъ подъ конецъ опять находится въ своемъ первоначальномъ состояніи углекислой соли; но благодаря этимъ превращеніямъ остановился процессъ броженія. Дѣятельныя бактеріи навоза работаютъ только въ щелочной средѣ, насыщенной углекислыми соединениями калия и аммонія;

когда эти углекислыя соли разлагаются, жизнедѣятельность бактерій останавливается, масса охлаждается; она представляет собой только инертную смѣсь соломы и амміачныхъ солей, такъ какъ въ ней прекращается выработка того самаго гумуса, который именно намѣревались получить. 1)

Такимъ здѣсь не удастся устранить потери амміака; но онѣ крайне ничтожны или даже совершенно отсутствуютъ въ навозѣ, который хорошо поливается. Что касается до потери азота, то съ ними надо примириться, такъ какъ мы не имѣемъ никакой возможности ограничить ихъ. Жизнедѣятельность микроорганизмовъ, единственная въ своемъ родѣ по энергіи, которая поднимаетъ до 70° температуру этой насыщенной водою массы, не ограничивается влияніемъ только на одни углеводороды; въ свою очередь, подвергаются ея дѣйствию и азотистыя вещества, ихъ углеродъ и водородъ, будучи совершенно окислены, даютъ возможность выдѣлиться въ свободномъ состояніи тому азоту, который былъ связанъ съ ними. М. Рейзе. уже болѣе 20 лѣтъ тому назадъ, и я самъ, въ сравнительно недавнее время, констатировали эти потери азота въ газообразномъ состояніи и мы повторяемъ, что дѣйствительно нѣтъ никакого средства воспрепятствовать этимъ потерямъ.

Если потери азота уже значительны въ хорошо складываемомъ и правильно поливаемомъ навозѣ, то при плохомъ приготовленіи онѣ становятся чрезвычайными. Навозъ, разбросанный безъ старанія на дворѣ фермы, вымытый зимними дождями и высушенный лѣтней жарой, теряетъ всѣ свои питательныя вещества. А такая раззорительная небрежность встрѣчается крайне не рѣдко; предписанія и совѣты агрономовъ разбиваются о безучастность крестьянъ; со временъ стараго Катона до нашихъ дней безпрестанно, на всѣ лады приходится повторять истину, что успѣхъ хозяйства зависитъ отъ умѣлаго обращенія съ навозомъ. Но, слова бесполезны, труды напрасны! Достаточно побывать въ одномъ изъ хозяйствъ Центральной Франціи, чтобы убѣдиться въ томъ, что дѣло поставлено теперь такъ-же плохо, какъ и во время Римлянъ.

Эта небрежность тѣмъ болѣе прискорбна, что хорошо приготовленный навозъ представляетъ собою цѣнное удобреніе. Въ самомъ дѣ-

Нельзя согласиться безъ оговорки съ мнѣніемъ автора. Если прибавленіе гипса и можетъ уничтожить жизнедѣятельность бактерій, то только при слишкомъ большой дозѣ взятаго вещества; иначе было бы совершенно непонятно дѣйствіе гипса на почвы, который, какъ извѣстно, дѣйствуетъ на многія изъ нихъ удобряющимъ образомъ, а не дѣлаетъ ихъ бесплодными. Пер.

лъ, кромѣ амміачныхъ солей и соединеній азота связанныхъ съ гумусомъ, онъ заключаетъ всѣ вещества необходимыя для развитія растений— фосфорную кислоту, калий, известь, происхождение которыхъ не трудно возстановить.

Эти минеральныя вещества происходятъ изъ корма, который даютъ скоту; въ зернахъ особенно изобилуетъ фосфорная кислота; не трудно открыть ее и въ золѣ сѣна, и когда въ хозяйствѣ содержатъ взрослый скотъ, скелетъ которыхъ уже не увеличивается, почти вся фосфорная кислота, данная имъ въ кормѣ, остается въ навозѣ. Что касается до калия, то нѣтъ растений, которыя бы не заключали его; долгое время онъ исключительно извлекался изъ золы растений, гдѣ онъ находится въ видѣ углекислой соли; кислоты щавелея, яблочная, виннокаменная и лимонная, съ которыми онъ соединенъ въ растеніяхъ разрушаются во время быстрога сжженія, то же происходитъ и при медленномъ окисленіи въ животномъ организмѣ, такъ что и въ мочѣ травоядныхъ калий находится въ видѣ углекислой соли—поташа. Известь, происходя изъ воды, которую даютъ животнымъ для питья, или изъ самаго корма, легко даетъ нерастворимыя соединенія и всегда переходитъ въ твердыя изверженія.

И такъ навозъ обыкновенно представляетъ собою полное удобреніе; и нельзя не согласиться, что въ теченіе вѣковъ онъ употреблялся какъ удобрительное вещество и что даже теперь онъ является въ качествѣ основанія почти всѣхъ удобреній. Въ самомъ дѣлѣ онъ обладаетъ 2-мя драгоценными свойствами; дѣйствіемъ амміачныхъ солей, которыя онъ заключаетъ, онъ оказываетъ даже въ годъ внесенія удобрения въ почву замѣчательное дѣйствіе; благодаря связанному азоту сложныхъ медленно разлагающихся соединеній, его дѣйствіе продолжается въ теченіе многихъ лѣтъ.

Далѣе¹⁾ будетъ видно какому ряду превращеній подвергается азотъ органическихъ веществъ, чтобы перейти въ форму усвояемыхъ азотнокислыхъ соединеній; я не буду останавливаться на этомъ сейчасъ и хочу только указать, какимъ образомъ, на основаніи вышесказаннаго, можно объяснить эти оба драгоценныя и, какъ сразу кажется противоположныя свойства навоза: его дѣйствіе является непосредственнымъ и въ то же время продолжительнымъ.

Оно различно въ зависимости также и отъ свойствъ почвы; чтобы доказать это я держалъ безъ культуры весьма различныя естественныя

¹⁾ Усвоеніе азота почвой (стр. 164).

почвы съ прибавленіемъ или безъ прибавленія навоза; затѣмъ, выщелочивъ ихъ водой, я опредѣлялъ въ нихъ содержаніе нитратовъ, которые, какъ извѣстно, оказываютъ рѣшающее значеніе на ростъ большинства нашихъ культурныхъ растений. Излишекъ нитратовъ, который содержался въ удобренныхъ почвахъ и указывалъ на участіе, которое принималъ въ нитрификаціи навозъ.

Чувствительная разница въ содержаніи нитратовъ въ ту весну, которая слѣдуетъ за внесеніемъ удобрения, уменьшается въ слѣдующія времена года; въ первое лѣто, въ легкой землѣ, нитрифицируется треть или четверть азота навоза, который тотчасъ-же усваивается растениями покрывающими почву, или вымывается водами, которыя просачиваются въ глубину; для тучныхъ почвъ эта доля азота представляетъ только одну пятую, а для почвъ Лимани и Оверни очень богатыхъ гумусомъ только одну седьмую часть. Уже давно пришли къ общему заключенію, какъ бесполезно каждый годъ удобрять почву и какъ всегда, такъ называемые, послѣдки навоза оказываютъ замѣчательное дѣйствіе; они даютъ себя чувствовать въ теченіе многихъ лѣтъ; если почва получила богатое удобреніе хлѣвнымъ навозомъ, она долго сохраняетъ замѣчательное плодородіе; земледѣльцы замѣчали это уже съ давнихъ поръ и вотъ это именно дѣлаетъ столь выгодными долгосрочныя аренды и напротивъ столь раззорительными тѣ договоры, которые заключаются на нѣсколько лѣтъ.

Когда оканчивается срокъ аренды, которая не можетъ быть возобновлена, фермеръ старается использовать запасы, собранные въ навозѣ, внесенномъ имъ въ почву при началѣ и во время самой аренды; онъ перестаетъ удобрять почву, увеличиваетъ площадь посѣва продажныхъ растений и уходить, оставляя истощенную почву. Новому фермеру приходится не щадить навоза въ первое время аренды, но это удобреніе далеко не въ состояніи проявить все свое дѣйствіе, такъ какъ плодородіе не возвращается скоро. Оно восстанавливается только черезъ 5—6 лѣтъ, но уже приближается конецъ договора, если, какъ это принято, аренда заключена на 9 лѣтъ; въ послѣдніе гады начинается опять истощающая культура, которая потребуетъ отъ будущаго фермера новыхъ усилій. Такимъ образомъ земля не пріобрѣтаетъ того плодородія, которое ей доставила болѣе правильная постановка культуры, или которое было-бы за ней упрочено справедливымъ постановленіемъ о вознагражденіи фермера, который, уходя, оставляетъ землю сытую и въ хорошемъ состояніи.

Много писали о стоимости производства хлѣвного навоза и понятно, что для агрономовъ большой интересъ представляетъ установить ее съ точностью, такъ какъ цѣна навоза войдетъ въ расчетъ, который имѣетъ цѣлью установить, во что обходится всякая культура. Предположимъ, что я получилъ 800 фр. за свеклу съ гектара земли, который былъ удобренъ 40,000 кило навоза, плата за землю, издержки на сѣмена и заработную плату представляютъ 500 фр.; если я посчитаю свой навозъ по 10 фр. за тонну мои издержки достигнутъ 900 фр и я въ убыткѣ, но если я оцѣню навозъ по 5 фр. за тонну я получу 100 фр. прибыли.

Я считаю навозъ по 10 или 5 фр., на самомъ дѣлѣ его цѣна зависитъ отъ дѣйствительной стоимости, но не зависитъ отъ положенной въ кассу выручки, или отъ понесенныхъ убытковъ.

Цѣну навоза пытаются опредѣлить, установивъ разницу между выручкой отъ рогатаго скота, овецъ и лошадей и издержками, которыя необходимы для содержанія этихъ животныхъ; если издержки превышаютъ выручку, что обыкновенно и показываетъ сельскохозяйственная отчетность, счетъ уравниваютъ, относя въ издержки производство навоза; затѣмъ, раздѣливъ полученную такимъ образомъ сумму на вѣсъ навоза, опредѣляютъ цѣну тонны навоза.

Но большинство чиселъ которыя входятъ въ этотъ расчетъ основаны на исчисленіяхъ. Я хорошо понимаю, что буду имѣть дѣйствительную выручку отъ продажи молока своихъ коровъ, отъ шерсти овецъ и отъ коряленнаго скота; но, когда я хочу внести въ доходъ трудъ рабочихъ быковъ, лошадей, которые перевозятъ товаръ на сосѣднюю станцію, у меня не будетъ никакой увѣренности; если мои работы будутъ исполнены съ самымъ большимъ стараніемъ, а урожай, который, онѣ подготовили не удастся, я не получу за нихъ никакого вознагражденія, этотъ трудъ самъ по себѣ не имѣетъ стоимости; такимъ образомъ, опираясь на неясную оцѣнку, я только фиктивно обозначаю выполненный трудъ цифрой, которая представляется произвольной.

Не меньше затрудненій представляется и въ томъ случаѣ, когда вопросъ идетъ о вычисленіи издержекъ; очевидно, безъ большихъ шансовъ на ошибку, я могу обозначить по рыночной цѣнѣ кормъ, который поступитъ изъ складовъ въ стойла,—въ вязанкахъ, которыя также хорошо можно положить на повозки и отвезти на ближайшую станцію или въ сосѣдній городъ; но для многихъ кормовъ очень трудно установить стоимость; у меня есть 2 укуса сѣна и цѣна ихъ мнѣ извѣстна. Но допустимъ, что осень дождлива, мои луга зеленѣютъ, я ихъ спа-

сываю... какъ обозначить издержки? Какая цѣна этой травы, которую нельзя скосить? Земледѣльческая отчетность, какъ она обыкновенно ведется, даетъ только спорныя указанія. Болѣе 20 лѣтъ тому назадъ я сопутствовалъ ученикамъ школы Гринѣнъ въ одной изъ ихъ экскурсій; мы остановились у одного изъ лучшихъ хозяевъ сѣвернаго департамента; онъ показывалъ намъ великолѣпное стойло, въ которомъ помѣщалось болѣе 80 животныхъ; ему говорили комплименты...—„Не за что дѣлать комплименты, отвѣчалъ нашъ хозяинъ, это стойло обходится мнѣ слишкомъ дорого.—Тогда, вы бросьте это предпріятіе и когда этотъ откормъ кончится, не покупайте больше скота.—Такъ, такъ; хорошо; я дѣйствительно теряю, вы увидите отчетность“. Въ самомъ дѣлѣ, книги показывали потерю, тѣмъ не менѣе она была фиктивной; нашъ собесѣдникъ не платилъ денегъ за кормъ, который онъ бралъ съ своего собственнаго сахарнаго завода, но который онъ оцѣнивалъ слишкомъ дорого. Отчетность указывала потерю на откормѣ, благодаря чему была очень высока цѣна навоза, и тѣмъ не менѣе весьма справедливый инстинктъ, которымъ обладалъ нашъ хозяинъ въ земледѣльческихъ предпріятіяхъ, заставлялъ его продолжать дѣло, которое судя по его отчетности было убыточно.

Очень хорошо поставленное племенное скотоводство съ продажей по высокой цѣнѣ отборныхъ производителей, молочное хозяйство, въ которомъ молоко идетъ на приготовленіе хорошихъ сыровъ,—сами по себѣ даютъ прибыль и въ этихъ исключительныхъ случаяхъ навозъ не только ничего не стоитъ, но представляетъ прибавку къ прибыли.

Но обыкновенно такъ не бываетъ и когда израсходованные кормъ и солому оцѣниваютъ по рыночной цѣнѣ, доходъ отъ содержанія рогатаго скота и овецъ не покрываетъ издержекъ; навозъ, который выполняетъ эту разницу, смотря по роду предпріятія выходитъ отъ 5 до 10 фр. за тонну.

Очевидно всѣ усилія земледѣльца должны стремиться къ тому, чтобы уменьшить стоимость навоза; но какъ бы она не была велика, она во всякомъ случаѣ ниже той стоимости, которую можно вывести изъ рыночной цѣны удобрительныхъ веществъ заключающихся въ немъ. Отказавшись производить навозъ, мы были бы вынуждены приобретать тѣ количества азота, фосфорной кислоты и калия, которыя онъ обыкновенно вноситъ въ нашу почву; слѣдовательно, не считая гумусовыхъ веществъ, тонна навоза, благодаря своимъ 5 кило азота, 3 кило фосфорной кислоты и 5 кило поташа, обойдется 12—13 фр.; но какъ бы не было плохо поставлено скотоводство, оно никогда не

будеть производить навозъ по такой высокой цѣнѣ. Съ другой стороны не смотря на развитіе торговли удобреніями, которая съ каждымъ днемъ возрастаетъ, производство навоза прекращается только въ такихъ хозяйствахъ, которыя находятся по сосѣдству съ большими городами, гдѣ можно купить навозъ; и если хозяева окрестностей Парижа находятъ выгоднымъ оставить всѣ предпріятія по скотоводству и вывозить на рынокъ не только зерно, но также солому и траву, то лишь потому, что городъ самъ уступаетъ имъ по низкой цѣнѣ навозъ, котораго онѣ не производятъ.

Въ дѣйствительности хлѣвной навозъ всюду остается основнымъ удобреніемъ; примѣненіе его выгодно потому, что онъ доставляетъ гумусовыя вещества, которыя трудно пріобрѣсти и плодородіе которыхъ неисчерпаемо.

§ III.

Нечистоты изъ выгребныхъ ямъ.—Мясной тукъ.—Кровь.—Шерсть.—Гуано.

Между тѣмъ земледѣльцы окрестностей Парижа имѣютъ и другой источникъ удобренія, это именно, соръ, кухонные остатки и отбросы всякаго рода, которые накопились съ самыхъ отдаленныхъ временъ; тѣмъ болѣе, что вмѣсто того, чтобы вносить ихъ въ землю, эти отбросы, какъ это недавно практиковалось, накладывались въ металлическіе ящики, возвышающіеся на повозкахъ, которыя увозили ихъ, опорожняли и черезъ нѣсколько минутъ возвращались. Сваленныя большими массами въ Кантилли и Банё, нечистоты подвергаются тамъ дѣйствию микроорганизмовъ, окисляются, чернѣютъ и представляютъ тогда составъ довольно аналогичный составу хлѣвного навоза. Подвергнувшись такому-измѣненію, это вещество отправляется на станціи желѣзныхъ дорогъ, гдѣ земледѣльцы раскупаютъ ихъ по цѣнѣ 6—8 фр. за тонну.

Примѣненіе ихъ сопряжено съ нѣкоторыми неудобствами; кромѣ невыносимаго запаха, который заражаетъ деревню въ теченіе нѣсколькихъ дней по внесеніи удобренія, куски стекла, каменной посуды, металлическихъ пластинокъ, попавшихъ вмѣстѣ съ нечистотами на поле, могутъ ранить рабочихъ животныхъ, а выбораніе ихъ представляетъ нѣкоторое затрудненіе. Какъ бы то ни было, эти отбросы еще находятъ примѣненіе и если бы желѣзныя дороги согласились перевозить ихъ по низкой цѣнѣ на большія разстоянія, чѣмъ теперь,

то не было бы необходимости сжигать ихъ, какъ это принято въ Лондонѣ и Берлинѣ.

Большіе города оставляютъ для сельскохозяйственной культуры еще другіе отбросы; при осмотрѣ на скотобойняхъ, не всѣ части животныхъ признаются годными въ пищу, употребленіе лошадиного мяса мало развито, кровь и говядина которыя остались не проданными въ мясныхъ лавкахъ поступаютъ на фабрики удобреній.

Кровь такъ легко портится, что для примѣненія она нуждается въ предварительной обработкѣ; для этой цѣли пользуются хлорнымъ желѣзомъ, которое производитъ быстрое свертываніе крови; высушивъ ее на сушильныхъ печахъ, получаютъ богатую азотомъ черную массу, которая вполне удобна для перевозки и для внесенія въ почву.

Чтобы приготовить удобреніе изъ мяса, трупы животныхъ разрѣзываютъ на большіе куски, которые правильно располагаютъ въ большихъ ящикахъ, вмѣщающихъ отъ 30—36 лошадей, затѣмъ въ продолженіе 12—14 час. подвергаютъ ихъ дѣйствию горячаго пара; по охлажденіи, оставленная въ покоѣ масса раздѣляется на 3 слоя; изъ нихъ, жиръ, который идетъ на мыловаренные заводы занимаетъ верхнюю часть, ниже лежитъ слой, содержащій желатинъ, а въ самомъ низу находится смѣсь крови съ мясомъ; высушенное вещество, такъ называемый мясной тукъ, заключаетъ 13⁰/₁₀₀ азота.

Дѣйствіе его сказывается далеко медленнѣе, чѣмъ крови; въ 1879 г. я имѣлъ случай примѣнять подъ различныя культуры мясной тукъ изъ фабрики С.-Дени; въ самый годъ удобренія дѣйствіе его было не велико, но оно было весьма замѣтно въ слѣдующій годъ.

Приемъ, который мы сейчасъ описали, практикуется только на большихъ заводахъ. Еще не такъ давно, очень часто случалось, что въ тѣхъ хозяйствахъ гдѣ теряли скотъ вслѣдствіе повальныхъ болѣзней, ограничивались только тѣмъ, что закапывали ихъ и благодаря этому пагубному обычаю очень долго способствовали распространенію одной изъ самыхъ страшныхъ болѣзней—сибирской язвы. Далѣе, мы укажемъ какимъ образомъ распространяется эта болѣзнь, и хотя, послѣ замѣчательныхъ открытій Пастера, благодаря, все большему и большему распространенію предохранительныхъ прививокъ, эта болѣзнь начинаетъ исчезать, все таки еще не умѣютъ принимать достаточныхъ предосторожностей, чтобы препятствовать ея распространенію. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, Эме Жираръ указалъ весьма простой способъ, который позволяетъ превращать животныхъ, погибшихъ

отъ этой заразной болѣзни, въ хорошее и въ тоже время безвредное удобреніе; для этого достаточно погрузить трупы въ сосудъ съ сѣрной кислотой содержащей 60°; послѣ того какъ кислота превратитъ трупы въ черную кашицу, избытокъ ея насыщаютъ при помощи измельченныхъ известковыхъ фосфоритовъ и такимъ образомъ получаютъ сухую массу высокаго удобрительнаго свойства, абсолютно лишенную всякихъ болѣзнетворныхъ зародышей, которую легко разсѣвать при удобреніи.

Сельскохозяйственная культура примѣняетъ еще и другіе остатки животнаго происхожденія, именно шерсть и кожи; шерстяныя тряпки, просто исщипанныя, съ незапамятныхъ временъ находятъ примѣненіе на виноградникахъ; цѣна ихъ бываетъ различна въ зависимости отъ цѣны на вино; если урожай былъ изобильный, а качество винограда посредственное и онъ продается плохо, то цѣна на тряпки надеется, чтобы подняться въ годъ, когда виноградъ продается дорого. Эти шерстяныя тряпки измѣняются въ почвѣ только медленно и хотя дѣйствіе ихъ замѣтно въ продолженіе нѣсколькихъ лѣтъ, его недостаточно для того, чтобы поддержать ростъ растеній, которыя въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ заканчиваютъ свое развитіе; въ виду этого дѣлали опыты ускорить дѣйствіе шерсти обрабатывая ее перегретымъ водянымъ паромъ или сѣрною кислотой; такимъ образомъ получается продуктъ, который извѣстенъ подъ именемъ растворимой шерсти или азотина, это удобреніе представляется гораздо болѣе дѣйствительнымъ, чѣмъ сырая, необработанная шерсть.

Однако старая одежда изъ чистой шерсти часто утилизируется и другимъ способомъ; послѣ специальной механической переработки, волокно можетъ быть соткано на ново; эта матерія, посредственнаго качества, получила названіе, которымъ отдается честь изобрѣтательности фабрикантовъ; она называется *renaissance* (возрожденіе); старая изношенная, негодная для употребленія, дырявая одежда переработана и ея первоначальное вещество возстановилось вновь, это и есть возрожденіе шерсти. Если ткань представляетъ собой смѣсь шерсти съ хлопкомъ, то подобная переработка ея не возможна; тогда ее подвергаютъ дѣйствію перегрѣтаго водяного пара, причемъ волокна животнаго происхожденія измельчаются и образуютъ черноватую, напоминающую собой ваксу, массу, которая цѣнится за содержащіеся въ ней 9—12% азота; что касается до растительныхъ волоконъ, которыя не измѣняются подъ вліяніемъ водяного пара, то онѣ служатъ для приготовленія бумаги.

Равнымъ образомъ примѣняютъ въ качествѣ азотистаго удобренія и остатки кожъ. Просто смолотые они разлагаются только съ весьма

большой медленностью. Но, подъ влияніемъ прегрѣтаго водяного пара, они дѣлаются очень рыхлыми. Дѣйствіе этихъ азотистыхъ удобреній довольно медленно; я примѣнялъ ихъ на опытномъ полѣ въ Гринѣнѣ подѣ картофель; урожай его отъ этого не увеличился; зерновой хлѣбъ, который слѣдовалъ за картофелемъ тоже не далъ никакого вознагражденія за это удобреніе и я уже отчаивался получить отъ него самую небольшую пользу, когда оно сказалось очень чувствительнымъ образомъ на второмъ хлѣбѣ, спустя 3 года послѣ внесенія удобренія. ¹⁾

Роговыя стружки или обожженные рога представляются болѣе сильнымъ удобреніемъ; однако, ни одно изъ этихъ удобреній животнаго происхожденія не стоитъ гуано, которое пользовалось самымъ широкимъ распространеніемъ въ продолженіе послѣднихъ 30 лѣтъ, но теперь употребляется меньше, съ тѣхъ поръ какъ начинаютъ исчерпываться наиболѣе богатые запасы его. Гуано находится на большомъ числѣ острововъ, гдѣ живутъ морскія птицы, онѣ покрываютъ почву своими изверженіями, среди которыхъ часто погребены и ихъ засохшіе трупы.

Наиболѣе цѣнноз гуано, которое, кромѣ фосфорнокислой извести, содержало значительныя количества амміака, связаннаго съ угольной кислотой, мочевою и щавелевою, находили на островахъ, прилегающихъ къ Перуанскому берегу; на этомъ берегу распространены птицы-рыболовы.

Какъ говоритъ Антоній Уллоа, который сопровождалъ французскихъ академиковъ, посланныхъ въ XVIII в. въ Америку для измѣренія меридіана: „когда птицы начинаютъ перелетать черезъ портъ Каллао, имъ не видно ни начала ни конца“. Эти птицы привлекаются на Американскій берегъ благодаря особенному изобилію рыбы въ Гумбольдтовомъ теченіи, которое, направляясь прямо къ сѣверу и обмывая весь берегъ до экватора, несетъ въ теплыя страны холодныя воды Ледовитаго Океана.

Знаменитый французскій агрономъ Буссенго, который путешествовалъ по Центральной Америкѣ въ началѣ текущаго столѣтія, видѣлъ эти залежи гуано и вотъ именно, размышляя о ихъ составѣ, онъ въ

¹⁾ Считаютъ, что количество крови и мяснаго тука, которое ежегодно продается торговцами искусственныхъ удобреній, достигаетъ 51000 т.; доля Франціи около 8000 т.; помимо того въ ней приготавливаютъ до 8000 т. удобренія изъ роговъ и кожи.

первые формулировалъ свое мнѣніе о высокомъ удобрительномъ значеніи азотистыхъ удобреній. „На большомъ протяженіи Перуанскаго берега, почва отъ природы неплодная, сдѣлалась плодородной благодаря примѣненію гуано; земля, которую составляютъ кварцевый песокъ и глина, стала производить избыточные урожаи. Удобреніе, которое производитъ такое быстрое и такое благопріятное измѣненіе почти исключительно состоитъ изъ аммонійныхъ солей. При наличности именно этого факта, въ 1822 году, въ то время когда я находился на берегахъ Южнаго Моря, я высказалъ мнѣніе, котораго держусь и теперь о полезномъ участіи амміачныхъ солей въ явленіяхъ жизни растений.“

20 лѣтъ тому назадъ было еще въ общемъ употребленіи гуано, которое, происходя изъ такихъ мѣстъ, гдѣ дожди рѣдки, сохраняло всѣ свои растворимыя амміачныя соли, легко вымываемыя въ другихъ мѣстахъ дождевыми водами; оно нагружалось въ беспорядкѣ на суда, которыя уже нельзя было посвятить для другой цѣли, благодаря сильному, отталкивающему его запаху; большое число этихъ судовъ прибывало въ Нантъ, гдѣ удобреніе складывалось въ особыхъ помѣщеніяхъ. Въ то время оно покупалось по довольно высокой цѣнѣ безъ всякой гарантіи въ составѣ; вскорѣ однако самыя богатыя залежи были исчерпаны, дѣйствіе гуано стало слабѣе и начали покупать только по анализу. Въ самомъ дѣлѣ составъ этого удобренія далеко не представляется постояннымъ, а манипуляціи, которыя имѣютъ цѣлью превратить его въ однородную смѣсь затруднительны, такъ какъ гуано благодаря своей мягкости и пластичности легко приклеивается къ стѣнкамъ и пачкаетъ сосуды; чтобы измельчить его, прибѣгаютъ къ дѣйствію сѣрной кислоты и готовятъ такимъ образомъ растворимое гуано; въ этомъ случаѣ, кислота разлагаетъ углекислый аммоній и переводитъ его въ сѣрнокислый; равнымъ образомъ, она дѣйствуетъ и на фосфорнокислую известь, причѣмъ часть извести образуетъ съ сѣрною кислотою гипсъ, благодаря которому вещество сгущается; такимъ образомъ оно становится достаточно твердымъ, для того чтобы съ удобствомъ пройти черезъ измельчающіе аппараты и пріобрѣсти однородность, необходимую для продажи по анализу. Впрочемъ эти манипуляціи превращаютъ гуано въ смѣсь сѣрнокислаго аммонія и суперфосфата кальція и подвергаетъ его конкуренціи химическихъ удобреній; послѣднія положили конецъ увлеченію, предметомъ котораго было гуано, еще въ то время, когда образъ дѣйствія удобреній былъ менѣе извѣстенъ, чѣмъ теперь.

Въ качествѣ удобренія примѣняются изверженія не однихъ только морскихъ птицъ, но подобнымъ же образомъ, подъ именемъ коломбита

пользуются пометомъ всякихъ пернатыхъ; кромѣ того въ пещерахъ населенныхъ летучими мышами находятъ удобрение, совершенно аналогичное гуано. Наконецъ дѣлалось много попытокъ примѣнять для приготовления удобрений отбросы рыбной ловли. На французскомъ берегу Бретани съ этой цѣлью пользовались не съѣдобными частями сардинокъ; на островахъ Лофоденъ въ Норвегіи и на Новой Землѣ рыбное удобрение готовили изъ остатковъ трески. Подвергая всѣ эти остатки дѣйствию перегрѣтаго водяного пара изъ нихъ извлекаютъ масло; затѣмъ вся масса становится твердой хрупкой, легко обрабатывается на мельницахъ и образуетъ порошокъ, который удобно разсѣвать при удобрении.

§ IV.

Человѣческія изверженія.—Стрнокислый аммоній.—Чилийская селитра.

Примѣненіе человѣческихъ изверженій весьма ограничено, оно распространено только въ небольшомъ числѣ странъ, гдѣ земледѣльцы побѣдили весьма законное отвращеніе, которое вызываютъ къ себѣ эти удобрения. Продолжительная привычка сдѣлала китайцевъ нечувствительными къ неудобствамъ, которые влечетъ за собою постоянная перевозка по дорогамъ и по улицамъ этихъ тошнотворныхъ веществъ; между тѣмъ удобрительное дѣйствіе ихъ таково, что въ настоящее время Небесная Имперія представляетъ повидимому наиболѣе высокую плотность населенія изъ всѣхъ странъ земного шара. Во Франціи съ незапамятныхъ временъ примѣняютъ человѣческія изверженія на 2-хъ концахъ страны; въ департаментахъ Варъ и Морскія Альпы ими пользуются при культурѣ растений въ цѣляхъ парфюмеріи; а на крайнемъ сѣверѣ въ древней Фландріи фекальня массы являются такимъ постояннымъ удобрениемъ, что онѣ получили названіе фламандскаго удобрения.

Употребленіе ихъ въ качествѣ удобрения служитъ причиной сохраненія выгребныхъ ямъ, которыя представляютъ собой страшное неудобство и прежде всего въ санитарномъ отношеніи; черезъ дно и стѣны этихъ ямъ, рѣдко непроницаемыхъ для воды, просачивается жидкость, которую онѣ содержатъ, и заражаетъ сосѣднюю землю и подземныя воды. Въ здоровой колодезной водѣ обыкновенно находятъ только слѣды амміака; между тѣмъ 40 лѣтъ тому назадъ Буссенго нашель въ въ домовыхъ колодцахъ стараго Парижа до 30 мгрм. амміака на

литръ, количество огромное и очевидно обязанное просачиванію жидкости изъ выгребныхъ ямъ. Употребленіе подобной воды для питья, всегда крайне непріятное, становится очень опаснымъ во время эпидемій, такъ какъ, намъ теперь извѣстно, холера и тифъ распространяются посредствомъ зародышей, которые содержатся въ нечистыхъ водахъ.

Хотя чистка выгребныхъ ямъ была усовершенствована нѣсколько лѣтъ тому назадъ; хотя газы, которые выдѣляются изъ нихъ направляются черезъ печь, которая сожигаетъ летучіе продукты съ сильнымъ запахомъ, такъ что нечистоты изъ домовыхъ ямъ не заражаютъ зловоніемъ всей улицы, какъ это было недавно, все таки этотъ способъ является варварскимъ и долженъ исчезнуть.

Къ чему каждому дому собирать подъ собой цѣлые кубическіе метры зараженной жидкости, испаренія которой распространяются по жилищамъ при всякомъ пониженіи барометра; зачѣмъ далѣе извлекать эти жидкости непремѣнно механическимъ путемъ и къ чему эти гремящія колесницы, которыя проѣзжаютъ по городу цѣлую ночь и нарушаютъ сонъ обитателей; что за необходимость производить эту дорогую операцію, тѣмъ болѣе, что въ каждый домъ проведена въ большомъ количествѣ вода и слѣдовательно, что за интересъ домовладѣльцевъ, на которыхъ падаютъ издержки по чисткѣ, ограничивать обильное промываніе отхожихъ ямъ, которыя, иначе, невыносимы.

И такъ система выгребныхъ ямъ осуждена, она идетъ по этому пути тѣмъ болѣе быстро, что приготовленіе удобреній при помощи обработки нечистотъ становится каждый день затруднительнѣе.

Нечистоты, извлеченные изъ ямъ долго свозились въ особые склады, гдѣ ихъ оставляли въ покоѣ, чтобы осѣла изъ нихъ твердая часть. Такое осѣданіе происходитъ крайне медленно, а нечистоты, находясь на воздухѣ, заражаютъ своими испареніями сосѣднія мѣста; въ Парижѣ, когда подуетъ восточный вѣтеръ, онѣ заражаютъ весь городъ. Твердые вещества по высыханію образуютъ пудреттъ, который представляетъ собой удобреніе посредственнаго качества, такъ какъ дѣятельная часть нечистотъ—амміачные соли остаются въ жидкостяхъ, или улетучиваются во время высыханія; въ Парижѣ, эти жидкости долгое время сплавлялись въ Сену. Въ настоящее время въ большинствѣ случаевъ эти вещества прямо свозятъ на заводы; тамъ при помощи аппаратовъ, подобныхъ тѣмъ, которые примѣняются при дистилляціи спирта, выдѣляютъ изъ жидкости газообразный амміакъ, собираютъ его въ сѣрную кислоту и такимъ образомъ готовятъ

сильное удобреніе—сѣрноокислый аммоній. Эта операція сопряжена съ расходами, которые покрываются только въ томъ случаѣ, если перегоняютъ жидкость, богатую амміакомъ. Слѣдовательно для этой цѣли болѣе пригодны жидкость изъ домовъ, которые хуже содержатся; напротивъ если отхожія мѣста обильно промываются водою, амміакъ въ нихъ растворенъ въ такой массѣ жидкости, что издержки на перегонку ея превосходятъ стоимость полученнаго продукта и такъ какъ многіе города, напримѣръ Парижъ, дѣлаютъ большія усилія, чтобы вода находилась всюду въ изобиліи, фабрикація сѣрноокислаго аммонія изъ фекальныхъ массъ становится все менѣе и менѣе выгодной и совершенно исчезнетъ, хотя бы даже и удержались выгребныя ямы.

Сѣрноокислый аммоній получается не исключительно только при обработкѣ жидкихъ изверженій; извѣстно, что каменный уголь образовался благодаря превращенію растеній, которыя покрывали поверхность земли въ далекія эпохи и которыя заключали азотъ, какъ и наши растенія; въ виду этого при перегонкѣ каменнаго угля, съ цѣлью полученія изъ него свѣтильнаго газа, получаютъ амміачныя воды; онѣ то и служатъ для приготовленія сѣрноокислаго аммонія и ежегодно доставляетъ въ Парижѣ 8000 тоннъ этого удобренія ¹⁾.

Соль, которая получается такимъ образомъ при перегонкѣ каменнаго угля, иногда заключаетъ продуктъ, который дѣйствуетъ на растенія какъ сильный ядъ, это именно сѣроціановый или роданистый калий; въ виду этого химики сельскохозяйственныхъ станцій и земледѣльческихъ синдикатовъ удостовѣряются въ отсутствіи его въ пробахъ сѣрноокислаго аммонія, пригорѣлый запахъ котораго указываетъ на его происхожденіе изъ каменнаго угля ²⁾.

Сѣрноокислый аммоній является недавнимъ по примѣненію сравнительно съ чилийскою селитрой; послѣдняя представляетъ собою основаніе весьма энергичныхъ азотистыхъ удобреній, которыя обозначаются въ современной практикѣ своеобразнымъ названіемъ химическихъ удобреній.

¹⁾ Мы находимъ въ одномъ спеціальномъ, хорошо поставленномъ журналѣ, l'Engrais, что на всемъ земномъ шарѣ готовится сѣрноокислаго аммонія до 290.000 т., изъ которыхъ на долю только одной Англій падаетъ 154.000 тоннъ, а на долю Франціи 26.000.

²⁾ Нѣтъ ничего легче, какъ открыть въ удобреніи присутствіе сѣроціанистаго (роданистаго) калия; достаточно растворить подозрительный продуктъ въ водѣ и прибавить хлорнаго желѣза, которое даетъ въ присутствіи роданистаго калия характерное кровавокрасное окрашиваніе.

Дѣйствіе нитратовъ (азотнокислыхъ солей), какъ азотистыхъ удобреній, было вполнѣ установлено только въ 1856 г. изслѣдованіями Буссенго и Ж-Вилли. Сначала медленно, затѣмъ, нѣсколькими годами позже, быстро распространилось примѣненіе этихъ удобреній и въ 1894 г. Европа ввезла 274.219 тоннъ чилийской селитры цѣною по 210 фр. тонна, расходъ на покупку представлялъ, такимъ образомъ 205 мил. фр.; изъ всего этого количества Франція заплатила за 173.000 тоннъ; затѣмъ въ 1890 г. она приобрѣла 216.000 т. и въ 1892 г.— 204.000 тоннъ. (L'Engrais, № отъ 29 марта 1895 г.).

Чилийская селитра добывается въ богатыхъ мѣстороженіяхъ, расположенныхъ въ Южной Америкѣ, по берегамъ Тихаго Океана, въ провинціи Тарапака (Перу) и въ пустынѣ Атакама (Боливія). Извѣстно, что птицы рыболовы, очень распространенныя на этомъ берегу произвели гуано, которое недавно еще эксплуатировалось, и вѣроятно, что чилийская селитра образовалась изъ древнихъ залежей гуано. Слои, заключающіе нитратъ, лежатъ подъ глиною пропитанной морской солью; взорвавъ эту соленую массу, нитратъ отдѣляются отъ сопровождающей его землистой жильной породы, пользуясь его растворимостью въ водѣ; для этого въ большіе чаны для нагрѣванія помѣщаютъ куски этой смѣси песку, нитрата и морской соли, которая извѣстна подъ именемъ „Caliche“ и подвергаютъ ее кипяченію; затѣмъ сливаютъ насыщенную жидкость, изъ которой по охлажденіи выкристаллизовывается нитратъ, между тѣмъ, какъ морская соль остается въ растворѣ.

Правильное примѣненіе чилийской селитры и сѣрнокислаго аммонія характеризуетъ одну изъ ступеней сельскохозяйственнаго прогресса. Въ самомъ дѣлѣ, производство навоза ограничено кормовыми средствами, вывозъ его на поле иногда затруднителенъ въ силу климатическихъ условій, напримѣръ, глинистыя почвы размягченныя водой не доступны для тяжелыхъ телѣгъ; равнымъ образомъ самое дѣйствіе навоза подчинено вліянію временъ года; въ виду этого, не трудно согласиться относительно пользы, которую доставляютъ культурѣ удобренія со скорымъ дѣйствіемъ, съ небольшимъ вѣсомъ, такъ что ихъ не трудно вносить въ почву.

Если бы весной молодая растеньица зерноваго хлѣба оказались чахлыми, съ мало развитыми, блѣдными, желтоватыми листьями, то еще недавно представлялось бы большое затрудненіе; теперь же достаточно разсѣять на гектаръ такой „зелени“ 100—150 кило чилийской селитры и въ 8 дней картина измѣняется, удобренныя растенія ста-

новятся выше, бодрѣе и болѣе интензивно зеленаго цвѣта, чѣмъ ихъ сосѣди; растительность какъ бы воспрянула подѣ влияніемъ нитрата, какъ утомленная лошадь отъ удара кнута.

Хотя чилійская селитра и сѣрнокислый аммоній представляютъ собой могущественныя удобрительныя вещества, они оказываютъ вліяніе на урожай только въ томъ случаѣ, когда ихъ примѣняютъ осмотрительно. Чилійская селитра отличается большой растворимостью въ водѣ, причемъ растворы ея проходятъ сквозь почву безъ измѣненія, такъ что было-бы очень большой ошибкой вносить это удобреніе осенью въ голую почву или даже и въ покрытую молодыми растеньицами, но слабыми на столько, что онѣ не смогутъ вполне удержать его; нитратъ въ этомъ случаѣ оказался бы въ растворѣ, былъ бы вымытъ водою и такимъ образомъ потерянъ. Всего этого нельзя сказать о сѣрнокисломъ аммоніѣ, который довольно хорошо удерживается почвой, такъ что вода вымываетъ только небольшую часть его; но при благопріятныхъ условіяхъ температуры и влажности это соединеніе подвергается дѣйствию микроорганизмовъ азотной кислоты и его азотъ соединяется съ кислородомъ, переходя послѣдовательно въ азотистую и затѣмъ въ азотную кислоту, далѣе оно вступаетъ въ соединеніе съ известью и въ этомъ новомъ видѣ легко вымывается. Но какъ бы то ни было это превращеніе—зимою довольно медленно и потому многіе просвѣщенные практики считаютъ удобнымъ доставлять молодой слабой зелени небольшое удобреніе изъ амміачныхъ солей. Однако, въ большинствѣ случаевъ удобреніе весною оказывается болѣе дѣйствительнымъ.

Не безразлично также, примѣнить-ли на какойнибудь землѣ селитру или сѣрнокислый аммоній; первая удобна для почвъ сухихъ, известковыхъ, второй для влажныхъ и глинистыхъ. Въ курсахъ земледѣльской химіи приводятъ весьма прекрасное наблюденіе произведенное въ Вобурнѣ, въ Англіи, Варингтономъ; въ 1812 г., во влажное лѣто, самый лучший урожай хлѣба—39,23 гектолитра на гектаръ былъ полученъ при помощи сѣрнокислаго аммонія, селитра, содержащая такое-же количество азота какъ и сѣрнокислый амміакъ дала только 32, 34 гектолитра. Въ 1887-ой, сухой годъ сборы были совершенно противоположны, селитра дала 39, 46 гектл., а амміакъ—32, 92 гектл. Ясно, что практикъ, который вноситъ химическія удобрения въ свою почву ранней весной, не знаетъ, какой будетъ годъ и придется-ли ему терпѣть отъ дождей или засухи; но онъ знаетъ свою землю. Если она тяжела, такъ что задерживаетъ воду и доставляетъ наилучшіе урожаи въ теплые и сухіе годы, то подходящимъ удобреніемъ для нея является

сѣрнокислый аммоній, если, наоборотъ, земля водопроницаема и урожаи на ней выше въ дождливые, чѣмъ въ сухіе годы, то необходимо примѣнять селитру.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ надо избѣгать излишнихъ количествъ удобрения у зерновыхъ хлѣбовъ оно способствуетъ развитію зеленыхъ частей растенія, что задерживаетъ созрѣваніе и предрасполагаетъ къ полеганію; свеклу оно тоже задерживаетъ въ зеленомъ состояніи сверхъ обыкновеннаго времени и уменьшаютъ въ ней содержаніе сахара. Въ рѣдкихъ случаяхъ количество удобрения можетъ съ пользою превышать 300 кило на гектаръ, обыкновенно же достаточно 100—150 кило.

Въ противоположность хлѣвному навозу, который поддерживаетъ растительность въ теченіе многихъ лѣтъ послѣ внесенія его въ почву, удобрения химическія сказываются въ тотъ годъ, въ который онѣ внесены. Если дѣйствіе ихъ было мало замѣтно, если несвоевременный дождь вымылъ селитру еще раннею весной или продолжительная засуха помѣшала усвоенію сѣрнокислаго амміака, то надо примириться съ тѣмъ, что они потеряны и не надѣяться, что они произведутъ хотя самое ничтожное дѣйствіе въ слѣдующемъ году; остатки ихъ исчезнутъ во время зимы; и такъ не должны ли эти удобрения служить только дополненіями органическихъ удобреній. Земледѣлецъ, у котораго нѣтъ достаточнаго количества навоза, чтобы покрыть имъ всю площадь земли, предназначенную для посѣва, сдѣлаетъ болѣе разумно, если дастъ небольшое навозное удобреніе всей этой площади и дополнитъ его химическими удобрениями, чѣмъ если-бы онъ удобрилъ всѣмъ своимъ навозомъ одно поле и всѣми химическими удобрениями другое; смѣшанный навозъ во всякое время является болѣе дѣльнымъ. ¹⁾

¹⁾ Въ послѣднее время были заинтересованы опытами произведенными въ первые въ Германіи Вагнеромъ, который указывалъ, что нитраты введенные въ почву одновременно съ хлѣвнымъ навозомъ разлагались и слѣдовательно такимъ образомъ были потеряны.

Дѣйствительно, во многихъ случаяхъ нитраты возстаиваются; наиримѣръ, достаточно землю заключающую нитраты держать очень влажной, чтобы видѣть, что эти нитраты исчезнутъ, и вѣроятно, что опыты Вагнера были произведены съ тяжелыми, мало проницаемыми для воздуха почвами; но, какъ бы ни были интересны эти работы, изъ нихъ нельзя заключить, что смѣшанные удобрения изъ навоза и нитрата должны быть осуждены. Въ Гринепѣ, гдѣ я обрабатываю, правда легкую землю, я примѣняю съ большою пользою эти смѣшанные удобрения въ продолженіе уже многихъ лѣтъ; но я никогда не былъ поставленъ въ условія въ которыхъ работали Вагнеръ; навозъ вносится осенью, нитраты весной; и

§ V.

Растительныя удобрения.—Жмыхи.—Зеленое удобрение.

И такъ, удобрения животнаго происхожденія, которыя мы только что, такъ пространно, разбирали, а въ особенности сѣрнокислый аммоній и селитру, примѣненіе которыхъ съ каждымъ возрастаетъ, представляютъ собой дополнительные удобрения. Ихъ удобрительное дѣйствіе надо соединять съ таковымъ-же навоза, который въ большей части Франціи остается главнымъ удобрениемъ. Однако, если на сѣверѣ, или въ центрѣ Франціи изобильные дожди снособствуютъ роскошному развитію луговъ, слѣдовательно содержанію скота и естественно производству навоза, то не такъ на юго-востокѣ и именно въ Провансѣ. При посредствѣ орошенія тамъ, все таки, получаютъ удивительные сборы люцерны, но находятъ болѣе выгоднымъ продавать ее, чѣмъ скармливать скотомъ. Если-бы въ Провансѣ занялись молочнымъ хозяйствомъ, какъ въ окрестностяхъ Милана, то оно стояло-бы здѣсь не ниже, такъ какъ, хотя луга окрестностей Милана доставляютъ при правильномъ орошеніи такіе сборы, что они оплачиваются по 500 фр. съ гектара, луга Прованса, гдѣ только есть вода—ничуть не хуже. Помимо того, я не думаю, чтобы можно было указать болѣе осязательное наглядное доказательство того превращенія, которое вызываетъ въ странѣ устройство орошенія. Въ самомъ дѣлѣ, въ окрестностяхъ Марсели вамъ приходится проѣзжать весной по лугамъ, сочная яркозеленая густая трава которыхъ отѣнена цвѣтущими яблонями и, если бы на горизонтѣ не было замѣтно отливающаго голубымъ оттѣнкомъ моря, можно было бы подумать, что вы попали въ Нормандію; затѣмъ дорога поднимается на нѣсколько метровъ выше и надъ роскошнымъ зеленѣющимъ склономъ оказывается сѣрая сухая возвышенность, усыпанная иглами, которыя падаютъ съ жалкихъ, захирѣлыхъ сосонъ, изнывающихъ подъ пыломъ солнца.

Какъ бы то ни было, но въ Провансѣ навоза недостаточно, чтобы поддерживать роскошную культуру цвѣтовъ С-Реми, овощей въ Кавайонѣ, хлѣба, винограда и оливковаго дерева; населеніе было бы

думаю, что, работая такимъ образомъ, нечего бояться восстановленія нитратовъ, если почва хорошо обработана и провѣтрена. Напротивъ, при отсутствіи воздуха, восстановленіе нитратовъ—вѣроятно, какъ это показали работы Рейона, и Дюпюта и мои произведенные въ то же время (1881) въ сотрудничествѣ съ Макенномъ.

поставлено въ большое затрудненіе, если бы не нашлось драгоцѣннаго удобренія въ видѣ жмыховъ, которые получаютъ въ качествѣ отброса при извлеченіи изъ маслины оливковаго масла.

Извѣстно, что мыловаренные заводы въ Марсели ввозятъ изъ странъ экзотическихъ большія количества маслины. Эти плоды, какъ и наши рапсъ, ленъ и макъ, заключаютъ, кромѣ масла, азотистыя вещества и минеральныя, которыя богаты фосфорной кислотой и калиемъ. Когда они смолоты и изъ нихъ выжато масло, остаются жмыхи, которые, смотря по происхожденію, употребляются для корма скота, или же для удобренія почвы. Если для первой цѣли можно съ удобствомъ примѣнять жмыхи льна и рапса, то жмыхи клещевины, кротона, индійскаго *ignon'a* и горчицы опасны для скота, а потому они измельчаются и продаются какъ удобрение; въ такомъ видѣ они очень распространены въ южной Франціи, гдѣ ихъ называютъ „trouille“. Количество жмыховъ ежегодно потребляемыхъ во Франціи, считаютъ въ 620.000 тоннъ, цѣною въ 62 милл. франковъ.

Жмыхи не являются единственнымъ веществомъ растительнаго происхожденія, которое примѣняется въ качествѣ удобренія; съ незапамятныхъ временъ на морскихъ берегахъ пользуются съ этой цѣлью морскими растеніями, ловля которыхъ была подчинена правиламъ еще въ средніе вѣка; отличали пригульные, не имѣющіе хозяина, фукусы, которые волнами были выброшены на берегъ, отъ фукусовъ скошенныхъ у прибрежныхъ утесовъ. И тѣ и другіе, выставленные въ продолженіе нѣкотораго времени на дождь, теряютъ соль, которую они пропитаны; внесенные затѣмъ въ почву они легко разлагаются и поддерживаютъ посредственные урожаи. Много лѣтъ тому назадъ, Герве Мангонъ описалъ, весьма своеобразный способъ культуры, который практикуется въ „Noirmoutiers“ гдѣ почва въ теченіе столѣтій сохраняетъ посредственное плодородіе благодаря исключительному примѣненію фукусовъ; въ то же время твердые изверженія скота высушиваютъ и примѣняютъ въ качествѣ топлива, замѣняя такимъ образомъ дерево, котораго тамъ не достаетъ. При прокачиваніи изверженій животныхъ выдѣляются амміачныя воды и увѣряютъ, что если соединеніе азота съ водородомъ, летучая щелочь, извѣстно еще подъ именемъ египетской воды, воды аммонія и аммоніака, то это потому, что оно происходитъ изъ Египта, гдѣ отсутствіе лѣса, въ долинѣ Нила, вызываетъ употребленіе въ качествѣ топлива животныхъ изверженій.

12 лѣтъ тому назадъ мнѣ пришлось проѣзжать черезъ островъ Ре; въ это время онъ былъ совершенно покрытъ виноградомъ и зерновыми хлѣбами; при полиѣшемъ отсутствіи луговъ, а слѣдовательно и скота, только одни фукусы служили здѣсь удобреніемъ; имъ же обязанъ своимъ процвѣтаніемъ и Jersey, мѣжду тѣмъ извѣстно, что благодаря культурѣ весеннихъ овощей для рынковъ Лондона, валовой доходъ здѣсь съ гектара достигаетъ 1800—2000 фр. Наконецъ, золотой поясъ Бретани, эта прибрежная страна съ роскошной культурой обязана своимъ богатствомъ только подобному примѣненію фукусовъ и морскаго песку; изъ нихъ первые вносятъ азотистыя вещества, а второй—известь, которыхъ не достаетъ внутри страны.

Кромѣ жмыховъ и фукусовъ, растительное царство доставляетъ намъ во качествѣ удобрительнаго вещества еще, такъ называемое, зеленое удобрение, Этимъ именемъ обозначаютъ растенія, которыя воздѣлываются специально для того, чтобы быть внесенными въ землю, принесшую ихъ, а также остатки отъ урожая, который только одной своей частью используется въ промышленности.

Большой интересъ представляетъ тотъ фактъ, что земледѣльцы еще въ древности знали нѣкоторыя растенія, которыя особенно пригодны для внесенія въ почву въ качествѣ зеленого удобрения. Уже 20 вѣковъ тому назадъ, латинскіе агрономы совѣтовали сѣять вику или лупины, чтобы возвратитъ ихъ почвѣ въ моментъ цвѣтенія и обогатитъ такимъ образомъ участки земли, на которые затруднительно вывозитъ навозъ. Этотъ выборъ безусловно справедливъ; въ настоящее время, благодаря недавнимъ изслѣдованіямъ Гельригеля и Вильфарта, мы знаемъ, что различныя растенія, принадлежація къ семейству бобовыхъ, всегда несутъ на своихъ корешкахъ утолщенія, которыя населены бактеріями, усвояющими газообразный азотъ; такимъ образомъ, эти растенія обогащаютъ азотомъ почву, которая ихъ выростила, а потому онѣ вполне заслуживаютъ названіе улучшающихъ растеній, которое имъ дали земледѣльцы далеко ранѣе, чѣмъ была открыта главная роль, которую онѣ играютъ въ сохраненіи плодородія.

Въ странахъ гдѣ плата за землю высока, не считаютъ удобнымъ производить во всякое время посѣвъ растеній, которыя предназначены для зеленого удобрения; это затрудненіе мы можемъ устранить 2-мя способами, или, сѣя по овсу клеверъ, или-же, слегка вспахавъ послѣ жатвы землю и затѣмъ засѣвая ее вику; оба эти растенія занимаютъ почву въ теченіе всей осени, но, въ то время какъ клеверъ

остаётся на зиму, даёт въ слѣдующемъ году 2 урожая и запахи-вается только черезъ 16 мѣс., вика задѣлывается въ ноябрѣ той же осени, такъ какъ она легко вымерзаетъ зимою.

При удачной культурѣ закопанныя растенія вѣсятъ 15000—18000 кило; онѣ заключаютъ 60—80 кило азота, что отвѣчаетъ 12000—16000 кило хлѣвнаго навоза; такимъ образомъ это небольшое удобреніе.

Запаханныя растенія разлагаются только слѣдующей весной, когда, азотъ, который онѣ заключаютъ переходитъ въ азотнокислыя соли. Разложеніе это происходитъ медленно; въ самомъ дѣлѣ, прежде чѣмъ ристительныя ткани станутъ добычей насѣкомыхъ, грибовъ и бактерій, пройдетъ достаточно много времени и даже случается, что въ теченіе слѣдующаго года не весь азотъ, который собрала въ почвѣ культура бобовыхъ, переходитъ въ нитратъ; ее обогатили тѣмъ самымъ гумусомъ, устойчивость котораго намъ уже извѣстна.

Какъ бы то ни было, но почва сохранила тотъ элементъ природнаго богатства, котораго обыкновенно не достаётъ; если притомъ, для зеленаго удобренія сѣять бобовыя, какъ это совѣтовали уже латинскіе агрономы, то къ азоту нитратовъ приобщается азотъ воздуха усвоенный бактеріями утолщій и предпріятіе становится такимъ образомъ еще болѣе полезнымъ; вѣроятно, что этотъ способъ культуры, который пока сосредоточенъ только въ нѣкоторыхъ изъ нашихъ департаментовъ, будетъ распространяться по мѣрѣ знакомства съ его преимуществами.

Съ другой стороны эта осенняя культура бобовыхъ, которая примѣняется въ нѣсколькихъ изъ нашихъ департаментовъ съ незапамятнымъ временемъ, имѣетъ тенденцію распространяться въ виду той громадной выгоды, которую представляетъ уменьшеніе потерь азота азотной кислоты, вымываемой осенью водами, просачивающимися въ глубину.

Зимю 1892—1893 г. одна изъ непокрытыхъ растительностью почвъ Гринёна пропускала дренажныя воды, гораздо болѣе насыщенная азотной кислотой чѣмъ тѣ, которыя вытекали изъ подъ дуга злаковыхъ; также точно дренажныя воды поля, засѣяннаго озимымъ хлѣбомъ, является во время зимы гораздо менѣе насыщенными, чѣмъ воды непокрытыхъ почвъ.

И такъ нитраты задержаны, какимъ же образомъ? Во время зимы ростъ растеній приостановленъ, образованіе азотистыхъ соединений съ непосредственнымъ удобрительнымъ дѣйствіемъ слабо, или со

вершено отсутствует, такимъ образомъ нитраты, которыхъ не вымыли дренажныя воды и которыхъ не преобразовала жизненная дѣятельность, естественно должны оказаться въ стебляхъ и на самомъ дѣлѣ присутствіе ихъ здѣсь легко констатировать. ¹⁾ Они находятся въ достаточно устойчивомъ состояніи, чтобы противостоятъ вымыванію холодной водой; одинъ изъ моихъ учениковъ, Демусси, показалъ что растительную клѣточку надо убить при помощи хлороформа или посредствомъ высушиванія, чтобы отнять у нея нитраты, которые она заключаетъ. Во время зимы травяная растительность собираетъ въ своихъ корняхъ и стебляхъ нитраты которые она используетъ при пробужденіи растительности весной и это любопытное свойство объясняетъ, какимъ образомъ вымываніе дренажными водами уменьшается на земляхъ засѣянныхъ хлѣбомъ.

Это свойство корней почти всѣхъ растений задерживать нитраты очень хорошо объясняетъ, какимъ образомъ можно замѣнить вику, которая обыкновенно употребляется какъ зеленое удобреніе, другими растеніями съ быстрымъ періодомъ вегетаціи, напримѣръ, рапсомъ или горчицей, которыя запахиваются осенью.

Въ тѣ годы, когда корма мало, болѣе выгодно сѣять бобовыя, чѣмъ кормовыя брюкву и рѣпу. Во всѣхъ этихъ случаяхъ избѣгаютъ значительныхъ потерь нитратовъ, которые вымываются осенью изъ почвъ непокрытыхъ растительностью.

Всѣ воздѣлываемыя нами растенія оставляютъ въ произведшей ихъ почвѣ остатки, отбросы, которые служатъ для поддержанія слѣдующихъ урожаевъ; это тоже растительныя удобрения, но весьма различныя по силѣ дѣйствія. Изъ нихъ, если корни и солома зерновыхъ хлѣбовъ и ботва картофеля являются только посредственными удобрениями, то далеко выше въ этомъ отношеніи стоятъ листья, которыя остаются на землѣ послѣ уборки сѣна съ искусственныхъ луговъ и корни, которые они оставили въ почвѣ. Однако изъ всѣхъ растений, пользующихся распространеніемъ въ культурѣ, наиболѣе обильные

¹⁾ Въ самомъ дѣлѣ, въ нашемъ распоряженіи въ лабораторіяхъ находится реактивъ, который позволяетъ вполне точно опредѣлять самыя небольшія количества нитратовъ, это именно растворъ въ сѣрной кислотѣ дифениль-аминна, который въ присутствіи азотнокислыхъ солей принимаетъ надниговоголубую окраску; если зимою вырвать нѣсколько корней злаковыхъ или бобовыхъ, высушить ихъ при 100° и затѣмъ прибавить сѣрнокислаго раствора дифениль-аминна, то они примутъ голубую окраску, которая указываетъ, что они насыщены солями азотной кислоты.

остатки даетъ свекла; въ самомъ дѣлѣ на сахарныхъ и на винокуренныхъ заводахъ, или же для силоса идутъ только свекловичные корни; головка еще съ листьями отдѣляется въ моментъ уборки и остается на полѣ; такъ какъ свекла представляетъ собой растеніе двухлѣтнее, то, когда къ концу перваго года ея развитіе внезапно прерывается съ уборкою, ея еще вполне зеленныя листья богаты азотистыми веществами; сложенные въ кучѣ на сыромъ воздухѣ они разлагаются очень скоро; уже черезъ нѣсколько дней замѣчаютъ весьма сильный запахъ амміака, который указываетъ, какъ велики потери въ томъ случаѣ, когда опаздываютъ съ закапываніемъ этихъ остатковъ; наоборотъ, если это сдѣлано быстро, можно считать, что они равняются доброй половинѣ полного удобренія хлѣвнымъ навозомъ.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, въ моихъ культурахъ въ Гринѣнѣ, за свекловицей слѣдовала кормовая кукуруза; осень была такъ дождлива, что подводы могли только съ трудомъ проѣхать, чтобы забрать свеклу и, сложенная въ кучахъ, которыя были покрыты листьями для предохраненія отъ навоза, она оставалась на полѣ нѣсколько дольше, чѣмъ обыкновенно. Въ слѣдующемъ году съ іюня мѣсяца, молодая кукуруза весьма ясно показывала мѣста, гдѣ лежали кучи свеклы, онѣ были рельефно обрисованы въ видѣ густыхъ группъ, гдѣ стебли были выше и толще, а листья зеленѣе чѣмъ у кукурузы, покрывавшей остальное поле; такимъ образомъ предъ глазами было блестящее наглядное доказательство удобрительнаго дѣйствія этихъ остатковъ и той небрежности, которую допустили при уборкѣ свеклы предыдущей осенью. Для земледѣльца унижительно, если весною на полѣ замѣтны мѣста гдѣ растенія сильнѣе, чѣмъ другія; это доказываетъ, что удобренія были плохо распределены.

Хотя органическія удобренія такъ богаты связаннымъ азотомъ и гумусомъ, но иногда ихъ дѣйствіе слабо или равно нулю; такъ наприимѣръ въ томъ случаѣ, какъ было сказано въ началѣ этой статьи, когда онѣ внесены въ почву, которой недостаетъ минеральныхъ веществъ, необходимыхъ для развитія растеній. Что за вещества извѣстны подъ именемъ минеральныхъ удобреній, гдѣ можно ихъ достать, какимъ образомъ слѣдуетъ ихъ примѣнять? Это именно мы излагаемъ въ слѣдующей главѣ.

ГЛАВА II.

КОСВЕННЫЯ И ПРЯМЫЯ МИНЕРАЛЬНЫЯ УДОБРЕНІЯ.

Для того чтобы получать хорошіе урожаи необходимо, чтобы всѣ экземпляры одного и того же вида растенія, которые одинъ о бокъ другого растутъ на одномъ и томъ-же полѣ, во всякій періодъ своего развитія находили всѣ необходимыя для нихъ питательныя вещества; надо чтобы резервуаръ, изъ котораго черпаютъ корни, былъ богато надѣленъ не только азотистыми веществами и гумусомъ, происхождение которыхъ мы указали въ предыдущей главѣ, но также и минеральными веществами. Нѣкоторыя изъ нихъ непосредственно ассимилируются растеніями; эти соединенія, также какъ нитраты и амміачныя соли, называются прямыми минеральными удобреніями. Но это названіе совсѣмъ не приложимо къ другимъ веществамъ, которыя примѣняются съ большою выгодой, но прямо не усваются; такъ напримѣръ, извѣстно, что гипсъ или сѣрнокислая известь, разсѣянный на искусственныхъ лугахъ увеличиваетъ урожай, иногда онъ удваиваетъ ихъ; однако, при опредѣленіи состава золы гипсованнаго клевера, оказывается, что она содержитъ сѣрную кислоту не въ большемъ количествѣ, чѣмъ зола не удобреннаго гипсомъ клевера; такимъ образомъ эта соль въ нормальныхъ условіяхъ не проникаетъ въ растенія какъ это сдѣлалъ-бы нитратъ или фосфатъ и, слѣдовательно, это вещество не представляетъ удобренія въ полномъ смыслѣ этого слова, его назначеніе дѣйствовать на почву съ тѣмъ, чтобы видоизмѣнить, превратить вещества, которыя она заключаетъ въ нерастворимомъ состояніи и сдѣлать ихъ усвояемыми; т. е. гипсъ является только косвеннымъ удобреніемъ или улучшеніемъ. Иное представляетъ собой мергель и известь, которыми мы прежде всего займемся; они одновременно и прямыя и косвенныя удобренія.

§ I.

Известновыя удобренія.

Для того чтобы известковое удобреніе оказывало дѣйствіе, необходимо, чтобы оно было внесено въ почву въ порошокватомъ состояніи. Во многихъ мѣстахъ, часто на незначительной глубинѣ, находятъ камни, представляющіе собой смѣсь извести и глинистыхъ веществъ, известную подъ названіемъ мергеля, это вещество растрескивается въ водѣ и подъ вліяніемъ мороза превращается въ порошокъ; когда мергель, сложенный на полѣ размокнетъ, глина, которую онъ заключаетъ, разбухнетъ и вслѣдствіе этого происходитъ разрывъ въ массѣ, которая такимъ образомъ растрескивается на небольшіе кусочки; къ этому первоначальному дѣйствію воды присоединяется, зимой, широкая дѣятельность мороза; мергель, пропитавшись водой, благодаря заключающейся въ немъ глинѣ превращается въ порошокъ, когда вода, замерзая, увеличиваетъ свой объемъ; затѣмъ, высѣянный въ такомъ видѣ, мергель можетъ быть задѣланъ въ почву посредствомъ всапки.

Примѣненіе мергеля, какъ кажется, восходитъ до глубокой древности; по крайней мѣрѣ, по сообщенію Плинія, Галлы и Бретонцы уже примѣняли его. Въ смутное время среднихъ вѣковъ этотъ способъ удобренія сохранялся въ нѣкоторыхъ странахъ, особенно на глинистой возвышенности Бри и Валуа; здѣсь именно Бернаръ Палисси оцѣнилъ благоріятное вліяніе мергеля и, подъ вліяніемъ этого, желая распространить примѣненіе этого удобренія въ Септонгѣ, гдѣ оно не было извѣстнымъ, онъ посвятилъ ему въ 1580 г. одинъ изъ своихъ знаменитыхъ діалоговъ между Теоретикомъ и Практикомъ.

Хотя уже въ самыя отдаленныя времена люди умѣли обжигать известняки, чтобы превращать ихъ въ известь, выдѣляя угольную кислоту, съ которой она соединена въ мраморѣ, известнякахъ и пр., хотя они замѣчали кромѣ того, что известь смоченная послѣ обжиганія вспучивается, набухаетъ, затѣмъ разсыпается и наконецъ превращается въ бѣлый порошокъ, который получилъ названіе известковой муки, однако повидимому известь не примѣнялась съ сельскохозяйственными цѣлями вплоть до XVII столѣтія; обыкновенно принимаютъ что впервые о примѣненіи ея было сообщено въ началѣ XVII ст. въ Театрѣ Земледѣлія Оливье Серре.

Во всякомъ случаѣ, она могла получить распространіе лишь послѣ того, какъ постройка желѣзныхъ дорогъ облегчила перевозку ея. Привозъ извести изъ Берри въ Лимузенъ совершенно измѣнилъ видъ страны. Когда въ XVIII в. ее посѣтилъ Артуръ Юнгъ, онъ восхищался веселыми ландшафтами, встрѣчавшимися тамъ на каждомъ шагу, и былъ пораженъ ихъ пустынною; населеніе, обремененное тяжелыми налогами, съ трудомъ боролось противъ неблагодарной почвы; нищета была глубока. Въ отчетѣ о податяхъ 1765 г. Тюрго, который тогда управлялъ этой бѣдной провинціей, писалъ: „Нищета плателщиковъ такъ велика, что въ большинствѣ имѣній, земледѣльцы не располагаютъ въ годъ 25—30 ливрами¹⁾ на душу, чтобы уплатить лежащія на нихъ повинности (я говорю не о деньгахъ, но считаю все то, что въ дѣйствительности они получаютъ отъ урожая)“.

Въ 1770 г. послѣ плохого урожая „общая бѣдность была такова, что необходимо было позаботиться о даровомъ прокормѣ жителей“. Крестьянинъ во время лѣта питался гречихой, зимой—каштанами, а небольшое количество собранной пшеницы или ржи служило для уплаты налоговъ.

Въ 1890 г. Французское Общество Распространенія Званій устроило въ Лиможѣ конгрессъ; уполномоченныхъ принималъ М. Teisserenc de Bort, сенаторъ и бывший министръ земледѣлія, который къ несчастію недавно умеръ. Намъ дали возможность посѣтить многія хозяйства, онѣ были удобны и хорошо поставлены; великолѣбныя стада мѣстнаго рогатаго скота (лимузинскаго), свѣтлой шерсти, съ черными мордами и тонкими рогами, паслись въ тѣни парковъ; пастухами были крѣпкіе здоровые парни хорошо одѣтые, обутые съ веселыми лицами. Смотри на нихъ мы вспоминали о плачѣ добраго Тюрго. Какимъ-же образомъ произошло подобное измѣненіе? Безъ сомнѣнія, лучше распределенные налоги уже не обременительны; но, если довольство и замѣнило нищету, а изобиліе голодь, то это только потому, что желѣзная дорога прошедшая въ 1856 г. отъ Шатоту (въ пр. Берри) до Лиможа выбросила на земли Лимузина цѣлые вагоны извести, которая дешева въ провинціи Берри.

Перевозить на большія разстоянія по дурнымъ дорогамъ на телегахъ такое громоздкое вещество не возможно; необходима была постройка желѣзныхъ дорогъ, чтобы известь прибыла въ эту гранитную страну, въ которой представлялся существеннѣйшій недостатокъ въ извести.

¹⁾ Монета, которая теперь замѣнена франкомъ.

Лимузепъ представляет собою страну разведенія домашняго скота; непроницаемая подпочва заставляетъ воду сбѣгать по поверхности холмистаго участка; изъ подобнаго строенія страны съумѣли извлечь пользу и почти всюду ея луга орошены; однако они приносили только жалкіе урожаи, пока имъ не доставало извести; интересно отыскать причину этого.

Нѣтъ растений болѣе чувствительныхъ къ дѣйствию азотистыхъ удобреній чѣмъ луговые злаковые; получая нитраты, онѣ становятся бодрѣе и даютъ болѣе обильные урожаи. Въ большинствѣ случаевъ азотистое вещество, начало этихъ нитратовъ, находится въ достаточномъ количествѣ въ растительныхъ остаткахъ, которые накаплиются въ луговой почвѣ благодаря жизнедѣятельности микроорганизмовъ, усвояющихъ атмосферный азотъ, и можетъ поддерживать даже избыточные урожаи. Однако, часто случается, что получаютъ только посредственные сборы и такимъ образомъ въ результатѣ оказывается глубокое различіе между естественнымъ богатствомъ почвы и незначительнымъ количествомъ продуктовъ, которые она доставляетъ. Такое несогласіе является результатомъ инертности азотистаго вещества; микроорганизмы, которые должны его преобразовать, бактеріи азотной кислоты, работаютъ только въ средахъ слегка щелочныхъ; въ дѣйствительности же накопленіе растительныхъ остатковъ вызываетъ противное т. е. образованіе кислыхъ веществъ и въ виду этого азотистыя вещества накаплиются бесполезно, такъ какъ онѣ не усвояемы. Но все измѣняется благодаря внесенію извести, кислотность почвы нейтрализуется, берутся за дѣло микроорганизмы азотной кислоты, азотистое вещество становится усвояемымъ и урожаи увеличиваются. Нѣтъ ничего легче какъ показать въ лабораторіяхъ это благопріятное преобразованіе; при надлежащей поливкѣ, въ кислой луговой почвѣ, которая не содержитъ и слѣдовъ азотной кислоты, она вскорѣ появляется послѣ того какъ внесенная въ почву известь превратится на воздухѣ въ углекисловую соль.

Помимо того известь глубоко измѣняетъ флору гранитныхъ и слоистыхъ почвъ; вмѣсто тростниковъ и осоки, которые населяютъ мокрая земля, появляются бобовыя. Известь для нихъ необходима, она имъ такой же нужный элементъ питанія, какъ и фосфорная кислота. А появленіе бобовыхъ на естественныхъ лугахъ замѣтно увеличиваетъ ихъ цѣнность; въ самомъ дѣлѣ, сѣно становится болѣе питательнымъ и всѣ посредственныя растенія, которыя преобладаютъ на кислыхъ лугахъ послѣ известкованія погибаютъ. Въ борьбѣ за

существованіе, которую безпрестанно ведутъ луговья породы, преимуществу остается на сторонѣ лучшихъ изъ злаковыхъ и за бобовыми; такимъ образомъ начинаютъ появляться маленькій бѣлый клеверъ, люцерна, которыя не растутъ на поляхъ лишенныхъ извести и наконецъ, черезъ нѣсколько лѣтъ, простые выпасы становятся сѣнокосными лугами.

Дѣйствіе этого удобренія въ Лимузинѣ было чудесное; достаточно было только удобрить известью и фосфатами участки, которые недавно съ трудомъ питали плательщика и оставляли ему лишь незначительный доходъ, чтобы совершенно видоизмѣнить культуру; животныя, которыя стали лучше питаться, дали лучшей навозъ, всѣ урожаи отъ этого повысились и такимъ образомъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ доходы удвоились, а иногда даже учетверились.

На всѣхъ гранитныхъ почвахъ дѣлались опыты примѣненія известковаго удобренія. Въ западныхъ департаментахъ Франціи съ незапамятныхъ временъ примѣняютъ раковистые пески, которые отлагаются въ морскихъ заливахъ, а главнымъ образомъ у устья рѣкъ Нормандіи и нижней Бретани. Эти пески, которые обозначаются именемъ *tangues*, получаютъ благодаря размыванію пологихъ морскихъ береговъ и мелей. Дѣйствіе ихъ наблюдалось уже въ средніе вѣка; древнія монастырскія граматы, статьи относительно уступки права пользованія *tangues*ами даютъ возможность установить, что уже къ началу XVII ст. населеніе Сѣверо-Западной Франціи примѣняло *tangues* для удобренія своихъ почвъ.

Наиболѣе цѣнныя разновидности ея—особенно богаты углекислою известью. Танги, заключающія азотъ иногда примѣняются только однѣ, но большей частью ими пользуются для приготовленія компоста; для этого ихъ смѣшиваютъ съ хлѣвнымъ навозомъ, съ нечистотами, съ иломъ изъ водосточныхъ ямъ или канавъ, накладывая ихъ правильными слоями.

Въ департаментахъ Сарта и Мейенна известь примѣняется въ смѣси навозомъ. Въ продолженіе долгаго времени полагали что этотъ способъ долженъ быть оставленъ, какъ непригодный, думали что известь способствуетъ выдѣленію изъ навоза амміака и такимъ образомъ послѣ прибавленія ея приходится вносить въ землю обѣднѣвшій навозъ; но эта критика падаетъ сама собою при ближайшемъ знакомствѣ со способомъ обработки навоза, который практикуется у хозяевъ западной Франціи. Они выкапываютъ яму, въ которую накладываютъ жженной

извести и покрываютъ ее землей; черезъ нѣсколько дней эта известь гасится и превращается въ порошокватую массу, которая известна подъ именемъ известковой муки; тогда, смѣшавъ приготовленную такимъ образомъ муку съ землею и насыпавъ вдоль ямы навоза, перемѣшиваютъ полученную массу, покрываютъ ее землею и оставляютъ на нѣсколько мѣсяцевъ эту смѣсь изъ навоза, извести и земли, которая занимаетъ большій объемъ, чѣмъ земля и въ виду этого возвышается надъ уровнемъ поля; отсюда она получила названіе *tombe* (буквально—могила), которымъ обыкновенно обозначается этотъ компостъ въ странѣ.

Земледѣльцы, которые изобрѣли этотъ способъ обработки навоза, безъ сомнѣнія соединили всѣ условія, благоприятныя для дѣятелей нитрификаціи; амміакъ, выдѣленный изъ навоза дѣйствіемъ извести, задерживается благодаря поглотительной способности земли и вскорѣ становится добычей нитрифицирующихъ микроорганизмовъ, которые въ этой средѣ работаютъ болѣе энергично, чѣмъ въ слоистыхъ почвахъ Майенны и Сарты, гдѣ недостаетъ извести.

На долю этого же департамента Мейенны выпало оправдать старую крестьянскую поговорку „известь обогащаетъ отцовъ и разоряетъ дѣтей“. Въ самомъ дѣлѣ, она представляетъ глубокую истину. Въ почвѣ лишенной извести, объ этомъ надо постоянно повторять, нитрификація идетъ крайне несовершенно, накаплиются растительные остатки, усваиваются микроорганизмами атмосферный азотъ и, такъ какъ нитрификація, главная причина подвижности азота, отсутствуетъ, то общее количество этого элемента понемногу возрастаетъ; онъ особенно изобилуетъ въ старыхъ луговыхъ почвахъ, вмѣсто 1—2 гр. связаннаго азота на килограммъ, количество, которое обыкновенно заключается въ хорошихъ полевыхъ почвахъ, здѣсь находятъ 5—8 даже 10 гр. азота на килограммъ почвы. При известкованіи, начинаютъ свою работу микроорганизмы азотной кислоты, для которыхъ такимъ образомъ подготовили благоприятную среду, растенія благоденствуютъ, но образовавшіяся азотнокислыя соли превосходятъ потребности урожаевъ, онѣ вымываются подземными водами и земля истощается. Такова исторія Мейенны, и вотъ уже 40 лѣтъ, какъ земледѣльцы этого департамента начали жаловаться на истощеніе своихъ почвъ; директоръ одной опытной фермы приглашенный въ комиссію при Министрѣ Земледѣлія говорилъ въ 1856 г. слѣдующее: „Когда примѣняли известь на почвахъ кислыхъ и влажныхъ, богатыхъ растительными остатками, то получали удивительные урожаи и говорили, что известь самое лучшее удобреніе.

Увлекались культурою клевера и особенно для зерна, клеверъ покрывалъ поля въ продолженіе 18 мѣс. на 3 года; это зерно продавали и вырученная отъ продажи сумма представляла половину всего дохода страны; но въ настоящее время эта культура потеряна⁴.

Если намъ удалось хорошо обрисовать роль извести, то согласятся, что она способствуетъ превращенію инертнаго, нерастворимаго органическаго вещества почвы въ растворимыя усвояемыя соединенія, словомъ, примѣняя известъ и не внося удобренія, живутъ на счетъ капитала, собраннаго вѣками, имъ наслаждаются, но въ то же время расточаютъ его. Иначе обстоитъ дѣло, когда известкованіе чередуется съ хорошимъ удобреніемъ хлѣвнымъ навозомъ.

Известъ оказываетъ свое полезное дѣйствіе не только на гранитныя и сланцеватыя почвы, которыя, происходя благодаря разрушенію горныхъ породъ, не содержащихъ извести, не заключаютъ даже и слѣдовъ этого соединенія необходимаго для существованія бобовыхъ; съ большимъ успѣхомъ она примѣняется также на торфяныхъ и на тяжелыхъ глинистыхъ почвахъ.¹⁾ На моихъ глазахъ былъ очень яркій примѣръ подобнаго дѣйствія извести. М. Поріонъ, крупный владѣлецъ сѣвернаго департамента Франціи, которій въ теченіе многихъ лѣтъ обращался ко мнѣ за совѣтами, имѣлъ на границѣ между сѣвернымъ департаментомъ и Паде Кале, въ селѣ Бларингемъ небольшое помѣстьемъ, которое онъ сдавалъ въ аренду. Въ одинъ прекрасный день, арендаторъ обращается къ владѣльцу и проситъ относительно скидки въ арендной цѣнѣ, такъ какъ, говорилъ онъ, нельзя получить никакой выгоды отъ тяжелой и вязкой почвы, которая приноситъ ему только убытокъ, такъ что при продолженіи подобнаго порядка вещей онъ разорился бы. Поріонъ предоставилъ ему полную свободу дѣйствія, взялъ обратно свою землю и по мѣрѣ своихъ силъ началъ обрабатывать ее самъ, самымъ тщательнымъ образомъ дрепировалъ ее, удобрилъ известью и очень большимъ количествомъ хлѣвнаго навоза. Всѣ эти улучшенія были сдѣланы въ то время, когда я началъ наблюдать за его хозяйствомъ. И та земля, отъ которой фермеръ, слишкомъ бѣдный

¹⁾ Примѣръ плодотворнаго дѣйствія извести на глинистыя почвы можно найти въ трудахъ комиссіи по отдѣлу искусственныхъ удобреній на Всероссийской сельскохозяйственной выставкѣ 1895 г. въ Москвѣ (стр. 65). Владѣлецъ примѣняетъ свой мѣстный мергель съ 1882 г. и находитъ его безспорнымъ, удобнымъ удобреніемъ, которое при недостаточномъ количествѣ хлѣвнаго навоза „даетъ возможность увеличенія площади посѣва ржи съ 12 до 15 дес.; т. е. на $\frac{1}{3}$ часть“. Общее количество удобренной земли достигаетъ 16 дес., при удобреніи съ перевами отъ 1—2 дес. въ годъ. (Н. Н. Титовъ Боровичскаго у. Новгород. г.) Пер-

для того, чтобы предпринять коренныя улучшения и даже слишкомъ невѣжественный, чтобы требовать ихъ, не могъ получить никакой выгоды, начала доставлять урожаи хлѣба, которые достигали—въ 1885 г. 43 центнера на гектаръ, въ 1886 г.—45, 3 центн. и въ въ 1887 г.—36, 15 центн.; такимъ образомъ были получены сборы далеко выше средней дыфры для той части страны, которая однако даетъ самыя высокіе урожаи во Франціи.

И такъ известкованіе тяжелыхъ почвъ не рѣдко крайне выгодно. Иначе обстоитъ дѣло съ легкими почвами; въ Гриненѣ я воздѣлываю почву, которая отъ засухи страдаетъ больше, чѣмъ отъ дождей; наиболѣе высокіе урожаи на ней получаютъ въ дождливыя годы. Во всемъ округѣ никто не примѣняетъ ни мергеля ни извести; однако для очищенія совѣсти, нѣсколько лѣтъ тому назадъ, я попробовалъ удобрить известью нѣкоторыя дѣлянки опытнаго поля; полученные результаты были плачевны, такъ какъ урожаи оказались пониженными въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ.

Какими же причинами объяснить столь различныя результаты? какимъ образомъ на тяжелой землѣ Бларингемъ дѣйствіе извести было чудесно и скверно на легкой почвѣ. Гринёна? Конечно, въ послѣднемъ случаѣ почва болѣе богата известью, чѣмъ въ первомъ, но одна только разница въ содержаніи извести не можетъ объяснить эти противоположныя результаты.

Многообразное дѣйствіе известкованія еще далеко не вполне выяснено; однако, опираясь на весьма изящный опытъ Шлезинга, можно рискнуть предложить нѣкоторую гипотезу. Когда бросаютъ въ известковую воду, не содержащую извести, глинистую землю и затѣмъ взболтавъ оставляютъ въ покоѣ приготовленную такимъ образомъ мутную жидкость она не просвѣтляется, песокъ падаетъ на дно, но глина остается въ взвѣшенномъ состояніи въ теченіе нѣсколькихъ дней. Тѣмъ же менѣе однако, не трудно и даже быстро освѣтлить эту воду; когда прибавляютъ къ водѣ извести или морской соли, глина сбивается, превращается въ комья и образуетъ хлопья, которые вскорѣ падаютъ на дно, отлагается слой грязи и вода становится чистой. Это лабораторное изслѣдованіе представляетъ значительный интересъ, такъ какъ оно не только даетъ возможность понять почему прозрачны известковыя воды, въ то время какъ протекая изъ мѣстъ бѣдныхъ известью онѣ мутны и почему свѣтлы воды Океана, но оно также объясняетъ образованіе дельтъ при устьяхъ всѣхъ большихъ рѣкъ. Ихъ прѣсныя иловатыя воды, при соприкосновеніи съ морскими водами, освѣтляются

глина которую они несутъ осѣдаетъ и образуетъ слой грязи, черезъ которые рѣка только съ трудомъ можетъ проложить себѣ дорогу, она раздѣляется, развѣтвляется, такимъ образомъ, Ниль, Гангъ, Красная рѣка (въ Тонкинѣ), Ориново, Рона, Рейпъ, Шо и пр. впадаютъ въ море при посредствѣ дельтъ.

Но можетъ ли опытъ Шлезинга объяснить выгоды известкованія тяжелой почвы и неудобства, которыя влечетъ примѣненіе извести на легкихъ почвахъ? Вотъ это намъ остается разобрать. Тяжелая, богатая глиною почва мало проницаема для воды и воздуха; если она не дренирована, ее надо обрабатывать грядками, чтобы облегчить стеканіе воды, такъ какъ избытокъ влаги является губельнымъ для глинистыхъ почвъ, которыя въ этомъ случаѣ образуютъ собой какъ бы губку, напитанную водой; известь обращаетъ эту глину въ комочки, она какъ бы сдавливаетъ губку и тѣмъ способствуетъ выходу воды; почва становится такимъ образомъ болѣе водопроницаемой, менѣе слегающей, болѣе доступной для воздуха и слѣдовательно известкованіе тяжелыхъ почвъ выгодно. Въ легкой почвѣ преобладаетъ песокъ. Хотя бы на нее выпалъ даже небольшой дождь, вода впитывается, исчезаетъ и черезъ 2 часа земля уже доступна для воздуха, такимъ образомъ, врагомъ здѣсь является засуха. Если же известь собьетъ въ комья небольшое количество глины, которую заключаетъ эта почва, способность ея удерживать воду еще болѣе уменьшится и такимъ образомъ ея недостатки какъ легкой почвы увеличатся; въ виду этого результаты известкованія подобныхъ почвъ плачевны.

Не вся известь, которая примѣняется въ земледѣльской практикѣ, добывается съ исключительною цѣлью удобренія почвъ; на сѣверо-востокѣ Франціи значительная часть примѣняемой извести поступаетъ изъ сахарныхъ заводовъ; она заключается въ продуктѣ, который извѣстенъ подъ именемъ дефекаціонной грязи. Извѣстно, что для очистки сахарнаго сока, который получается при обработкѣ свекловицы, его смѣшиваютъ сначала съ гашеной известью, а затѣмъ съ известковымъ молокомъ, которое получается при раствореніи извести въ водѣ; когда эта смѣсь выполнила свое назначеніе, известь осаждаютъ посредствомъ тока угольной кислоты, которую добываютъ, какъ и самую известь, при обжиганіи известняка; такимъ образомъ въ сосудахъ съ сахарнымъ сиропомъ вновь образуется углекислая известь, которая передъ тѣмъ была разложена въ большихъ передвигающихся печахъ, имѣющихся на всѣхъ сахарныхъ заводахъ; углекислая известь, образовавшаяся такимъ образомъ въ жидкости, при своемъ осажденіи

увлекаетъ большую часть примѣсей, которыя заключаетъ сокъ; послѣ этой операціи, онъ уже поступаетъ въ аппараты для выпариванія. Что касается до известковой грязи, которая падаетъ на дно сосудовъ, то ее перемѣщаютъ въ специальные аппараты, такъ называемые фильтр-прессы и подвергаютъ здѣсь достаточно сильному давленію, чтобы извлечь изъ нея весь сахарный сокъ, который она заключаетъ. Выжатые остатки и представляютъ собой дефекаціонную грязь; кромѣ большаго количества извести она заключаетъ еще растворимыя азотъ-содержащія органическія вещества, извлеченныя изъ свеклы одновременно съ сахаромъ и не разложившіяся во время обработки; онѣ нѣсколько увеличиваютъ удобрительную силу дефекаціонной грязи, которую земледѣльцы примѣняютъ на тяжелыхъ почвахъ и тѣмъ съ большей выгодой, что цѣна на нее не высока.

Не такъ обстоитъ дѣло съ ѣдкой известью и, въ виду этого, известкованіе ею въ очень большихъ количествахъ отъ 3-до 400 гектолитровъ на гектаръ, какъ это иногда практикуется въ Англіи, представляется подѣ часъ накладнымъ, или по крайней мѣрѣ оно представляетъ очень большія затраты авансомъ. Гектолитръ гашенной извести стоитъ на мѣстѣ около 1½ фр., но съ перевозкой на поле и съ запашкой ея стоимость почти удваивается; известкованіе по 100 гектолитровъ на гектаръ представило бы такимъ образомъ затрату въ 300 фр., которые пришлось бы разложить въ счетахъ на 12 лѣтъ. Количество извести, которымъ удобряютъ землю, измѣняется сообразно природѣ земельныхъ участковъ въ крайне отдаленныхъ предѣлахъ; руководящимъ началомъ въ этомъ случаѣ служатъ получаемые при испытаніи результаты; если на почвѣ, на которой до известкованія совершенно не было бобовыхъ, замѣтить появленіе маленькаго бѣлаго луговаго клевера, количество внесенной извести достаточно; если, напротивъ, не произошло никакого замѣтнаго измѣненія въ первоначальной флорѣ, количество взятой извести слишкомъ мало.

§ II.

Г и п с ь.

Хотя гипсъ представляетъ собой сѣрно-известковую соль и слѣдовательно заключаетъ тоже основаніе, что и мергель, или известнякъ, который примѣняется для приготовленія извести, его дѣйствіе является единственнымъ въ своемъ родѣ и совершенно отличается отъ

дѣйствія извести. Онъ оказываетъ вліяніе только на искусственные луга изъ бобовыхъ, именно на клеверъ, люцерну и эснарцетъ.

Его начали примѣнять только въ концѣ прошлаго столѣтія; это было то время, когда Шубартъ, водушевленный пылкимъ желаніемъ дать толчекъ земледѣлю, старался привить въ Германіи культуру клевера; онъ увеличивалъ количество опытовъ, повторялъ ихъ каждый годъ и не переставалъ выхвалять въ своихъ статьяхъ свое любимое растеніе. Эти похвалы оправдались, такъ какъ въ то время почти не было никакого другого удобренія кромѣ навоза, между тѣмъ какъ производство его тѣсно связано съ кормовыми средствами; 100 лѣтъ тому назадъ никакая отрасль сельскохозяйственной промышленности не доставляла отбросовъ, которые бы примѣнялись въ качествѣ корма скота; только въ небольшихъ размѣрахъ воздѣлывали свеклу и картофель и такимъ образомъ одно луговое сѣно и солома зерновыхъ хлѣбовъ давались животнымъ. Но на сухой почвѣ луга не даютъ надежныхъ урожаевъ, злаковыя, которыя преобладаютъ на нихъ, съ трудомъ борются съ засухами, это ясно доказалъ 1893 годъ; и послѣ этого не трудно согласиться, какое измѣненіе привело за собой введеніе въ культуру кормового растенія, которое произрастаетъ на возвышенностяхъ какъ и злаковыя, но даетъ болѣе изобильные и болѣе питательные урожаи, чѣмъ естественные луга.

Сначала не были достаточно опыты въ этой новой культурѣ, неудачи были часты, когда вдругъ въ 1765 г. пасторъ Майеръ сообщилъ, что онъ удвоилъ урожай клевера, посыпая его гипсомъ. Это открытіе вызвало истинный энтузіазмъ; это было, говорить Шварцъ, начало новой эры для земледѣлія; непроизводительную толоку, которую долго считали необходимостью, замѣнили съ громадной выгодой культурою клевера.

Число опытовъ возрасло во Франціи, въ Англіи и въ Америкѣ; обыкновенно они удавались. Но очень скоро начали увлекаться, воображали, что гипсъ универсальное удобреніе, которое замѣнитъ всѣ остальные. Однако ничего подобнаго не случилось; неудачи были многочисленны и такъ какъ эти противорѣчивые результаты нѣсколько запутывали вопросъ и, такимъ образомъ, можно было опасаться, что послѣ подобнаго преувеличенія полезнаго дѣйствія гипса, имъ будутъ черезъ мѣру пренебрегать, общество земледѣлія во Франціи признало необходимымъ предпринять по этому поводу изслѣдованіе. Оно разослало земледѣльцамъ рядъ точныхъ вопросовъ; изъ отвѣтовъ на нихъ, приведенныхъ въ порядокъ Боскомъ, профессоромъ при естествендо исто-

рическомъ музеѣ, оказалось, что гипсъ, являясь весьма полезнымъ удобреніемъ для искусственныхъ луговъ—на почвахъ богатыхъ гумусомъ, не оказывалъ никакого вліянія на бобовыя, высѣянные на бесплодныхъ почвахъ, равно какъ и на зерновые хлѣба; эти заключенія были подтверждены всѣми дальнѣйшими наблюденіями, но, когда поставили на очередь вопросъ о способѣ дѣйствія гипса, то представились серьезныя затрудненія.

Вопросъ въ самомъ дѣлѣ затруднительный, надъ которымъ уже давно изошряютъ свою проницательность агрономы. Напомнимъ прежде всего, что способъ питанія бобовыхъ, для которыхъ полезно примѣненіе гипса, представляется совершенно особеннымъ, онѣ удаются только на почвахъ богатыхъ гумусомъ и даютъ изобильные урожаи по стольку, по скольку почва доставляетъ ихъ корнямъ растворимыя гумусовыя вещества; но эти послѣднія часто соединены въ почвѣ съ известью, которая дѣлаетъ ихъ нерастворимыми; въ лабораторіяхъ, когда мы хотимъ ихъ извлечь, надо начать съ разрушенія этого соединенія при помощи разведенной соляной кислоты, которая растворитъ известь; тогда, удаливъ образовавшійся здѣсь хлористый кальцій посредствомъ промыванія, прибавляютъ къ обработанной такимъ образомъ почвѣ углекислаго калия и получаютъ интензивно окрашенную жидкость богатую органическими веществами.

Очевидно, что гипсъ не самъ по себѣ растворяетъ гумусовыя вещества; онѣ можетъ вліять, вызывая только второстепенныя измѣненія и въ самомъ дѣлѣ я уже давно замѣтилъ, что гипсованная земля отдаетъ водѣ гораздо большее количество поташа, чѣмъ почва не удобренная гипсомъ. Кромѣ того Буссенго нашель, что зола гипсованнаго клевера болѣе богата поташемъ, а не сѣрною кислотой, чѣмъ зола клевера вырощеннаго на той же землѣ, но безъ удобренія. Такимъ образомъ, дѣйствуя на поташъ, который заключается въ почвѣ и обусловливая при помощи этого поташа растворимости гумусовыхъ веществъ, гипсъ является благопріятно дѣйствующимъ удобреніемъ.

Весьма простой опытъ даетъ намъ возможность понять какимъ образомъ гипсъ вліяетъ на поташъ почвы; для этого взбалтываютъ съ землей разведенный растворъ поташа, вполне опредѣленной концентрации; если послѣ этого взбалтыванія растворъ профильтровать и, вновь опредѣлить въ немъ содержаніе щелочи, то окажется что оно страшно понизится, часто на $\frac{4}{5}$. Такимъ образомъ земля задерживаетъ поглощаетъ и переводитъ въ нерастворимое состояніе поташъ; это дѣйствіе аналогично вліянію костяного угля, который задерживаетъ крѣпящія вещества.

Но если бы мы взбалтывали почву не съ поташемъ, а съ сѣрно-кислымъ калиемъ, то оказалось бы, что поглощеніе въ этомъ случаѣ гораздо менше. Калий, въ соединеніи съ сѣрною кислотой, передвигается въ почвѣ, но онъ задерживается ею входя въ составъ поташа въ которомъ онъ связанъ съ углекислотой; отсюда понятно, что гипсъ, сѣрноизвестковая соль, дѣйствуя на поташъ, углекальціевую соль, переводитъ ее въ сѣрнокислую соль калия, благодаря обмѣну оснований и кислотъ. Такимъ образомъ, прибавить къ почвѣ гипса—это значитъ вызвать тамъ образованіе сѣрнокислаго калия. Но если оставить на нѣсколько минутъ смѣсь гумусовыхъ веществъ, сѣрнокислаго калия и извести, которая какъ мы сказали мало растворима, то окажется, что жидкость окрасится; такимъ образомъ гумусовыя вещества растворяются, т. е. сѣрнокислый калий, при соприкосновеніи съ известью, которая находилась въ соединеніи съ этими веществами, образуетъ поташъ или углекальціевую соль, а это соединеніе и растворяетъ гумусъ; точно также, если прокипятить землю богатую органическими веществами съ сѣрнокислымъ калиемъ, то окажется, что жидкость сильно окрасится, т. е. гумусовыя вещества переходятъ въ растворимое состояніе.

Такимъ образомъ, гипсъ, разрушая соединеніе поташа съ почвой, даетъ ему способность растворять гумусовыя вещества, имѣющія большое значеніе при питаніи бобовыхъ, и тѣмъ оказываетъ благопріятное дѣйствіе на почвы, богатыя гумусомъ. Далѣе не трудно согласиться, что гипсъ можно замѣнить сѣрнокислымъ калиемъ, когда цѣна его не слишкомъ высока, какъ это и сдѣлали Лоозъ и Джильтбертъ въ своемъ, ставшемъ знаменитымъ, опытѣ. И наконецъ легко понять, что гипсъ не окажетъ дѣйствія на почвы бѣдныя гумусомъ, какъ это наблюдали корреспонденты общества земледѣлія, отвѣты которыхъ были резюмированы Боскомъ.

Не будутъ спорить, что 300—400 кило гипса на гектаръ, который разсѣвають въ началѣ весны на молодыя растенъца клевера, люцерны и эспарцета, достаточно; если считать, что гипсъ стоитъ около 20 фр. за тонну, то издержки на подобное удобреніе незначительны. Въ окрестностяхъ Парижа дѣйствіе его мало замѣтно, такъ какъ гипсъ изобилуетъ въ Парижскомъ бассейнѣ и новое приращеніе его лишне.

Въ сельскохозяйственной культурѣ XVIII в. нѣтъ пріобрѣтенія такого которое можно было-бы сравнить съ введеніемъ въ сѣвооборотъ искусственныхъ луговъ, хотя они распространялись медленнѣе; А. Юнгъ, проѣзжая черезъ Францію за нѣсколько лѣтъ до революціи отмѣчаетъ

еще немного полей, занятых люцерной,—и хотя онъ не зналъ основаній, которыя дѣлаютъ эту культуру столь драгоценной, результаты, которые она давала, заставляли его рекомендовать ее и судить о состояніи прогресса земледѣлія въ странѣ по мѣсту, которое въ ней отводилось клеверу и люцернѣ. Теперь, зная причину этого, мы можемъ удивляться проницательность А. Юнгъ; открытіе Гельригеля и Вильфарта, объясняя намъ, что бактеріи, которые населяютъ утолщенія корней бобовыхъ, усваиваютъ азотъ воздуха, показываетъ намъ, какимъ образомъ растенія этого семейства обогащаютъ почву, производящую ихъ; оно наконецъ даетъ намъ возможность понять драгоценное значеніе гипса, какъ удобрения, которое благоприятствуетъ развитію этихъ растеній, такъ справедливо называемыхъ улучшающими ¹⁾.

§ III.

Фосфорнокислыя удобрения.

Если прогрессъ земледѣлія XVIII в. выразился въ введеніи въ сѣвооборотъ бобовыхъ растеній, которыя поддерживаются прибавленіемъ гипса, то кажется, что самое удачное пріобрѣтеніе, которое мы сдѣлали это правильное примѣненіе фосфорнокислыхъ удобрений.

Сто лѣтъ тому назадъ наши свѣдѣнія относительно растительной жизни были рѣзко ограничены, онѣ не могли итти далѣе, пока химія не нашла способовъ анализа, которые позволили опредѣлить составъ растеній.

Какъ только эти способы начали выясняться, женеvскій фізіологъ Т. Соссюръ, слава котораго далеко ниже его заслугъ, приступилъ къ анализу золы растеній и этотъ методъ оказался настолько удобнымъ, что въ 1804 г. Соссюръ могъ написать въ своихъ „Химическихъ изслѣдованіяхъ о ростѣ растеній“; „я нашелъ фосфорнокислую известь въ золѣ всѣхъ растеній, которыя я изслѣдовалъ, и нѣтъ никакого основанія полагать, что онѣ могутъ существовать безъ нея.“

¹⁾ Изъ тѣхъ-же трудовъ комисіи по отдѣлу искусственныхъ удобрений на всероссійской сельскохозяйственной выставкѣ въ 1895 г. въ Москвѣ слѣдуетъ, что изъ всѣхъ искусственныхъ удобрений чуть ли не самымъ большимъ распространеніемъ въ Россіи пользуется гипсъ, на который надаютъ значительный % во всѣхъ губ., гдѣ только примѣняются искусственныя удобрения. Его съ успѣхомъ примѣняютъ подъ клеверъ, а въ Вологодской губ. и подъ ленъ (?) (стр. 24)



Казалось бы, что правильное примѣненіе фосфорнокислыхъ удобрѣній и должно было слѣдовать за этимъ великимъ открытіемъ... Но лѣтъ; слова Соссюра остались гласомъ вопіющаго въ пустыни, никто не обратилъ на нихъ вниманія и только 18—20 лѣтъ спустя, путемъ простыхъ опытовъ, удобряя почву костянымъ углемъ, констатировали чудесное дѣйствіе фосфатовъ.

Подъ давленіемъ континентальной блокады, которая вызвала въ Европѣ крайне стѣснительный недостатокъ въ колоніальныхъ товарахъ, начали извлекать изъ свеклы сахаръ, тождественный тому, который до тѣхъ поръ доставляли троническія страны. Сокъ, который вытекаетъ изъ свекловичныхъ растений очень окрашенъ; чтобы очистить его, прибѣгаютъ къ обезцвѣчивающимъ свойствамъ костянаго угля, вещества, которое получается при обжиганіи костей, богатыхъ фосфорнокислой известью, въ закрытыхъ сосудахъ безъ доступа воздуха. Прослуживъ въ продолженіе нѣкотораго времени, костяной уголь теряетъ свои обезцвѣчивающія свойства скопленіе его становится стѣснительнымъ для завода и въ виду этого онъ вывозится на сосѣднія поля. Судьба устроила такъ, что эти именно почвы были бѣдны фосфорной кислотой и такимъ образомъ урожаи увеличивались; этотъ фактъ сталъ извѣстнымъ, число опытовъ возрасло и когда, послѣ паденія Имперіи, сырой колоніальный сахаръ началъ вновь прибывать въ океанскія гавани Франціи, когда настроили много рафинадныхъ сахарныхъ заводовъ и начали примѣнять костяной уголь, урожаи стали изобильными. Это удобрѣніе, которое получалось изъ рафинадныхъ заводовъ Нанта, представляло такое большое удобство при примѣненіи на слоистыхъ и гранитныхъ почвахъ Бретани, что вскорѣ отбросовъ изъ Нантскихъ заводовъ оказалось недостаточнымъ для того, чтобы удовлетворить запросу бретанскихъ земледѣльцевъ и костяной уголь сталъ притекать въ Бретань со всѣхъ концовъ континента.

При обжиганіи костей, съ цѣлью приготовить изъ нихъ костяной уголь, разрушаютъ органическое вещество, а фосфорнокислая известь, которую онѣ заключаютъ въ большомъ количествѣ, остается и казалось-бы, что, сопоставляя ихъ удобрительное дѣйствіе съ анализами Соссюра, вскорѣ должны были бы понять, что дѣятельную составную часть кости представляетъ фосфорнокислая известь. Но на дѣлѣ обстояло иначе; въ продолженіе долгаго періода времени кости примѣняли какъ удобрѣніе и совершенно не знали, какой причиной объяснять ихъ благопріятное дѣйствіе и только въ 1893 г. герцогъ Бедфордскій открылъ, что оно обязано фосфорнокислой извести.

Въ тоже самое время Либихъ открылъ, что при обработкѣ костей сѣрной кислотой дѣйствіе ихъ становится быстрѣе, это послужило началомъ той отрасли промышленности, которая теперь достигла громаднаго развитія, — именно приготовленія суперфосфатовъ ¹⁾ ²⁾.

¹⁾ Этимъ именемъ обозначаютъ продуктъ который получается при обработкѣ костей или фосфатовъ минеральнаго происхожденія посредствомъ сѣрной кислоты. Последняя соединится отчасти съ известью фосфорнокислаго соединенія и освобождаетъ фосфорную кислоту. Когда полученный такимъ образомъ суперфосфатъ, весьма кислой реакціи, вносится въ почву, свободная фосфорная кислота быстро вступаетъ въ соединеніе, соединяется съ известью известняковъ, съ окисью желѣза, съ глиноземомъ глины и становится не растворимой въ водѣ; объ этомъ, съ перваго разу, можно было бы подумать, что за выгода давать этимъ соединеніямъ растворимость на такой короткой срокъ, если бы не оказалось что новообразованные фосфаты, желатинообразные и хлопковатые на видъ, представляя дѣйствительно не растворимы въ водѣ, несравненно болѣе доступны кислотъ сокамъ корней чѣмъ твердые компактные камни, или кости, которые примѣняются для приготовленія ихъ.

²⁾ Трудно растворимыя фосфоръ-содержащія соединенія переводятъ въ усвояемое состояніе еще посредствомъ обработки ихъ соляной кислотой; такимъ образомъ получается осажденный фосфатъ, который по удобрительному дѣйствію не уступаетъ суперфосфату и пользуется расиространеніемъ въ зависимости отъ цѣны соляной кислоты. Въ последнее время поднятъ вопросъ о „щелочныхъ фосфатахъ“, которые, какъ утверждаютъ, по удобрительному дѣйствію стоятъ выше и суперфосфатовъ и осажденныхъ фосфатовъ, особенно относительно увеличенія въ растеніяхъ содержанія сахара Г. Нивьеръ и Губертъ, директора сельскохозяйственной школы Безьеръ во Франціи, предагаютъ слѣдующій, по ихъ мнѣнію, дешевый способъ приготовленія щелочныхъ фосфатовъ, который можетъ примѣняться какъ самими хозяевами такъ и промышленниками. Приготавливаютъ смѣсь пѣт фосфорнокислой извести, сѣрнокислаго поташа и сѣрной кислоты съ такимъ расчетомъ, чтобы количество сѣрнокислаго поташа (съ содержаніемъ 50% кали) было равно содержанію во взятой фосфоръ-содержащемъ соединеніи — фосфорнокислой извести, сумма той-же фосфорнокислой извести и углекислой, заключающихся въ сыромъ матеріалѣ, опредѣлить въ равныхъ частяхъ необходимое количество воды и сѣрной кислоты при 66° Боле. Эту смѣсь перемѣшиваютъ на хорошо убитомъ току лопатами и, если производство ведется для собственного потребленія, ее примѣняютъ въ такомъ видѣ, въ какомъ она есть. Промышленники могутъ выщелочить и затѣмъ выкристаллизовать чистую фосфорнокалиевую соль. Можно также замѣнить сѣрнокислый калий натріемъ или аммоніемъ; тогда вмѣсто 360 кгр. сѣрнокислаго калия берутъ 345 кгр. сѣрнокислаго натрія или 270 кгр. сѣрнокислаго аммонія. (Journ. de l'agriculture, 1896, 29 февр.). Есть еще другіе дешевые способы перевода трудно растворимыхъ фосфорныхъ соединеній въ растворимыя (Хозяинъ 1896 № 13). Такъ, В. Дейбольдъ и Вюльфертъ получили привиллегію на право приготовленія искусственныхъ шлаковъ (типа томасъ-шлаковъ) въ Германіи и другихъ странахъ изъ фосфоритовъ, которые они обрабатываютъ при высокой температурѣ посредствомъ

Какъ скоро было установлено, что фосфорнокислыя соединенія представляютъ собой дѣйствительное удобреніе, явился вопросъ, который было необходимо разрѣшить прежде всего, гдѣ найти эти фосфоросодержащія удобрения? Въ продолженіе долгаго времени ихъ считали очень мало распространенными. Въ 1856 г. знаменитый геологъ Эли де Бомонъ, въ то время постоянный секретарь Академіи наукъ, опубликовалъ свое изслѣдованіе о геологическихъ мѣсторожденіяхъ фосфора, надѣлавшее такъ много шума. Эли де Бомонъ съ ужасомъ констатировалъ тотъ фактъ, что фосфоръ оказывается мало распространеннымъ на поверхности земного шара, въ самомъ дѣлѣ, знали одну рудную жилу апатита (твердой и кристаллической фосфорнокислой извести) въ Эстрамадурѣ, кромѣ того въ Англіи и въ деп. Падекале во Франціи было найдено нѣсколько небольшихъ черныхъ камней, богатыхъ соединеніями фосфора; но все это казалось не имѣющимъ существеннаго значенія и потому явился вопросъ, не представляется ли необходимость пустить въ круговоротъ фосфорнокислыхъ соединеній—человѣческія кости, погребенныя въ катакомбахъ, и даже на кладбищахъ, когда вдругъ поиски новыхъ мѣсторожденій увѣнчались блестящимъ успѣхомъ. Во Франціи это открытіе связано съ именемъ одного промышленника неутомимаго изслѣдователя Молона; онъ первый указалъ на богатое и удобное для разработки мѣстороженіе фосфорнокислой извести, которое представляютъ собой фосфориты, залегающія на западномъ склонѣ Аргонны въ томъ мѣстѣ, гдѣ образованія Мѣловой формации встрѣчаются съ образованіями Юрской. Также точно на границѣ между отложеніями этихъ формаций залегаютъ удобные для разработки слои фосфоритовъ въ депар. Котед'Оръ, Индрѣ и др.

углекислоты и воды. Какъ утверждаетъ изобрѣтатель, при этомъ получается растворимая въ водѣ фосфорноизвестковая соль. Можно также получить растворимыя въ водѣ фосфорнокислыя соли извести съ калиемъ и натріемъ. Для этого фосфоритъ смѣшиваютъ съ поташомъ или содой и прокаливаютъ въ печи при температурѣ не ниже 732° С. Фосфорнокислую известь растворимую въ лимонной кислотѣ можно получить если прокативать смѣсь фосфорита съ мѣломъ, причемъ присутствіе кремнезема вообще облегчаетъ реакцію, а поташъ понижаетъ необходимую температуру до 538—650° С. Въ случаѣ фосфоритъ, содержащій окисъ извести, къ нему прибавляютъ 10% окиси желѣза и повышаютъ температуру нагреванія отъ 732 до 1370° С.

Мы уже не говоримъ объ обработкѣ фосфоритовъ веществами, содержащими свободныя перегнойныя кислоты, навозомъ торфомъ и пр. Эти способы не удобны для промышленниковъ въ виду полученія громоздкого удобрения, но могутъ, съ успѣхомъ примѣняться самими хозяевами (въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Франціи посылаютъ навозъ фосфоритной мукой). Цер.

Добываніе ихъ началось въ 1856 г. и, когда научились распознавать эти округленные черные камни, называвшіеся въ началѣ капролитами, которые при первомъ взглядѣ обращали на себя мало вниманія, оказалось, что они весьма распространены не только во Франціи и въ Англии, но и въ Россіи, гдѣ залежи ихъ разсѣяны на неизмѣримомъ протяженіи¹⁾; наконецъ въ недавнее время въ Алжирѣ и на югѣ Туниса найдены мѣсторожденія, которыя занимаютъ огромное пространство и представляютъ собой богатство, вполнѣ достаточное для того, чтобы была выгодна переработка ихъ въ суперфосфатъ; вѣроятно также, что пройдетъ немного лѣтъ и находящіеся возлѣ Тебессы эксплоатаціи, которыя уже доставляютъ до 100.000 тоннъ въ годъ проявятъ, самую широкую дѣятельность. Надо полагать также, что и мѣсторожденія находящіеся около Гафзы, къ югу отъ Туниса, которыя сданы одной французской компаніи, въ скоромъ времени будутъ подвергнуты раз-

¹⁾ Залежи фосфоритовъ въ Россіи известны въ образованіяхъ 3-хъ формаций: силурійской, юрской и мѣловой; послѣдняя формация особенно богата этими минералами. Мѣстопахожденія ихъ находятся въ слѣдующихъ губерніяхъ: Волгская, Воронежская (Павловск., Нижне-Дѣвницк., Землянской у.), Вятская (Слободск. у.), Гродненская (дер. Мѣлы, по р. Нѣману), Калужская (Мещовск. у.), Костромская, (Кивешмск. у.), Курская (Щигровск., Дмитріевск., Курскій у.), Московская, Нижегородская (Лукояновск., Починковск., Сергакск. у.), Орловская (Сѣвск. Брянск. у.), Пензенская (Инсарск. Нижне-Ломовск. у.), Плоцкая (Сернецк. у.), Подольская, Рязанская, Саратовская, Симбирская, (Ардатовск., Алатырск. Корсуиск.), Смоленская, Тамбовская (Тамбовск., Моршанск., Кирсановск., Шацк., Борисоглѣбск. Спасск.), Харьковская (Изюмскій), Ярославская и др.

Изъ нихъ по абсолютному содержанію фосфорной кислоты наиболѣе богатымъ является подольскій фосфоритъ, по этому же фосфориту принадлежитъ послѣднее мѣсто по содержанію усвояемой фосфорной кислоты. Къ сожалѣнію качество фосфоритовъ обыкновенно опредѣляютъ только по общему содержанію фосфорной кислоты и совершенно игнорируютъ вопросъ объ усвояемой фосфорной кислотѣ. Въ виду этого мы считаемъ не лишнимъ привести слѣдующую таблицу, въ которой для нѣсколькихъ фосфоритовъ приведено содержаніе всей фосфорной кислоты и растворимой въ лимонной кислотѣ (Ф. Яновчикъ, Земледѣліе 1894 г., № 26):

	Всей ф. к.	Раств. въ л. к.
Смоленск. фосф.	19,738	14,74
Подольск. „	31,610	9,50
Курскій „	15,682	10,27
Рязанскій „	18,402	13,29

Во всякомъ случаѣ вопросъ о практической пригодности для удобренія различныхъ фосфоритовъ еще остается невыясненнымъ. Пер.

работкѣ. Во всякомъ случаѣ необходимо построить желѣзную дорогу которая установитъ сообщеніе между этими залежами и гаванью Сфаксомъ.

Къ этимъ естественнымъ фосфатамъ въ продолженіе вотъ уже нѣсколькихъ лѣтъ надо отнести томасовъ шлакъ. Нѣкоторыя желѣзныя руды во Франціи, въ Германіи и въ Англіи заключаютъ фосфоръ. Чугунъ, который образуется при сплавленіи этихъ рудъ, не вполне пригоденъ для приготовления стали; чтобы сдѣлать его примѣнимымъ, необходимо предварительно извлечь фосфоръ посредствомъ сплавленія его съ известью. Шлаки, которые образуются въ этомъ случаѣ, богатые въ одно и тоже время и фосфорною кислотою и известью, съ большимъ успѣхомъ примѣняются на почвахъ бѣдныхъ известью; такъ какъ цѣна шлаковъ, даже превращенныхъ въ самый мелкій порошокъ, не очень высока, примѣненіе ихъ возрастаетъ съ каждымъ годомъ.

Такимъ образомъ, міръ не погибнетъ изъ-за недостатка въ фосфорѣ, такъ какъ мы можемъ черпать его изъ неизмѣримыхъ запасовъ. Но чѣмъ же руководствоваться при выборѣ между всѣми разновидностями удобреній, которыя намъ предлагаетъ торговля. И прежде всего, представляютъ-ли собой соединенія фосфора универсальное удобреніе, есть ли необходимость удобрять ими всѣ почвы? и если да, то что покупать? Ископаемые фосфаты, или кости, томасовъ шлакъ или продуктъ дѣйствія сѣрной кислоты, извѣстный подъ именемъ суперфосфата?

Очевидно, что нашъ расчетъ увеличить урожай посредствомъ фосфорнокислыхъ удобреній—будетъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше содержать наши почвы фосфорной кислоты и уже геологическое строеніе имѣнья послужитъ намъ указателемъ. Почвы, которыя обязаны своимъ происхожденіемъ разложенію первобытныхъ породъ, вообще весьма бѣдны фосфоромъ; совершенно противоположное представляютъ почвы вулканическаго происхожденія, обыкновенно очень богатая этимъ элементомъ; но между этими двумя крайностями стоятъ почвы, для которыхъ единственнымъ нашимъ руководителемъ будетъ только анализъ.

Химики-агрономы въ теченіе послѣднихъ 20 лѣтъ съ особенной энергіей работали надъ усовершенствованіемъ методовъ качественного и количественнаго опредѣленія фосфорной кислоты;— и въ настоящее время эти способы превосходны на столько, что могутъ быть примѣняемы съ полной увѣренностью въ нихъ. Главнѣйшій пунктъ, который слѣдуетъ изъ этихъ опредѣленій, тотъ, что фосфорная кислота нахо-

дится почти во всѣхъ воздѣлываемыхъ почвахъ; но когда по анализу, содержаніе ея менѣе 0,001 части (0,1⁰/₀)—представляется необходимость въ примѣненіи фосфоръ-содержащаго удобрения и вѣроятность удачи весьма велика; она несомнѣнна въ томъ случаѣ, если содержаніе фосфорной кислоты падаетъ до 0.05⁰/₀. Въ большей части почвъ Бретани не содержится даже этихъ 0.05⁰/₀, такъ что фосфаты оказываютъ тамъ такое дѣйствіе, о которомъ нельзя составить себѣ никакого представленія, никогда не видавъ его. Просо, которое въ центрѣ страны является еще самымъ распространеннымъ культурнымъ растеніемъ, будучи посѣяно безъ удобрения, не достигаетъ 10 сантим. высоты, часто урожай не удается и совсѣмъ не даетъ зерна; но сборы бывають роскошны тамъ, гдѣ внесено фосфорное удобрение.

Именно въ Бретани въ продолженіе 30 лѣтъ употребляли весь костяной уголь, который привозили въ Нантъ на сотняхъ судовъ; та же Бретань представляетъ въ настоящее время самый дѣятельный центръ потребленія фосфоритной муки, которая доставляется восточными департаментами Франціи. Фосфоръ-содержащія удобрения сдѣлали невѣрной пословицу бретонскихъ земледѣльцевъ, которые говорили о своей неплодной землѣ: „ты была ландами, ты теперь ланды, ты останешься ландами“. Но ланды мало по малу исчезли; благодаря фосфатамъ воздѣлываніе зерновыхъ хлѣбовъ стало возможнымъ и площадь посѣвовъ естественно измѣнилась, именно отъ 1862—1882 г. въ деп. Коте-дю-Нордъ съ 79.623 гекторовъ на 99.195 гект., въ деп. Финистеръ съ 38.923 на 47.992 гект., въ деп. Лилль и Виленъ съ 115.589 на 149.811 гект. и въ деп. Нижней-Луарѣ съ 124.633 на 152.617 гект.

Равнымъ образомъ на песчавыхъ почвахъ Солони, бѣдныхъ фосфорной кислотой, фосфорныя удобрения оказываютъ замѣчательное дѣйствіе. Если деп. Готь-Вьеннъ въ настоящее время благоденствуетъ, то этимъ онъ обязанъ не одной только извести но и фосфорной кислотѣ. Фосфаты внесенные въ концѣ лѣта превращають луга; на слѣдующій же годъ флора измѣняется и бобовыя, на которыя уже оказало благоприятное дѣйствіе известкованіе, захватываютъ участки, гдѣ недавно онѣ были неизвѣстны.

Опытъ показываетъ, что на раздѣланныхъ недавно почвахъ, какъ напр. на ландахъ, впервые воздѣлываемыхъ, фосфоритная мука удается удивительнымъ образомъ ¹⁾. Въ недавно разработанной землѣ

¹⁾ У насъ въ Россіи фосфоритная мука съ особеннымъ успѣхомъ примѣняется при разработкѣ пустошей въ Вологодской губ., гдѣ употребляютъ фос-

изобилуютъ органическіе остатки; когда эта земля вывѣтривается и всѣ остатки прежней растительности, дотолѣ погребенные, выходятъ наружу, они представляютъ собой предметъ энергическаго окисленія; земля изобилуетъ угольною кислотою, въ ней констатируютъ даже небольшія количества болѣе энергичныхъ кислотъ, особенно уксусной. Слѣдовательно эти кислоты дѣйствуютъ на фосфоритную муку, растворяютъ ее и дѣлаютъ усвояемой. Въ виду того же, когда съ цѣлью дать почвѣ ландовъ всѣ недостающіе въ ней минеральные элементы, хотя бы ее известковать, надо быть осторожнымъ, чтобы не внести въ одинъ и тотъ же годъ и фосфатовъ и извести; въ противномъ случаѣ, насытивъ кислоты почвы, это основаніе воспрепятствовало-бы растворенію, а слѣдовательно и усвоенію фосфатовъ. Бретонскіе земледѣльцы даже замѣтили, что известкованіе, слѣдующее вскорѣ за внесеніемъ фосфатовъ уменьшаетъ ихъ дѣйствіе, „известъ сжигаетъ костяной уголь“ говорили они въ то время, когда костяной уголь былъ единственнымъ примѣняемымъ фосфоръ-содержащимъ удобрѣніемъ.

Если костяной уголь, костяное удобрѣніе и фосфоритная мука съ большимъ успѣхомъ примѣнялись прежде всего на почвахъ гранитныхъ или славцеватыхъ и на песчаныхъ, гдѣ не достаетъ фосфорной кислоты, то употребленіе фосфатовъ не ограничивается только этими нѣкогда обиженными почвами и не трудно согласиться, что почвы, которыя обрабатываются съ поконъ вѣковъ, теряютъ мало по малу часть фосфорной кислоты, которая когда-то ихъ дѣлала плодородными. Истощеніе это весьма медленно, такъ какъ фосфорная кислота не уходится дренажными водами, она уходитъ изъ хозяйства только вмѣстѣ съ урожаями. Но плодородныя почвы мѣстностей Босъ или Бри, которая въ продолженіе уже 2000 лѣтъ производятъ пшеницу вывозятъ ежегодно по 900 гр. фосфорной кислоты на каждый центнеръ ¹⁾ хлѣба, который выходитъ изъ хозяйства; это именно та фосфорная кислота, которая образовала кости слѣдовавшихъ другъ за другомъ поколѣній Парижа. Эти кости покрываютъ теперь длинныя галлерей катакомбъ и согласятся, на этомъ нѣтъ необходимости настаивать, что этотъ постоянный перевозъ фосфатовъ съ обрабатываемыхъ полей на кладбища большихъ городовъ обуславливаетъ истощеніе, которое выражается въ уменьшеніи урожаявъ.

форить даже крестьяне. (Труды Комиссіи по отдѣлу искусственныхъ удобрѣній на Сельскохозяйственной Выставкѣ 1895 г. въ Москвѣ, стр. 6, 30).

¹⁾ Центнеръ = 6,10475 пуд.

Выше я напоминалъ о превращеніи, которому подверглось Бларингемское имѣніе подѣ управленіемъ моего сотрудника, покойнаго Поріона; я говорилъ, что тяжелая плотная почва, благодаря известкованію и дренажу, въ концѣ концовъ производила великолѣпные урожаи пшеницы. Но они получались только при условіи примѣненной фосфоръ-содержащихъ удобрений, такъ какъ почва содержалась на килограммъ только 0,7 гр. (0,07%) фосфорной кислоты, что конечно недостаточно.

Тѣмъ не менѣе на почвахъ, которыя давно обрабатываются, нельзя примѣнять фосфоритной муки, она не оказала бы на нихъ замѣтнаго дѣйствія ¹⁾; ихъ слѣдуетъ удобрять фосфатами, которые обработаны сѣрной кислотой и извѣстны подѣ именемъ суперфосфатовъ. Это именно и есть то фосфоръ-содержащее удобрение, которое удобно для старыхъ давно воздѣлываемыхъ почвъ. Удобрительная сила его, особенно для корнеплодовъ, такова, что примѣненіе его возрастаетъ постоянно. Въ Англій знаменитый Норфольскій 4-хъ польный сѣвооборотъ, который свидѣтельствуетъ о громадномъ прогрессѣ земледѣлія въ концѣ XVIII в., начинается сурѣницей, иначе репакомъ, для котораго никогда не лишне внести суперфосфатъ; только недавно его замѣнили для почвъ бѣдныхъ известью—томасовымъ шлакомъ.

Во Франціи цвѣтушая область, простирающаяся къ сѣверовостоку отъ Парижа, своимъ цвѣтушимъ состояніемъ обязана культурѣ сахарной свекловицы, удобрение суперфосфатомъ здѣсь является правиломъ; однако оно не всегда полезно. На нашихъ Гринѣнскихъ почвахъ суперфосфатъ не оказываетъ никакого дѣйствія, тоже самое надо сказать относительно Лимани въ провинціи Оверни. Я раскрылъ причину этого; когда удобряютъ почву суперфосфатомъ вводятъ свободную фосфорную кислоту растворимую въ водѣ, но эта кислота очень скоро

¹⁾ Нѣсколько въ иномъ видѣ представляется вопросъ о примѣненіи фосфоритной муки у насъ въ Россіи. Изъ отвѣговъ, собранныхъ въ тѣхъ-же Трудахъ, выводятъ, что въ нечерноземной полосѣ фосфоритъ даетъ болѣе 80% положительныхъ результатовъ (цѣлинная земля, подзолъ, сѣрые почвы, кислыя земли вообще, торфяныя въ частности, псевдочерноземъ и пр.). Мы полагали бы на основаніи нѣкоторыхъ отвѣговъ, что лучшіе результаты даетъ фосфоритная мука на супесчанистыхъ и суглинистыхъ почвахъ, но къ сожалѣнію во многихъ случаяхъ не приведенъ составъ почвы. Есть также удачные опыты примѣненія фосфорита и на черноземѣ. Въ 1895 году при глубокой задымкѣ муки подѣ рожь получены въ Харьковской губ. поразительные результаты (Агр. Жуковъ); были и другіе удачные опыты примѣненія фосфоритной муки на черноземѣ. Пер.

насыщается основаніями почвы, известью известняковъ, окисью желѣза или глиноземомъ глины; такимъ образомъ получается, какъ я уже указалъ это выше, фосфатъ, правда нерастворимый въ водѣ, но хлопковатый, желатинообразный, легко поддающійся дѣйствию растительныхъ кислотъ, или, какъ говорятъ нѣмцы „открытое вещество“.

Необходимо, чтобы произошло подобное насыщеніе; въ противномъ случаѣ, пезультаты вліянія суперфосфатовъ оказались-бы плачевными, нѣжныя ткани молодыхъ корней были-бы источены изъѣдены и разрушены фосфорной кислотой. Въ виду этого на почвахъ Бретани бѣдныхъ известью суперфосфаты не примѣнимы, такъ какъ они оказываютъ вредное дѣйствіе.

Когда мы удобряемъ слегка известковую почву суперфосфатомъ, мы образовываемъ тамъ фосфатъ, легко поддающійся вліянію кислотъ соковъ корней, и если почва въ естественномъ состояніи не заключаетъ подобныхъ фосфатовъ, дѣйствіе ихъ замѣчательно; но его нѣтъ, если земля уже содержитъ усвояемый фосфатъ. Чтобы предвидѣти, увеличить-ли суперфосфатъ урожай, или онъ пойдетъ въ потерю, необходимо такимъ образомъ не только знать общее количество фосфорной кислоты, содержащейся въ почвѣ, но еще различать ту фосфорную кислоту, которая дѣйствительно усвояема отъ той, которая противостоитъ растворяющему дѣйствию корней. Для этого я бралъ кислоту со средней энергичностью, именно уксусную, и нашелъ, что когда на килограммъ почвы общее количество фосфорной кислоты достигаетъ 1 гр. (0,1⁰/о), а растворимой въ уксусной кислотѣ 0,2 гр. (0,02⁰/о) суперфосфатъ не дѣйствуетъ; это обстоятельство извѣстное относительно французскихъ почвъ въ Гринѣнѣ и Лимани, имѣетъ мѣсто и для одной удивительно плодородной почвы, которая славится своимъ плодородіемъ съ самой отдаленной древности, именно для Нильской почвы ¹⁾.

Впрочемъ легко замѣтить, что различныя вещества, которыя по природѣ находятся въ почвѣ, или которыя туда прибавляютъ, постоянно дѣйствуютъ однѣ на другія, такъ что эти, реакціи иногда приводятъ къ весьма неожиданнымъ результатамъ.

¹⁾ Недавно предложили замѣнить при подобныхъ изслѣдованіяхъ уксусную кислоту лимонною, которую, какъ говорятъ выдѣляютъ корни растений; опыты указываютъ на замѣчательное согласіе между предположеніями выведенными изъ анализа по этому способу и результатами полученными отъ употребленія суперфосфатовъ. *Annals agronomiques*, tome XX, p. 291, 1894.

Съ 1875 г. у меня оставалось безъ удобренія нѣсколько дѣлянокъ моего опытнаго поля въ Гринѣнѣ; естественно урожаи тамъ стали весьма плохи. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ, въ виду плохаго развитія клевера посѣяннаго тамъ, я задалъ себѣ вопросъ, было-ли единственной причиной плохихъ урожаевъ—уменьшеніе содержанія гумуса, которое я констатировалъ анализомъ, или же почва была истощена относительно фосфорной кислоты. Но послѣдняго я не думалъ, ибо фосфорная кислота, не будучи вымываема дренажными водами уносилась только съ урожаемъ; я зналъ, сколько взято у почвы этой дѣлянки и былъ увѣренъ, что содержаніе остающейся фосфорной кислоты было значительно. Однако для полнаго очищенія совѣсти я прибѣгнулъ къ „ultima ratio“ нашихъ экспериментальныхъ наукъ—къ опыту; для этого одну половину дѣлянки удобрили суперфосфатомъ, другую оставили безъ удобренія; въ результатѣ дѣйствіе на клеверъ было ничтожно и я даже пересталъ думать объ этомъ опытѣ, когда въ слѣдующемъ году хлѣбъ, который слѣдовалъ за клеверомъ выказалъ на участкѣ удобренномъ фосфатомъ необыкновенное развитіе: онъ былъ выше, гуще, зеленѣе, чѣмъ не получившій удобренія, сосѣдь его; при уборкѣ оказалось, что съ дѣлянки съ суперфосфатомъ былъ полученъ урожай, соотвѣтствующій 24 центн. зерна на гектаръ, на неудобренной же только 8 центн. Здѣсь было чему удивиться, такъ какъ, повторяю, весьма многочисленные опыты показали, что на почвахъ Гринѣна фосфоръ-содержація удобренія не оказываютъ никакого дѣйствія. Анализъ далъ намъ отчетъ въ этой аномаліи; оказалось, что общее содержаніе фосфорной кислоты въ почвѣ этихъ дѣлянокъ, почти не было меньше, чѣмъ въ другихъ, гдѣ суперфосфатъ не оказывалъ вліянія, но фосфорная кислота ихъ была не усвояема и мы такимъ образомъ видимъ здѣсь новое весьма интересное дѣйствіе удобренія хлѣвнымъ навозомъ. Онъ не только приноситъ свою долю фосфорной кислоты, которой нельзя пренебрегать, но и помимо того своею щелочностью, своимъ углекислымъ калиемъ, который дѣйствуетъ на фосфаты почвы, навозъ удерживаетъ въ усвояемомъ состояніи фосфорную кислоту; по этому то часто замѣчаютъ, что суперфосфаты, которые оказываютъ очевидное вліяніе, когда пользуются исключительно химическими удобрениями, не имѣютъ почти никакого дѣйствія при правильномъ примѣненіи обыкновеннаго навоза.

Эти превращенія фосфорной кислоты въ почвахъ бѣдныхъ известью съ успѣхомъ устраняются посредствомъ известкованія. Одинъ

изъ главныхъ инспекторовъ земледѣлія, оставившіи интересныя труды о лугахъ, а именно Буатель, съ выгодой примѣнялъ фосфаты въ имѣніи Першъ, но вскорѣ дѣйствіе этихъ удобреній уменьшалось и явилась необходимость повторять ихъ гораздо чаще, чѣмъ указывали потребности урожаявъ; посредствомъ анализа было обнаружено, что введенная фосфорная кислота быстро переходила въ неусвояемое состояніе; известкованіе возвратило ей ея используемую форму.

Въ заключеніе можно сказать, что наши свѣдѣнія о примѣненіи фосфорныхъ удобреній обширны; при помощи анализа мы можемъ указать, въ какія почвы эти удобренія должны быть внесены; помимо того мы можемъ сказать, въ какомъ видѣ надо примѣнять фосфаты; для цѣлины мы беремъ фосфоритную муку, для участковъ бѣдныхъ известью томасовъ шлакъ, для старыхъ почвъ—суперфосфатъ; и не слѣдуетъ думать, что примѣненіе этихъ удобреній случайно, что оно достигло небольшого развитія, напротивъ—оно огромно; объ этомъ можно судить по слѣдующимъ цифровымъ даннымъ:

Въ 1893 г. изъ французскихъ мѣсторожденій было извлечено до 900.000 тоннъ фосфоритовъ, въ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатахъ 983.000 тоннъ; къ этимъ крупнымъ производителямъ въ ближайшемъ будущемъ присоединятся Алжиръ и Тунисъ.

Сюда-же надо отнести еще и томасовъ шлакъ, производство котораго немного не достигаетъ милліона тоннъ и большей частью падаетъ на долю Германіи, Австріи и Люксембурга и въ значительной, но меньшей степени на долю Англій; количество, вырабатываемое Франціей, колеблется между 80.000 и 100.000 тоннъ.

Производство суперфосфата превосходитъ 4.000.000 тоннъ, изъ нихъ Германія, Англія и Франція производятъ три четверти всего количества и расходуютъ для этого 500.000 тоннъ сѣрной кислоты. Считаютъ, что во Франціи ежегодно употребляютъ для удобренія 150.000 тоннъ фосфоритной муки, 70.000 т. томасова шлака и 1.500.000 тоннъ суперфосфата. Большіе заводы Сень-Гобенъ, которые въ 1889 г. изготавляли 100.000 тоннъ суперфосфата, въ 1893 г. выпустили 200.000 тоннъ, т. е. потребленіе ежегодно возрастаетъ на 25.000 тоннъ. Въ 1894 г. производство суперфосфатовъ во Франціи достигало 700.000 тоннъ. Это нажитое богатство, такъ какъ фосфорная кислота, введенная въ почву тамъ остается и затраты, на которыя въ этомъ случаѣ рѣшаются, не могутъ быть потеряны; такимъ образомъ всегда

есть выгода испытать примѣненіе фосфоръ-содержащихъ удобреній; если въ нѣкоторыхъ случаяхъ дѣйствіе ихъ и ничтожно, то въ огромномъ большинствѣ случаевъ приобрѣтеніе ихъ безусловно выгодно ¹⁾.

§ IV.

Каліевыя удобренія.

Если читатель вздумаетъ перенестись къ началу предыдущей главы, то онъ увидитъ, что калій, какъ показываетъ опытъ, такъ-же необходимъ для питанія растений, какъ и фосфорная кислота и что растенія высѣянные въ почву, въ которой совершенно отсутствуетъ калій, будутъ нѣсколько времени вяло расти и погибнуть ранѣе, чѣмъ созрѣютъ ихъ зерна; съ другой стороны, если припомнить, что самая большая часть калія, который примѣняется въ промышленности, получается изъ воздѣлываемыхъ почвъ, такъ какъ долгое время онъ извлекался исключительно изъ золы растеній и даже теперь еще значительную часть этого калія доставляетъ сырой свекловичный поташъ, то легко притти къ заключенію, что каліевыя удобренія, возвращая почвѣ элементъ, который у нея безпрестанно похищается, должны оказывать самое высокое дѣйствіе.

Такъ дѣйствительно думали и знаменитый баронъ Либихъ, пылія статьи котораго надѣлали такъ много шума пятьдесятъ лѣтъ тому назадъ, могущественнымъ образомъ упрочиваль эту увѣренность; какъ вдумъ открытіе одного важнаго мѣсторожденія каменной соли, которое содержитъ въ своихъ верхнихъ слояхъ огромное количество соединеній калія, позволило подвергнуть эту увѣренность критикѣ опыта.

До тѣхъ поръ пока соли калія составляли рѣдкость и были дороги, онѣ не примѣнялись съ сельскохозяйственными цѣлями; но какъ только ихъ начали предлагать по доступной цѣнѣ, всюду ихъ стали примѣнять для опытовъ; также точно и я, лѣтъ тридцать тому назадъ произвелъ большое число опытовъ, которые къ великому моему изумленію окончились полною неудачей. Подобно мнѣ и многіе другіе производили тѣ-же опыты, но они кончились не съ лучшимъ успѣхомъ; если въ нѣкоторыхъ случаяхъ и замѣчали успѣхъ, то въ большинствѣ другихъ оказывалось, что каліевыя соли не увеличивали урожая и эти

¹⁾ Въ журналѣ l'Engrais (21 іюня 1895 г.) м. Мезьеръ высчитываетъ, что производство суперфосфата на всемъ земномъ шарѣ достигаетъ 4.090.000 тоннъ.

неудачи наносили чувствительный ударъ теоріи, которая проповѣдывалась еще въ книгахъ и школахъ, но была уже оставлена всѣми предусмотрительными хозяевами; эта теорія, предложенная Либихомъ, называется „теоріей возвращенія“.

Идея ея проста, составъ растений опредѣляетъ природу примѣняемыхъ удобреній; предположимъ, что вы отправили на сосѣдній сахарный заводъ хорошій урожай свеклы въ 40.000 тоннъ на гектаръ; въ этихъ 40.000 т. заключается 64 кило азота, 44 к. фосфорной кислоты и 160 к. калия; ихъ надо возвратитъ почвѣ, которая ихъ доставила. Если вы этого не сдѣлаете, если вы будете продолжать ограблять хищническую культуру, которая свойственна вѣкамъ невѣжества, то ваша обезсиленная такимъ образомъ почва будетъ приносить только жалкіе урожаи и вы скоро разоритесь! Въ этомъ убѣждала настойчивость Либиха и, когда съ 1865 г. начали предлагать по низкой цѣнѣ калиевыя удобренія, тѣмъ болѣе снѣжили ихъ примѣнять, что начинали убѣждаться въ удобрительномъ дѣйствіи минеральныхъ удобреній, и именно фосфатовъ; но обыкновенно такое прибавленіе солей калия не оказывало никакого вліянія; причину этого легко понять.

Когда при помощи сильно дѣйствующихъ веществъ, какъ наприкладъ кислотъ плавиковой и сѣрной, производятъ полное раствореніе нѣсколькихъ граммовъ почвы и когда затѣмъ послѣ кропотливыхъ операцій отдѣляютъ и взвѣшиваютъ калий, содержащійся въ нихъ и наконецъ послѣ прокаливанія пересчитываютъ содержаніе его на гектаръ, въ результатѣ получаютъ страшныя цифры; такъ нѣмецкіе агрономы находили 36—40 т. калия на гектаръ, Бертелло въ Медонѣ (около Парижа) нашель 35 т. и я въ Гриненѣ 32 т.; безъ сомнѣнія эта огромная масса щелочи не входитъ въ составъ растворимыхъ соединений, но атмосферные агенты мало по малу дѣйствуютъ на эти мощные запасы, которые остаются въ глинахъ, не поддающихся выщелачиванію чистой водой, и усваиваются растениями, растворяясь въ кислыхъ сокахъ корней. Такимъ образомъ, при удобреніи подобныхъ почвъ калиемъ, не получается никакой выгоды, такъ какъ урожаи не увеличиваются.

Могутъ сказать, что это не такъ важно и что надо умѣть расплагать дѣйствительными сокровищами, чтобы предохранить себя отъ будущихъ бѣдъ; мы отвѣтимъ, что это значитъ предусматривать слишкомъ далекое зло, что мы хотимъ наслаждаться своимъ богатствомъ и что нѣтъ никакого основанія запрещать земледѣльцу вывозить калий своего поля, когда рядомъ съ нимъ рудокопъ при помощи машинъ извлекаетъ каменный уголь, относительно возврата котораго представляется серьезное затрудненіе.

Въ дѣйствительности ученіе о возвратѣ представляетъ собой кабинетную теорію, которой никогда не слѣдоваль ни одинъ практикъ; она опирается на ложное понятіе, такъ какъ не составъ растенія опредѣляетъ природу и количество необходимаго удобренія, но составъ почвы; удобренія, по существу, представляютъ собой добавочное вещество, которое должно соотвѣтствовать недостатку почвы. Если не достаетъ фосфорной кислоты, то надо прибавиться, и земледѣлецъ не задумается, такъ какъ за этимъ у него увеличится урожай и онъ будетъ вознагражденъ благодаря увеличенію дохода; но если прибавлять соли калия, то нѣтъ возможности узнать мѣсто, куда онѣ внесены, ничто на это не указываетъ.

Но можно-ли сказать, что калиевыя удобренія всегда не дѣйствительны? Нѣтъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда не достаетъ калия, онѣ вліяютъ и всегда хорошо, такъ на примѣръ на известковыхъ почвахъ, на торфяныхъ, на песчаныхъ и пр. Онѣ сказываются такъ-же въ томъ случаѣ, когда культура поддерживается химическими удобрениями, т. е. сѣрнокислымъ амміакомъ, чилийской селитрой и суперфосфатомъ безъ хлѣбнаго навоза; въ самомъ дѣлѣ, всякая тонна навоза вноситъ 5 кило калия, который, присоединяясь къ тому, что почва можетъ доставить сама собою,—обыкновенно въ состояніи удовлетворить потребности урожая.

Такъ же точно намъ нѣтъ причины беспокоиться и потому, что, если бы по истеченіи многихъ вѣковъ оказалось истощеніе пахатныхъ земель въ калий и цѣны на него возрасли, то было бы не трудно извлечь его столько, сколько потребуется изъ неисчерпаемаго источника—Океана.

§ V.

Поддѣлка продажныхъ удобреній.

Бретонскіе земледѣльцы заплатили дорого за славу въ томъ, что они первыми въ Европѣ начали правильно примѣнять фосфорныя удобрения; когда, 60 лѣтъ тому назадъ, въ Нантѣ установилась торговля костянымъ углемъ, химическій анализъ былъ еще мало распространенъ и фальсификаторы воспользовались этимъ властью.

Одинъ изъ профессоровъ Школы Знаній въ Нантѣ, который посвятилъ свою жизнь на борьбу съ ними, Ад. Боньоръ, высчитываетъ, что съ 1840 по 1850 г.—къ 1.800.000 гектолитр. костяного угля, про-

даннаго въ качествѣ удобрения, было примѣшано 2.500.000 гектолитровъ торфа. „Это вещество стоитъ около 0,8 фр. за гектолитръ; цѣну, по которой оно было продано въ качествѣ примѣси, надо считать по крайней мѣрѣ въ 4 фр.; и такъ торговцы удобрениями взяли съ бретонскихъ сельскихъ хозяевъ 10 милл. лишнихъ.“

Чтобы упорядочить эту торговлю, надо было убѣдить сельскихъ хозяевъ въ томъ, что они не имѣютъ никакой гарантіи, если не покупаютъ по анализу. Но на это потребовалось слишкомъ много времени, а вскорѣ самый новоизобрѣтенный способъ быстро опредѣленія способствовалъ новому обману такъ-же предосудительному, какъ и старый. Правильное опредѣленіе фосфорной кислоты, очень хорошо установленное теперь, прежде было затруднительнымъ и пока имѣли дѣло съ костянымъ углемъ, фальсифицированнымъ только чрезъ прибавленіе торфа или кокса, можно было пользоваться безъ большой ошибки процессомъ, легко выполнимымъ и для самыхъ мало опытныхъ химиковъ. Для этого удобрение подвергали дѣйствию кипящей соляной кислоты, которая растворяетъ фосфорно-известковую соль; затѣмъ, профильтровавъ растворъ и насытивъ его амміакомъ, получали бѣлый хлопкообразный осадокъ желатинообразной фосфорнокислой извести; его собирали на фильтрѣ прокаливали взвѣшивали и такимъ образомъ, съ нѣкоторой приблизительностью, опредѣляли содержаніе фосфорныхъ соединений въ удобрении. Этотъ способъ, терпимый въ примѣненіи къ костяному углю, велъ къ удивительнымъ ошибкамъ, когда имъ пользовались для опредѣленія состава фосфоритной муки, которая мало по малу начала замѣнять собой костяной уголь; въ самомъ дѣлѣ, кипящая кислота растворяетъ въ этомъ случаѣ не только фосфорнокислую известь, но также глиноземъ и окись желѣза и, когда затѣмъ растворъ насыщаютъ амміакомъ, беспорядочно осѣдаютъ соединенія фосфора окись желѣза и глиноземъ. Эту смѣсь прокаливаютъ, взвѣшиваютъ и составъ ея записываютъ, какъ чистую фосфорнокислую известь. Но это еще не все, въ деп. Лилль-и-Вилень во Франціи есть сланцы, которые, будучи измельчены въ порошокъ, сходны по цвѣту съ фосфоритной мукой и могутъ быть примѣшаны къ ней, не измѣняя въ тоже время ея вида; помимо того, эти сланцы легко поддаются дѣйствию соляной кислоты и смѣсь глинозема и окиси желѣза, которые осаждаются изъ этого раствора имѣютъ тотъ-же самый видъ, что и фосфорнокислая известь; отсюда фальсификація фосфатовъ этими сланцами, которые не имѣютъ удобрительнаго значенія. Такимъ образомъ продавали съ гарантіей „коммерческаго анализа,“ т. е. того, который основывался на взвѣшиваніи осадка послѣ

насыщенія кислаго раствора—амміакомъ. Сколько милліоновъ такимъ образомъ вынудили? Никто этого не знаетъ!

Но не одни только фосфаты подвергаются фальсификаціи; такъ напримѣръ, чилійскую селитру продаютъ съ примѣсью обыкновенной соли и даже песка, жмыхи съ древесными опилками; но особенно высоки цѣны на смѣси, которыя приготавливаются изъ многихъ цѣнныхъ веществъ, и носятъ громкія названія. Въ этомъ случаѣ, мелкіе торговцы покупаютъ на большихъ заводахъ главные вещества, смѣшиваютъ ихъ и сбываютъ по селамъ чрезъ своихъ ловкихъ агентовъ... Они отдаютъ предпочтеніе самымъ темнымъ крестьянамъ, дѣлаютъ кредитъ... имъ заплатятъ только послѣ урожая; крестьяне покупаютъ и въ концѣ концовъ даютъ довольно круглыя суммы за удобренія посредственнаго качества.

Слѣдовало-бы положить конецъ такому недостойному обману число агрономическихъ лабораторій возрасло, завѣдывающіе ими химики получаютъ назначеніе только послѣ весьма серьезнаго испытанія, которое указываетъ на ихъ способность къ анализу; если результаты ихъ анализовъ спорны, они подвергаются оцѣнкѣ химиковъ экспертовъ, избираемыхъ изъ среды ученыхъ, которые занимаются сельскохозяйственными вопросами; методы примѣняемые въ анализѣ общеизвѣстны, установлены, наконецъ строгій законъ 5 февраля 1888 г. обязываетъ торговцевъ удобреніями указывать составъ удобреній, которыми они торгуютъ. Этотъ обманъ становится затруднительнѣе, со временемъ онъ, безъ сомнѣнія, исчезнетъ, но пока мы еще не дошли до этого.

Въ концѣ концовъ сельскіе хозяева пришли къ такому заключенію, что лучше всего совсѣмъ избавиться отъ обмана. Для этого они собираются въ союзы, образуютъ синдикаты, котѣры уже давно правильно функціонируютъ. Къ концу зимы, въ то время когда земледѣлецъ уже знаетъ, какія продажныя удобренія ему надо примѣнить и какое количество ихъ ему необходимо, онъ посылаетъ свой заказъ въ синдикатъ, который находится въ городѣ ближайшемъ къ его хозяйству. Когда всѣ заказы получены, синдикатъ выписываетъ изъ Гавра или Дюнкерка чилійскую селитру, изъ большихъ заводовъ-суперфосфатъ и фосфоритную муку и затѣмъ отсылаетъ каждому участнику заказанныя имъ удобрительныя вещества; такимъ образомъ онѣ получены отъ крупныхъ фирмъ, честность которыхъ извѣстна, здѣсь уже не зачѣмъ бояться какого бы то ни было обмана, такъ какъ посредники устранены. Если же является нѣкоторое сомнѣніе, то въ магазинахъ синдиката берутъ пробы для изслѣдованія и издержки на

этотъ анализъ, раздѣленные между большимъ числомъ участниковъ, становятся незначительными для каждаго изъ нихъ.

Благодаря этому ряду разумныхъ мѣръ, торговля удобрениями широко распространяется, за послѣднія 20 лѣтъ она утроилась, Франція поглощаетъ теперь до 180.000 т. чилийской селитры и 30.000 т. сѣрнокислаго амміака; если сюда прибавить еще фосфоръ—содержація удобрения, жмыхи и калиевыя удобрения, то общая сумма выразится въ 120 м. франковъ.

§ VI.

Примѣненіе химическихъ удобрений.

И такъ значительныя силы затрачены; но тотчасъ же поражаетъ посредственность полученныхъ результатовъ. Какая-же причина того, что понесенныя издержки не привели къ урожаямъ, которые могли бы увѣрить въ вознагражденіи за трудъ, ввиду чего надо безпрестанно обращаться къ помощи измѣненій пошлинъ, чтобы искусственно повышать цѣны. И такъ эти удобрения не произвели того дѣйствія, котораго отъ нихъ ожидали.

Вопросъ этотъ заслуживаетъ, чтобы на немъ остановиться и прежде всего необходимо замѣтить, что продажныя удобрения примѣняются только на небольшой части нашей территоріи. Статистика 1882 года устанавливаетъ, что общая площадь обрабатываемыхъ почвъ Франціи достигаетъ почти 26.000000 гектар.; такимъ образомъ 120 мил. фр., затраченныхъ на покупку удобрений, представляли по 5 фр. на гектаръ. А такъ какъ небольшое химическое удобрение изъ 150 кило чилийской селитры и 300 кило суперфосфата стоитъ 60 фр., то все удобрение примѣняется только къ 2 милл. гекторовъ, а остальные 24 милл. лишены его. Если бы всѣ воздѣлываемыя почвы Франціи черезъ каждые 2 года получали такое удобрение, то пришлось бы затрачивать каждый годъ не 120 мил. франковъ, а болѣе 700 мил.. Номы отъ этого? Но мы еще далеко!

Большинство нашихъ сельскихъ хозяевъ еще пренебрегаетъ продажными удобрениями; наши экономные и упрямые крестьяне уступаютъ только со временемъ; они соглашаются, но медленно, такъ какъ хотя великая земледѣльческая армія и не знаетъ быстро прогресса, всетаки ея движеніе постоянно.

И такъ въ слабыхъ урожаяхъ нашей страны нельзя видѣть аргумента противъ примѣненія удобреній, такъ какъ огромная часть ея не знаетъ удобреній; чтобы опредѣлить значеніе удобрительныхъ веществъ, еще недавно введенныхъ въ обращеніе, надо сосредоточить свое вниманіе на мѣстностяхъ, въ которыхъ онѣ правильно примѣняются.

Когда, 30 лѣтъ тому назадъ, лабораторнымъ путемъ было указано вліяніе на растительность сѣрнокислаго аммонія, чилийской селитры, суперфосфата, хлористаго калия, всѣхъ обуялъ энтузіазмъ; пылія рѣчи Ж. Вилля вызвали самыя блестящія надежды, думали что химическія удобренія глубоко измѣнятъ систему культуры.. Но въ этомъ пришлось разубѣдиться; за громко провозглашенными успѣхами часто слѣдовало неудовлетвореніе, а продолжительный опытъ показалъ, что примѣненіе химическихъ удобреній оказываетъ не болѣе дѣйствія чѣмъ обыкновенный навозъ.

Примѣровъ этому много, такъ наприимѣръ Лоозъ и Джилъбертъ въ продолженіе болѣе чѣмъ 50 лѣтъ высѣвали хлѣбъ на одномъ и томъ же мѣстѣ на фермѣ Ротамстедъ; дѣлянки, которыя получали каждый годъ обыкновенный навозъ, доставляли въ среднемъ 30 гектолитр. зерна также, какъ и тѣ, которыя получали въ качествѣ удобренія чилийскую селитру, суперфосфатъ, сѣрнокислыя соли калия и магнезія.

На слабыхъ почвахъ, какъ наприимѣръ въ Гринѣнѣ, химическія удобренія даютъ только слабыя урожаи свеклы; въ 1887 г. я получилъ 38 т. сахарной свекловицы на гектаръ удобренный навозомъ и 18 т. послѣ химическихъ удобреній; для 1888 г. разница меньше, но въ томъ же направленіи, именно 42 т. послѣ навоза и 25 т. послѣ химическихъ удобреній.

Для картофеля химическія особенно пригодны; но какъ бы то ни было дѣйствіе ихъ не таково, чтобы онѣ могли съ выгодой замѣнить прежнюю культуру, опирающуюся на производствѣ навоза, новыми способами, основанными исключительно на примѣненіи искусственныхъ удобреній.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ подобная замѣна ведетъ даже къ печальнымъ послѣдствіямъ; почвы, которыя не удобряются навозомъ, а получаютъ только чилийскую селитру, суперфосфатъ и соли калия, измѣняютъ свое физическое состояніе, становятся твердыми и образуютъ не разбиваемыя глыбы, такъ что нѣтъ возможности производить работы; такимъ образомъ многія изъ дѣлянокъ на моемъ опытномъ полѣ въ Гринѣнѣ были въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ безплодными, благодаря примѣненію большихъ количествъ сѣрнокислаго аммонія.

Исключительное примѣненіе растворимыхъ удобреній представляетъ еще то неудобство, что онѣ легко вымываются дождями и въ виду этого является необходимость увеличивать количество вносимаго удобрения—въ надеждѣ, что часть его останется и будетъ поддерживать растеніе во все время вегетаціи; но помимо того, что такое сильное удобреніе крайне дорого, въ неслишкомъ дождливое время оно ведетъ къ нежелательнымъ результатамъ; такъ напримѣръ зерновыя продолжаютъ выколашиваться крайне долгое время, вытягиваются въ длину, солома ихъ развивается чрезмѣрно, а созрѣваніе наступаетъ крайне медленно; не менѣе неудобства отъ сильныхъ азотистыхъ удобреній и для свекловицы; въ этомъ случаѣ листья ея остаются вполне зелеными до самаго поздняго времени, но корни бѣдны сахаромъ и изобилуютъ селитрой, которая вредна для здоровья употребляющихъ ее животныхъ въ тоже время мѣшаетъ при извлеченіи сахара.

Послѣ вообще неудачныхъ опытовъ, почти повсюду отказались отъ исключительнаго примѣненія искусственныхъ удобреній; за ними сохранилось значеніе только добавочныхъ удобреній, имѣющихъ цѣлью поддержать, усилить дѣйствіе навоза, жмыховъ и зеленого удобрения; для этого они вполне удобны и, при примѣненіи, оказываютъ неоцѣнимыя услуги. Между тысячами примѣровъ, которые можно было бы привести, чтобы доказать значеніе этого способа, повсемѣстно примѣняемаго теперь въ сѣверной части Франціи, гдѣ примѣняютъ интенсивную культуру, въ Бельгіи, въ Англии и въ Германіи, я остановлюсь на хорошо расположенномъ рядѣ опытовъ Г. Джилберта. Они относятся къ культурѣ картофеля, продолжавшейся въ теченіе десяти лѣтъ; въ то время еще не было многоплоднаго картофеля, который садятъ теперь, и получались только посредственные урожаи, но тѣмъ не менѣе сравненіе очень поучительно. Съ 1876 г. по 1881-ый было получено безъ удобрения 5711 кило клубней на гектаръ, при удобрении хлѣвнымъ навозомъ—13138, съ обыкновеннымъ навозомъ и суперфосфатомъ—14012, при удобрении хлѣвнымъ навозомъ, суперфосфатомъ и чилийской селитрой 17856 кило клубней на гектаръ; затѣмъ съ 1882 г. по 1887 г. на эти дѣлянки не вносили химическихъ удобреній и ограничивались только однимъ хлѣвнымъ навозомъ, въ результатѣ урожай упалъ до 10070 кило съ гектара.

Когда такимъ образомъ химическія удобрения вносятъ въ почву вмѣстѣ съ хлѣвнымъ навозомъ, урожай увеличивается, и это уже важное обстоятельство, но что еще важнѣе, такъ это то, что количество навоза можно безъ ущерба уменьшать. Въ 1885 г. я дѣлалъ опыты съ

однимъ сортомъ хлѣба, который былъ недавно введенъ въ Гриненъ, и примѣнялъ для удобренія очень большія количества хлѣвнаго навоза, чтобы опредѣлить сопротивленіе этого хлѣба—полеганію.

Для этого я удобрилъ одну дѣлянку съ расчетомъ по 50 т. навоза на гектаръ, а сосѣднія съ нею только по 30 т. навоза и по 200 кило чилийской селитры; лѣто было весьма благопріятное и вопреки тому, что я предполагалъ, излишекъ взятаго навоза не повелъ за собой полеганія; урожай былъ весьма сильный, такъ на первой дѣлянкѣ было получено 40 центн. зерна, а на второй 41 ц., т. е. болѣе чѣмъ 50 гектолитр; такимъ образомъ удобреніе въ 200 кило чилийской селитры, какъ оказалось въ состояніи замѣнить 20 т. навоза. Въ 1888 г. урожай на опытномъ полѣ былъ великолѣпный но между тѣмъ какъ съ дѣлянки удобренной 30000 кило навоза было собрано только 35,3 гектолитра зерна, при удобреніи въ 10000 кило навоза и въ 200 кило селитры было получено 52,5 гектолитр.; въ тотъ-же годъ сборы сахарной свекловицы представляли 40 тоннъ на гектаръ и были одинаковы, какъ при удобреніи 60 т. навоза, такъ 30 т. навоза и 200 кило чилийской селитры.

Я не хочу настаивать на изобиліи этихъ исключительныхъ урожаяевъ, я указываю только на возможность полученія ихъ, при замѣнѣ части удобренія хлѣвнаго навоза химическими удобреніями, такъ какъ эти результаты, многократно полученные, заслуживаютъ высокаго интереса.

Но что долго задерживало нашихъ хозяевъ, такъ это практическая невозможность производить такое количество навоза, которое могло-бы въ достаточной степени поддерживать урожай. Въ самомъ дѣлѣ производство навоза тѣсно связано съ кормовыми средствами хозяйства; между тѣмъ эти средства сами по себѣ находятся въ зависимости отъ атмосферныхъ условій, напримѣръ, не такъ давно плохой урожай сѣна повелъ за собой паденіе дѣнъ на скотъ; вотъ этого-то мы еще не можемъ измѣнить и потери, которыя причинила засуха 1893 г. въ большинствѣ случаевъ были значительны; но въ прежнія времена уменьшеніе скота вызывало еще болѣе печальныя послѣдствія для послѣдующихъ урожаяевъ, чѣмъ теперь. Нѣтъ скота—нѣтъ навоза, а сокращеніе количества навоза уменьшало сборы.

Въ настоящее время это зло меньше, такъ какъ мы можемъ замѣнить недостающій навозъ продажными удобреніями: такова то

именно ихъ роль; здѣсь дѣло идетъ не объ измѣненіи всей сельско-хозяйственной экономіи, какъ прежде думали, не объ изгнаніи изъ хозяйствъ выращиванія и откорма скота и не объ изыятіи чѣзъ употребленія органическихъ удобреній—напротивъ химическія удобренія не замѣняютъ обыкновеннаго навоза и должны только устранить его недостатки ¹⁾.

¹⁾ Что касается *примѣненія искусственныхъ удобреній у насъ въ Россіи*, то вопросъ этотъ пока находится въ рудиментарномъ состояніи и тѣмъ не менѣе надо сказать, что въ послѣднее время разрѣшеніе его идетъ быстро впередъ. Пользуясь только что вышедшими „Трудами Комиссіи по Отдѣлу искусственныхъ удобреній на Всероссийской Сельскохозяйственной Выставкѣ 1895 г. въ Москвѣ“, въ составъ которыхъ вошли болѣе чѣмъ 500 отвѣтовъ, присланныхъ со всѣхъ концовъ Европейской Россіи на запросъ названной Комиссіи о примѣненіи искусственныхъ удобреній, мы нашли возможнымъ сказать по этому поводу нѣсколько словъ.

Примѣненіе въ Россіи искусственныхъ удобреній находится въ отношеніи обратномъ къ естественному богатству почвы и слѣдовательно, чѣмъ бѣднѣе она, чѣмъ меньше въ данной мѣстности скота, а значить и навоза, тѣмъ примѣненіе искусственныхъ удобреній больше. Изъ нихъ наиболѣе общимъ распространеніемъ пользуется гипсъ—для бобовыхъ, затѣмъ въ частности въ прибалтійскихъ губерніяхъ костяная мука, суперфосфатъ и томась, шлакъ, въ сѣверной и средней Россіи фосфоритъ, отчасти суперфосфатъ и костяная мука и въ царствѣ польскомъ суперфосфатъ и костяная мука. Массу неудачныхъ опытовъ, массу разочарованій, о которыхъ говорятъ въ своихъ отвѣтахъ русскіе сельскіе хозяева, они объясняютъ недостаткомъ у нихъ необходимыхъ знаній, отсутствіемъ въ литературѣ популярныхъ руководствъ и пр. Къ сожалѣнію надо прибавить, что и въ большинствѣ крупныхъ хозяйствъ, которыя находятся въ завѣдываніи ученыхъ агрономовъ, идутъ ощупью въ разработкѣ того же вопроса о примѣненіи искусственныхъ удобреній и, совершенно не справляясь съ химическимъ составомъ почвы, сыплютъ на удачу суперфосфатъ, костяную муку, сухую кровь и другія цѣнныя удобренія.

Вообще, судя по даннымъ отвѣтамъ, вопросъ о примѣненіи искусственныхъ удобреній въ Россіи развивается въ томъ-же порядкѣ, какъ онъ развивался во Франціи. Точно также какъ тамъ, такъ и здѣсь, мы видимъ ту-же послѣдовательность въ распространеніи искусственныхъ удобреній прежде всего въ менѣе плодородныхъ губерніяхъ и затѣмъ уже въ болѣе плодородныхъ. Далѣе оно тормозится тою же недобросовѣстностью торговцевъ, которые фальсифицируютъ удобренія, не даютъ гарантированный процентъ и обираютъ крестьянъ, продавая имъ туки за счетъ будущаго урожая, и пр.

Все это даетъ намъ право надѣяться, что книга Дегерена, не смотря на свое чужеземное происхожденіе будетъ интересна и поучительна для русскаго читателя.

Пер.

§ VII.

З а к л ю ч е н і е .



Такимъ образомъ мы пришли къ концу этого длиннаго очерка и теперь постараемся сдѣлать выводы.

Хлѣвной навозъ всюду, гдѣ производство его не слишкомъ дорого остается основаніемъ всего нашего сельскохозяйственнаго зданія. Дешевое производство его представляетъ задачу, разрѣшеніе которой крайне необходимо; какъ мы взяли на себя смѣлость предсказать въ 1893 г., ужасная засуха, которую мы пережили, и недостатокъ кормовъ, которой она произвела, не была безъ нѣкоторыхъ выгодъ. Всѣ сельскохозяйственныя газеты и журналы оказались наполненными указаніями относительно утилизаціи, при помощи скота, листьевъ деревьевъ и хвороста и вѣроятно, что разъ усвоивъ обычай не пренебрегать дарами лѣса и такимъ образомъ подвергать правильной эксилуатаціи „луга воздуха“ уже не откажутся отъ этого.

Помимо того, тамъ, гдѣ навозъ представляется рѣдкостью, болѣе часто начинаютъ примѣнять зеленое удобреніе; послѣ того какъ Гельригель и Вильфартъ показали намъ, что бобовыя усвоятъ азотъ воздуха, мы начинаемъ понимать огромную прибыль, которую отъ этого можно получить и не только какъ отъ источника корма, но и какъ отъ матеріала для удобренія. Этотъ способъ вполне пригоденъ, какъ для недорогихъ почвъ, на которыхъ во всякое время можно посѣять, для зеленого удобренія, бобовыя и закопать ихъ въ землю, такъ и для почвъ съ высокой арендной платой; въ послѣднемъ случаѣ послѣ уборки жатвы производятъ посѣвъ, по взлущенному полю, а осенью глубоко запахиваютъ выросшія растенія. Зеленое удобреніе является суррогатомъ навоза, оно, какъ и послѣдній, кромѣ азотистыхъ веществъ приноситъ еще растительные элементы, которые превращаются въ гумусъ, сберегая такимъ образомъ для почвы одинъ изъ драгоцѣннѣйшихъ ея элементовъ.

Наконецъ въ настоящее время мы знаемъ, гдѣ можно найти фосфоръ-содержація удобренія; рынокъ снабженъ ими хорошо, такъ какъ Европа и Америка правильно разрабатываютъ вышеназванныя залежи; къ числу ихъ надо прибавить Алжиръ и Тунисъ; и вообще новыя мѣсторожденія этихъ удобреній, въ продолженіе послѣднихъ 30 лѣтъ, открываются одно за другимъ такъ быстро, что въ будущемъ повидимому хранятся для насъ неисчерпаемые запасы фосфора. Намъ

нечего такимъ образомъ опасаться недостатка источниковъ фосфора, равно какъ и калия, дѣйствіе котораго впрочемъ слабѣе, такъ какъ большинство глинистыхъ почвъ заключаютъ достаточное количество его и слѣдовательно пріобрѣтеніе солей калия часто является безполезнымъ.

Такимъ образомъ, при помощи хлѣвнаго навоза и зеленого удобренія, мы обезпечиваемъ наши почвы гумусомъ и азотистыми органическими соединеніями, необходимыми для роста растеній; въ то же время мѣсторожденія фосфатовъ и солей калия, которыя разрабатываются въ настоящее время еще многіе годы будутъ доставлять намъ всѣ необходимыя минеральныя удобренія. Однако всего этого еще недостаточно. Чтобы достигнуть единственныхъ источниковъ нашихъ доходовъ, высокихъ урожаевъ, которые отъ насъ уходятъ, не смотря на уступчивость законодателя измѣнять при всякомъ кризисѣ пошлины—намъ нужны азотистыя удобренія для быстраго развитія растеній, на этомъ намъ удобно еще нѣсколько остановиться.

За 20 или 30 лѣтъ Европейское земледѣліе успѣло израсходовать гуано и теперь съ лихорадочной поспѣшностью оно эксплуатируетъ чилийскую селитру въ Перу; сколько времени продолжится такая эксплуатация мы не знаемъ; но этотъ нитратъ, который представляетъ то же происхожденіе что и гуано, уже не воспроизводится—и будетъ исчерпанъ; съ другой стороны, прогрессъ гигиены въ скоромъ времени сдѣлаетъ невозможнымъ приготовленіе сѣрнокислаго аммонія. Такимъ образомъ, нужно предусматривать тотъ моментъ, когда мы будемъ лишены этихъ 2-хъ могущественныхъ агентовъ плодородія. Что же намъ остается тогда дѣлать.

Ихъ роль вполне точно опредѣлена; весной, для того чтобы поднять наши урожаи и сдѣлать ихъ благопріятными, намъ надо располагать 100 кило усвояемаго азота на гектаръ; между тѣмъ нашъ хлѣвной навозъ разлагается медленно и потому не производитъ его; чтобы уравнивать этотъ недостатокъ мы прибѣгаемъ къ чилийской селитрѣ или къ сѣрнокислому аммонію.

Положеніе представляется единственнымъ въ своемъ родѣ; безчисленные анализы показываютъ, что наши воздѣлываемыя почвы заключаютъ отъ 0,1 до 0,2% связаннаго азота т. е. на гектаръ 4000—8000 кило, или слѣдовательно въ 40—80 разъ болѣе необходимаго для насъ количества; наша слабость заключается въ настоящее время именно въ томъ, что мы не въ состояніи вырвать у этой инертной массы столько азота, сколько его необходимо намъ, чтобы поддержать

наши урожаи; въ виду этого намъ нужно 2 раза обогнуть Мысь Горна, чтобы набрать того связаннаго азота, который тамъ у насъ подъ руками и котораго мы не можемъ утилизировать.

И такъ возможно-ли изъ нашей почвы, самой по себѣ извлечь тѣ нитраты, которые для насъ необходимы?

Въ продолженіе одного года, съ марта 1892 г. по мартъ 1893 г., воды просачивавшіяся черезъ землю въ одномъ изъ ящиковъ, служившихъ для опытовъ съ растеніями въ Гринѣнѣ, который былъ устроенъ и оставленъ въ пару безъ удобренія, вымыли 221,4 к. азотной кислоты на гектаръ; это болѣе, чѣмъ 2 раза то количество, которое требуется для весьма изобильнаго урожая. Въ слѣдующемъ году съ марта 1893 г. по мартъ 1894 г. это количество вымытаго азота азотной кислоты понизилось до 79,198 к. Чѣмъ объяснить такую разницу? Тѣмъ, что, въ первый годъ наблюдений, воды проходили черезъ землю, которая была разрыхлена, въ то время какъ земля выкапывалась и провѣтрена, когда устраивали ящикъ и наполняли его; между тѣмъ, въ слѣдующемъ году, она обрабатывалась только съ поверхности простымъ заступомъ ¹⁾.

Такимъ образомъ (на это до сихъ поръ не обращаютъ достаточнаго вниманія), когда почва соотвѣтствующимъ образомъ измельчена и провѣтрена, обыкновенно не дѣятельный азотъ, заключающійся въ ней становится растворимымъ, усвояемымъ, азотистое органическое вещество гумуса, подъ вліяніемъ микроорганизмовъ, переводится въ углекислоту, въ воду въ нитраты и если мы еще принуждены покупать эти нитраты, то лишь только потому, что обработка почвы въ томъ видѣ, въ какомъ мы ее примѣняемъ, не дѣйствительна. Поставить это дѣло должны инженеры, имъ предстоитъ изобрѣсти орудіе, которое будетъ разбивать, размягчать, встряхивать и провѣтривать почву совершенно иначе, чѣмъ это дѣлаютъ наши плуги и сохи, которыя, вѣроятно, черезъ какихъ нибудь 50 лѣтъ, будутъ собраны въ музеяхъ рѣдкостей, рядомъ съ обожженнымъ коломъ дикихъ и сохою Галловъ.

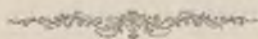
Въ то же время намъ совершенно нечего опасаться, что, благодаря такой энергичной обработкѣ, азотъ нашихъ почвъ быстро исчерпается. Не только изслѣдованія Бертело открывали намъ, что почвы населены микроорганизмами, которые усваиваютъ азотъ воздуха, но помимо того въ самое недавнее время, знаменитый постоянный секретарь

¹⁾ Обработка почвы и нитрификація. *Annales Agronomiques*, t. XIX, p. 401.—*Revue scientifique*, juin 1895.

и затѣмъ Виноградскій изолировали, описали и культивировали эти микроорганизмы; эти послѣднія открытія сдѣланы нѣсколько мѣсяцевъ тому назадъ. Но кто можетъ знать то, что еще бережетъ для насъ будущее?

Помимо того мы знаемъ, что микроорганизмы азотной кислоты Шлезинга, Мюнда и Виноградскаго переводятъ въ усвояемое состояніе азотъ, заключающійся въ почвѣ; то чему научиться предстоитъ намъ въ настоящее время,—это воспроизвести въ культурѣ среду благоприятную для ихъ дѣйствія и когда мы сумѣемъ посѣять микроорганизмы въ рыхлой и хорошо провѣтриваемой почвѣ, мы безъ боязни сможемъ глядѣть въ лицо исчерпыванію натріевой селитры Перу. Можно сказать съ увѣренностью: царство азотистыхъ удобреній кончено, начинается царство бактерій!

Изученію микроорганизмовъ почвы и посвящена вторая часть этой книжки.



МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВЫ.

— 143 —

„Земля не представляет собой мертвую инертную массу, а есть нечто живое“.

Глава I.

УСВОЕНИЕ АЗОТА ПОЧВОЙ.

Еще сорокъ лѣтъ тому назадъ наши свѣдѣнія относительно процессовъ броженія были настолько скудны, что для изложенія ихъ въ сочиненіяхъ по химіи было совершенно достаточно одной коротенькой главы.

Въ иномъ положеніи находится дѣло теперь. Благодаря трудамъ Пастера, было доказано, что предположенія о существованіи самопроизвольнаго зарожденія не имѣютъ за собою никакихъ научныхъ основаній; оказалось, что жидкости, даже особенно легко подвергающіяся разложенію, не претерпѣваютъ никакихъ измѣненій, пока онѣ защищены отъ вліянія зародышей бактерій или тайнобрачныхъ растений, и что вообще организованная матерія преобразуется въ простыя формы, позволяющія ей составнымъ частямъ войти въ общій круговоротъ вещества, только подъ вліяніемъ микроорганизмовъ. Такимъ образомъ, сдѣлалось очевиднымъ, что эти безконечно малыя существа, присутствіе которыхъ можетъ быть обнаружено только микроскопомъ, имѣютъ огромное значеніе въ процессахъ совершающихся въ природѣ.

Извѣстно, какихъ громадныхъ успѣховъ достигли медицина и хирургія съ того времени, когда эти науки были освѣщены гениемъ нашего знаменитаго соотечественника; употребленіе антисептическихъ перевязокъ и открытіе предохранительныхъ прививокъ сохранили отъ смерти цѣлые милліоны живыхъ существъ. Благодаря открытіямъ

того-же ученаго, многія отрасли промышленности, каковы наир. приготовленіе пива и уксуса, обогатились вѣрными методами производства; можно надѣяться, что въ недалекомъ будущемъ подобныя-же усовершенствованія будутъ введены и въ винодѣліи. Наконецъ, какъ-бы въ подтвержденіе того, что ни одна изъ отраслей человѣческой дѣятельности, касающихся эксплуатаціи живыхъ существъ, не можетъ укрыться отъ могущественнаго вліянія ферментовъ, оказывается, что даже сама культура земли должна считаться съ ними. Какимъ образомъ, при содѣйствіи этихъ существъ, почва удерживаетъ въ себѣ азотъ, принадлежащій къ числу элементовъ, наиболѣе способствующихъ плодородію? Какимъ образомъ дѣйствуютъ они при измѣненіи остатковъ, образовавшихся отъ предшествовавшей растительности, или какимъ образомъ они сами перерабатываютъ эти остатки и дѣлаютъ ихъ пригодными для ассимиляціи новыми растеніями? Вотъ вопросы, изученіемъ которыхъ мы займемся въ настоящей части нашего труда.

§ I.

Болѣзнетворные микроорганизмы почвы.

Земля содержитъ зародыши всевозможныхъ микроорганизмовъ ¹⁾, причемъ нѣкоторые изъ нихъ принадлежатъ къ видамъ болѣзнетворнымъ. Люди, которымъ приходилось жить въ деревнѣ, особенно въ департаментахъ Эра и Луары, Оаза или Сены и Марны, гдѣ свирѣпствовала болѣзнь, извѣстная подъ именемъ чумы или *sang de rate*, слышали о „проклятыхъ поляхъ“, на которыхъ старые пастухи отказывались пасти скотъ; долгое время факты подобнаго рода считались плодомъ предрасудковъ, но, затѣмъ, пришлось мнѣніе на этотъ счетъ измѣнить; оказалось, что проклятыя поля дѣйствительно существуютъ. Это именно тѣ мѣста, гдѣ были зарыты животныя, погибшія отъ чумы. Зародыши этой заразной болѣзни сохраняются въ землѣ въ теченіе многихъ лѣтъ и при посредствѣ земляныхъ червей выводятся на ея поверхность. Если земля, въ которой зарывались погибшія отъ чумы животныя обрабатывалась подъ зерновые хлѣба, а затѣмъ, послѣ жатвы, осталась покрытою жнивьемъ, то въ такомъ случаѣ гонять скотъ по ней бываетъ особенно опасно. Острые и колющіеся концы соломы часто ранятъ барановъ, имѣющихъ привычку

¹⁾ Дюкло, членъ академіи наукъ посвятилъ нѣсколько трудовъ изученію этихъ микроорганизмовъ, помѣщенныхъ въ *Annales de l'Institut Pasteur*, t. I, III, IV.

обнюхивать землю; яд проникаетъ черезъ легкія ранки, которыя наносятъ себѣ животныя, и стадо платитъ огромную дань болѣзни.

Сама растительность на мѣстахъ, зараженныхъ такимъ путемъ, становится вредной. Бывали, напр., такіе случаи. Въ полѣ однажды зарыли барана, павшаго отъ чумы, а затѣмъ посѣяли клеверъ, который особенно хорошо разросся какъ разъ именно тамъ, гдѣ находилась яма съ зарытымъ въ ней животнымъ. Когда затѣмъ одна женщина набрала клевера въ этомъ самомъ мѣстѣ и накормила имъ свою козу и корову, остававшихся въ хлѣву, то оба животныя пали.

Подобное сохраненіе ядовитыхъ зародышей въ почвѣ можетъ продолжаться довольно долго: на землю, гдѣ за двѣнадцать лѣтъ передъ тѣмъ были зарыты чумныя животныя, загнали однажды семь барановъ; два изъ нихъ погибли не смотря на то, что земля была голая и на ней нельзя было получить никакого корма. Бактеріи въ ихъ дѣятельномъ состояніи не живутъ долго въ землѣ, но ихъ зародыши, блестящія споры, извѣстныя всякому, кто занимался культурою микробовъ, и служащія сѣменами этихъ страшныхъ организмовъ, проявляютъ, наоборотъ, очень большую устойчивость и отличаются замѣчательно жизнеспособностью.

Впрочемъ, опасность, которой подвергаются стада, благодаря сохраненію въ землѣ этихъ заразительныхъ элементовъ, мало по малу исчезаетъ и именно съ тѣхъ поръ, какъ были открыты прививки, которыя дѣлаютъ животныхъ не воспримчивыми къ дѣйствию даже самыхъ сильныхъ заразныхъ ядовъ.

Съ удивительной ясностью это было показано при знаменитомъ опытѣ 2 іюня 1881 г., извѣстномъ подъ именемъ опыта Пуилли-Де-Форъ и организованномъ Пастеромъ, Шамбреланомъ и Русъ съ цѣлью доказать дѣйствительность противо—чумныхъ прививокъ. Изъ пятидесяти барановъ, взятыхъ для опыта, двадцати пяти были сдѣланы предохранительныя прививки; эта часть животныхъ не подверглась зараженію чумнымъ ядомъ, тогда какъ остальные двадцать пять барановъ, оставшіеся безъ прививокъ, погибли отъ него всѣ въ теченіе двухъ дней. Уничтожая при помощи сѣрной кислоты трупы зачумленныхъ животныхъ и широко примѣняя предохранительныя прививки, удалось уже достигнуть того, что болѣзнь эта, столь сильно опустошавшая стада, становится теперь все болѣе и болѣе рѣдкой и можно съ увѣренностью предсказать, что въ ближайшемъ будущемъ она исчезнетъ совершенно.

Многія другія инфекціонныя болѣзни повидимому обязаны своимъ существованіемъ и распространеніемъ также зародышамъ, которые,

оставаясь въ почвѣ, сохраняють свою жизнеспособность. Кромѣ лихорадокъ—перемежающейся, болотной ¹⁾, а можетъ быть и желтой, столбнякъ есть также болѣзнь, причиняемая микробами и чаще всего ей подвергаются лица, у которыхъ разныя незначительныя пораненія, находящіяся на тѣлѣ, приходятъ въ непосредственное соприкосновеніе съ землей и, въ особенности, съ землей, покрытой твердыми лошадиными экскрементами.

Очень серьезные люди были встревожены, когда, для орошенія полей на полуостровѣ Женевильте водою изъ городскихъ водостоковъ, были воздвигнуты ирригаціонныя сооруженія около Парижа. Явилось опасеніе, что земля, припитанная зародышами различныхъ инфекціонныхъ болѣзней, можетъ сдѣлаться постояннымъ источникомъ заразы. Опасенія эти оказались однако же не вполне основательными; дѣйствительно, хотя болѣзнетворные зародыши и живутъ въ землѣ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ, въ особенности, когда они находятся на извѣстной глубинѣ, но подвергаясь во время обработки земли земледѣльческими орудіями вліянію воздуха и дѣйствию солнечныхъ лучей, они ослабляются и теряютъ уже свою силу.

Впрочемъ не смотря на то, что болѣзнетворные ферменты почвы и представляютъ сами по себѣ въ высшей степени интересный предметъ для изученія, мы не будемъ однако же останавливаться на нихъ такъ какъ они не оказываютъ никакого вліянія на ростъ и питаніе растений, которыя мы здѣсь только и имѣемъ въ виду.

§ II.

Земля, оставаясь постоянно подъ лугомъ, обогащается атмосфернымъ азотомъ.

Химическій анализъ различныхъ зеренъ, напр., хлѣбныхъ, обнаруживаетъ присутствіе въ нихъ трехъ главныхъ веществъ: крахмала, всѣмъ извѣстнаго бѣлаго порошка, обладающаго свойствомъ разбухать въ водѣ, служащаго въ обыденной жизни для придаванія нѣкоторымъ частямъ нашего туалета извѣстной упругости и жестокости, клѣтчатки, которая, послѣ сѣянія муки черезъ сито, остается въ отрубяхъ; и, наконецъ, клейковины—сѣроватаго, мягкаго, эластическаго вещества легко обрабатываемаго въ лижее тѣсто.

¹⁾ Докторъ Лаверанъ недавно сообщилъ результаты своихъ замѣчательныхъ изслѣдованій надъ болотною лихорадкою въ одномъ не большомъ томикѣ Aide-Memoire, издаваемыхъ подъ редакціей г. Лоте члена института.

Эти три главные вещества, входящія въ составъ хлѣбныхъ зеренъ—крахмаль, клѣтчатка и клейковина, состоятъ изъ слѣдующихъ простыхъ тѣлъ; крахмаль и клѣтчатка—исключительно изъ углерода, водорода и кислорода (эти два послѣдніе тѣла находятся здѣсь въ тѣхъ-же вѣсовыхъ отношеніяхъ, какъ и въ водѣ), клейковина-же содержитъ, кромѣ углерода, водорода и кислорода, еще четвертое простое тѣло—азотъ. Крахмаль и клѣтчатка при сжиганіи не даютъ никакого сильнаго запаха. Наоборотъ, при сжиганіи клейковины, выдѣляются вещества съ очень неприятнымъ запахомъ, который извѣстенъ всѣмъ, кто по нечаянности сжигалъ, напр., шерсть, волосы или перья. Если сжигать до конца хлѣбныя зерна, то, кромѣ того, получится еще зола, состоящая почти исключительно изъ фосфорнокислаго калия и магнезіи. Присутствіе этихъ фосфорнокислыхъ солей въ зернахъ всякаго рода, признанное всѣми учеными со времени появленія работъ, Соссюра, даетъ возможность оцѣнить всю полезность ихъ въ примѣненіи къ земледѣлю и уяснить себѣ значеніе той оживленной торговли, которая ведется въ настоящее время этими драгоценными удобрительными веществами.

Чтобы узнать, какимъ образомъ хлѣбное растеніе пріобрѣтаетъ всѣ необходимыя для его роста элементы, какимъ образомъ зерно, посаженное въ землю, развивается въ ней и даетъ растеніе, которое въ моментъ жатвы заключаетъ въ своемъ колосѣ двадцать или тридцать зеренъ, подобныхъ первоначально посѣянному, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: берутъ хлѣбныя зерна и сажаютъ ихъ въ почву, состоящую исключительно изъ прокаленного песку и прибавляютъ туда минеральныхъ веществъ: фосфорнокислаго калия, сѣрно-магнезіальной соли, хлористаго калия, углекислой извести, и, кромѣ того, азотно-кислой извести. Земля регулярно поливается водой и въ концѣ концовъ получается такой-же урожай какъ и на любомъ хорошемъ полѣ. Такъ какъ углеродъ, составляющій почти четыре десятыхъ общаго вѣса всего сбора или жатвы, фигурируетъ въ прибавленныхъ къ песку веществахъ только въ видѣ угольной кислоты, то сначала думали, что изъ нея-то и получается углеродъ, содержащійся въ растеніяхъ. На самомъ-же дѣлѣ оказалось, что небольшого количества угольной кислоты, содержащагося въ нашей атмосферѣ, вполне достаточно для питанія растеній; зеленныя части послѣднихъ, своими хлорофильными клѣтками, разлагаютъ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей угольную кислоту и, выдѣляя кислородъ, усваиваютъ углеродъ.

Культура хлѣба въ прокаленномъ пескѣ не удается, если къ почвѣ, содержащей нѣкоторыя минеральныя вещества, не было прибав-

лено еще какогонибудь азотно-кислого соединения, напр., азотно-кислой извести; при недостаткѣ этой соли въ почвѣ, растеніе бываетъ очень маленькимъ, слабымъ и погибаетъ, обыкновенно, раньше, чѣмъ на немъ появятся новыя зерна. На развитіе растений присутствіе азотнокислыхъ соединений оказываетъ столь рѣшительное вліяніе, что съ прибавленіемъ ихъ къ почвѣ въ малыхъ, но постепенно увеличивающихся дозахъ, вѣсъ сбора правильно возрастаетъ соотвѣтственно возрастанію количествъ этихъ соединений, прибавлявшихся къ почвѣ.

Факты эти, засвидѣтельствованные всѣми наблюдателями, заслуживаютъ серьезнаго вниманія. Любопытно замѣтить при этомъ, что незначительныя количества угольной кислоты, находящіяся въ атмосферѣ, поглощаются растеніями, между тѣмъ какъ азотъ, составляющій четыре пятыхъ всего воздуха, не смотря на свое изобиліе, на успѣшный ростъ ихъ не оказываетъ повидимому никакого вліянія. Въ атмосферѣ, богатой азотомъ, хотя стебель растенія и вытягивается, но послѣднее въ концѣ концовъ все-таки гибнетъ, если корень его не находитъ въ почвѣ азота въ соединеніи съ кислородомъ и какимънибудь основаніемъ, т. е. говоря иными словами, если онъ не встрѣчаетъ тамъ какогонибудь азотнокислого соединения. Но, если опытъ этотъ, производившійся много разъ и доказываетъ очень ясно, что атмосферный азотъ не утилизируется непосредственно хлѣбными или какими-нибудь другими растеніями для образованія азотистыхъ соединений, то не подлежитъ сомнѣнію, однакоже, что онъ способствуетъ иногда, по крайней мѣрѣ косвеннымъ путемъ, ихъ питанію; этотъ выводъ съ большой очевидностью вытекаетъ изъ многихъ фактовъ, къ числу которыхъ относятся напр., чрезмѣрный ростъ тропическихъ лѣсовъ, неизмѣнное сохраненіе степями въ теченіе цѣлаго ряда вѣковъ—ихъ травянистой растительности, существованіе громадныхъ травянистыхъ равнинъ на американскомъ континентѣ. На всѣхъ этихъ обширныхъ пространствахъ, которыя теперь только начинаютъ подвергаться обработкѣ, земля, никогда еще не получавшая никакого азотистаго удобрения, содержитъ въ себѣ связанный азотъ въ количествахъ гораздо большихъ, чѣмъ тѣ, которыя анализъ обнаруживаетъ въ нашихъ обрабатываемыхъ и правильно унаживаемыхъ поляхъ.

Во Франціи луговые земли были изучены и подвергнуты сравненію съ пахатными землями, ежегодно обрабатывавшимися и удобрявшимися; сверхъ всякихъ ожиданій оказалось, что луговые земли никогда не подвергавшіяся распашкѣ, отличались наибольшимъ содержаніемъ азотистыхъ соединений. Въ то время какъ въ нашихъ пахат-

ныхъ земляхъ встрѣчается только отъ одной до двухъ тысячныхъ частей азота, имѣющаго органическое происхожденіе, земля, всегда остававшаяся подъ лугами, даже на горныхъ возвышенностяхъ, абсолютно недоступныхъ для удобренія, содержитъ въ себѣ его отъ 4, 5, 6 до 10 тысячныхъ частей.

Если опредѣлить путемъ анализа вѣсъ различныхъ соединеній азота, находящихся въ одномъ гектарѣ земли, то получатся слѣдующія цифры. Такъ какъ земля, взятая съ одного гектара и представляющая слой глубиною въ 0,35 метра, вѣситъ около 4000 тоннъ, считая въ каждой тоннѣ по 1000 килограммовъ, то очевидно, что, если содержаніе соединеній азота въ почвѣ равняется одной тысячной части ея вѣса, то все количество этихъ соединеній, содержащихся въ одномъ гектарѣ, составитъ 4000 килограммовъ. Если-же содержаніе соединеній азота будетъ измѣряться не одной, а десятью тысячными частями вѣса почвѣ,—а такое отношеніе, какъ было уже замѣчено, встрѣчается въ почвѣ нѣкоторыхъ луговъ—то все ихъ количество въ одномъ гектарѣ такой земли будетъ равняться 40000 килограммовъ. Не трудно понять, что такое громадное скопленіе органическаго вещества, изабилюющаго азотомъ, могло получить свою наиболѣе важную составную часть, т. е. свой азотъ только изъ того громаднаго резервуара этого газа, какимъ является атмосфера.

Это поглощеніе атмосфернаго азота землею, постоянно находящейся подъ лугами, происходитъ довольно быстро и въ немъ можно убѣдиться посредствомъ опыта.

Сэръ Лоозъ, корреспондентъ нашей академіи наукъ, уже въ теченіе пятидесяти лѣтъ занимается опытами, которые пользуются большою извѣстностью и которымъ удивляются всѣ агрономы. Опыты эти онъ производитъ на участкѣ земли, принадлежащей лично ему въ Ротамштедѣ, въ Англіи, въ небольшомъ разстояніи отъ Лондона. вмѣстѣ съ Джильбертомъ онъ значительно способствовалъ освѣщенію многихъ вопросовъ, касающихся развитія культурныхъ растений и ухода за домашними животными. Изъ всѣхъ многочисленныхъ опытовъ, произведенныхъ въ Ротамштедѣ, насъ особенно интересуетъ слѣдующій. Въ 1856 г. Лоозъ и Джильбертъ отвели въ Ротамштедѣ подъ лугъ часть земли, которая въ теченіе многихъ лѣтъ служила для культуры зерновыхъ хлѣбовъ. Въ то время на каждый килограммъ почвы приходилось въ этомъ участкѣ 1,52 грамма азота; участокъ регулярно удобрялся и въ такой пропорціи, что всегда количество азота, заключавшагося въ удобреніи, превосходило количество его въ сжатомъ хлѣбѣ приблизительно на пятнадцать килограммовъ ежегодно. Этого незна-

чительнаго излишка было едва достаточно, чтобы покрыть тѣ потери азота, которыя причиняются дренажною водою, просачивающеюся черезъ почву, и, если бы азотъ, содержащійся въ воздухѣ не поглощался землею, то черезъ нѣсколько лѣтъ оказалось-бы, что земля едва, едва сохранила первоначальное количество его, потому что азотъ, введенный въ землю при помощи удобрения, съ одной стороны долженъ былъ потребиться растеніями, а съ другой-поглотиться водою, которая просачивается черезъ землю. Но въ данномъ случаѣ наблюдалось совершенно обратное. Въ концѣ 1888 г. одинъ килограммъ почвы содержалъ уже 2,35 грам. азота. Если произвести подсчетъ измѣненіямъ происшедшимъ въ почвѣ одного гектара, вѣсившей 4000 тоннъ, то окажется, что содержаніе азота, не превышавшее первоначально 6080 килограммовъ, въ 1888 году достигло цифры въ 9400 килограммовъ. Такимъ образомъ увеличеніе содержанія азота на 0,83 грамма на каждый килограммъ почвы составило въ теченіе тридцати двухъ лѣтъ приростъ въ 3320 кил., а въ одинъ годъ въ 103 килограмма на каждый гектаръ.

Накопленіе азота въ почвѣ представляетъ собою явленіе прогрессирующее и нѣтъ никакихъ основаній думать, что оно приближается къ такому предѣлу, выйти за который оно было-бы уже не въ состояніи.

Я самъ имѣлъ случай наблюдать аналогичные факты на поляхъ Гриньёна, не смотря на то, что опытъ здѣсь былъ не столь продолжителенъ. Въ 1879 году на землѣ, истощенной культурой и содержавшей 1,50 грамма азота на одинъ килограммъ почвы, былъ посѣянъ эспарсетъ, подъ которымъ земля и оставалась вплоть до 1883 года. На этомъ искусственномъ лугу, послѣ названнаго бобоваго растенія были посѣяны затѣмъ растенія злаковыя, при чемъ земля оставалась все время безъ удобрения. Образчики этой земли, послѣдовательно взятые въ 1881, 1885 и въ 1888 годахъ, дали слѣдующій рядъ цифръ, выражающихъ количество азота въ почвѣ—1,65—1,77—1,98 граммовъ. Къ 1888 году въ почвѣ одного гектара накопилось 1848 килограммовъ азота; кромѣ того, въ ежегодно снимавшейся растительности его было 1210 килограммовъ. Такимъ образомъ земля, о которой идетъ рѣчь, приобрѣла въ теченіе десяти лѣтъ 3058 килограммовъ азота, при чемъ меньшая часть всего этого количества пошла на питаніе растеній, большая-же осталась въ почвѣ и образовала то громадное скопленіе органическаго вещества богатаго азотомъ, которое было константировано всѣми наблюдателями въ почвѣ луговъ.

Несомнѣнно, слѣдовательно, что хотя въ прокаленной почвѣ въ теченіе одного только лѣта, прирость азота и очень незначителенъ для того, чтобы быть замѣтнымъ и чтобы растенія могли имъ воспользоваться, тѣмъ не менѣе прирость этотъ очень великъ для земли покрытой растительностью и постоянно остающейся подъ дугами. Въ чемъ-же состоитъ механизмъ этого накопленія азота почвою? Совершается-ли оно благодаря растеніямъ, которыя, поглощая азотъ изъ воздуха посредствомъ листьевъ и оставляя въ землѣ всевозможные остатки, въ концѣ концовъ обогащаютъ имъ землю? Или, можетъ быть, наоборотъ, сама земля получаетъ этотъ азотъ изъ атмосферы? И, наконецъ, не образуются-ли въ землѣ, какія нибудь соединенія, которыя въ послѣдствіи служатъ для питанія растеній? Таковы вопросы, которые встаютъ передъ нами и на которые мы должны дать отвѣтъ.

§ III.

Круговоротъ соединеній азота на земной поверхности. Споръ Буссенго и Жоржъ-Вилля.

Происхожденіе азота въ растеніяхъ было предметомъ знаменитаго спора между Буссенго и Жоржъ-Виллемъ.

Буссенго родился въ Парижѣ въ началѣ настоящаго столѣтія. По окончаніи курса ¹⁾ въ Сентъ-Етьенскомъ горномъ училищѣ, онъ отправился въ Америку вмѣстѣ съ нѣкимъ докторомъ Руленомъ, который въ послѣдствіи завѣдывалъ бібліотекой института и который, среди знавшихъ его, пользовался репутаціей пріятнаго и остроумнаго собесѣдника.

Эти господа, отправившіеся въ Америку съ цѣлью основать въ Сента-фе-де-Богота высшее учебное заведеніе, нашли страну въ разгарѣ революціи. Имъ пришлось сразу измѣнить свои планы. Буссенго вступилъ въ главный штабъ генерала Боливара, къ которому онъ сохранилъ потомъ глубокое уваженіе и котораго называлъ не иначе, какъ освободителемъ.

Служа возстанію въ качествѣ инженера и воина, онъ усилъ собрать огромное количество фактовъ и наблюденій.

¹⁾ Онъ оставилъ интересные мемуары, которые теперь уже публикуются. Его семья издала въ 1892 году первый томъ, который авторъ посвятилъ воспоминаніямъ своей молодости.

Его научныя сообщенія Парижской академіи наукъ доставили ему большую извѣстность, такъ что, по возвращеніи въ Европу, онъ былъ назначенъ сначала преподавателемъ въ Лионѣ, а затѣмъ въ Парижѣ, въ консерваторіи искусствъ и ремеслъ, гдѣ онъ оставилъ по себѣ неизгладимое воспоминаніе.

Буссенго создалъ агрономическую науку. Хотя Соссюръ еще раньше, именно, въ началѣ текущаго столѣтія, собралъ уже массу фактовъ, представлявшихъ очень высокій интересъ, но онъ не обработалъ ихъ и не привелъ въ систему. Честь созданія такой системы принадлежитъ Буссенго, и агрономическая химія ведетъ свое существованіе со времени изданія въ 1837 году его труда „Сельско-хозяйственная экономія“.

Среди вопросовъ, наиболѣе занимавшихъ вниманіе Буссенго, находился и интересующій насъ вопросъ о той роли, которую играетъ азотъ въ жизни растительнаго царства. Сущность метода, которымъ онъ пользовался при своихъ изслѣдованіяхъ, понятъ очень не трудно. Производятъ анализъ зеренъ съ цѣлью опредѣлить въ нихъ содержаніе азота; затѣмъ берутъ зерно, подобное изслѣдованному и садятъ его въ песокъ, предварительно прокаленный, т. е. свободный отъ всякихъ органическихъ примѣсей, содержащихъ азотъ. Къ этому песку прибавляютъ минеральныхъ веществъ, необходимыхъ для роста растенія, и поливаютъ его водою, не содержащею въ себѣ амміака. Наконецъ, чтобы оградить посаженное растеніе отъ вліянія атмосфернаго амміака, горшочекъ съ нимъ покрываютъ большимъ стекляннымъ колпакомъ, а колпакъ этотъ погружаютъ воду, подкисленную сѣрною кислотою, и такимъ образомъ совершенно изолируютъ находящейся подъ нимъ воздухъ, къ которому всегда прибавляютъ угольной кислоты, въ количествѣ необходимомъ для питанія растеній.

При помощи тщательнаго ухода, оберегая слабое и тощее растеніе отъ дѣйствія палящихъ солнечныхъ лучей, удается получить довольно плохой сборъ зеренъ, которыя затѣмъ подвергаютъ взвѣшиванію и анализу. Анализируютъ также и большую часть песку, употребленнаго при производствѣ опыта. Сравненіе количества азота, заключавшагося въ посаженномъ зернѣ, съ тѣмъ его количествомъ, которое открываетъ анализъ въ зернахъ вновь созрѣвшихъ, показываетъ, что поглощеніе атмосфернаго азота растеніемъ совершенно не имѣло мѣста. Подобнымъ разведеніемъ растеній въ прокаленномъ пескѣ Буссенго занимался съ 1851 по 1854 годъ и получилъ при этомъ одни только отрицательные результаты. Опыты производились имъ съ большою

тщательностью и повидимому, не должны были возбуждать сомнѣній. Но они встрѣтили однакоже очень смѣлаго противника въ лицѣ Жоржъ-Вилля. Повторяя опыты Буссенго, знаменитый профессоръ былъ пораженъ слабостью растений, выросшихъ на почвѣ, абсолютно лишенной удобренія, содержащаго азотъ. Тогда онъ рѣшилъ измѣнить условія опыта. Къ прокаленному песку, кромѣ минеральныхъ веществъ употреблявшихся и Буссенго, онъ прибавлялъ еще небольшое, точно отвѣшенное количество азотно-кислыхъ соединеній. Получались сильныя и хорошо развитыя растенія, въ которыхъ послѣ созрѣванія, азотъ оказывался въ количествѣ гораздо большемъ, чѣмъ въ первоначально посаженныхъ зернахъ и въ азотно-кислыхъ соединеніяхъ, прибавленныхъ къ песку въ видѣ удобренія.

Опыты подобнаго рода требуютъ очень большой тщательности и потому не всегда удаются. Буссенго во Франціи, Лоозъ Джильберъ и Пугъ (Pugh) въ Англіи напрасно пытались воспроизвести ихъ, и вопросъ о томъ, которое изъ двухъ противоположныхъ мнѣній должно быть признано правильнымъ, оставался открытымъ, пока академія наукъ не вмѣшалась въ споръ и не назначила комиссію, которая должна была присутствовать при повтореніи опытовъ и произнести свой приговоръ надъ ними. Докладчикомъ былъ Шеврель, и хотя при этихъ опытахъ, занявшихъ много времени, и обнаружались нѣкоторыя не-правильности, оставлявшія поводъ къ сомнѣніямъ, тѣмъ не менѣе ученый этотъ рѣшительно высказался за тѣ выводы, къ которымъ пришелъ Ж.-Вилль.

Между тѣмъ Буссенго остался при своемъ прежнемъ мнѣніи и продолжалъ утверждать, что атмосферный азотъ не оказываетъ никакого вліянія на растительность, и хотя онъ не привелъ въ подтвержденіе своихъ взглядовъ ни одного новаго и сколько нибудь рѣшительнаго доказательства, однакоже, благодаря его авторитету, ему удалось привлечь на свою сторону большую часть агрономовъ. Неизяскающую производительность луговъ и лѣсовъ сторонники Буссенго пытались объяснить тѣмъ, что трава и деревья утилизируютъ небольшія количества амміака, заключающіяся въ воздухѣ или приносимыя къ нимъ дождемъ и росой.

Между тѣмъ при внимательномъ изученіи круговорота соединеній азота на земной поверхности, нельзя не придти къ убѣжденію, что количество его, заключающееся въ почвѣ материковъ не только не возрастаетъ, а наоборотъ уменьшается, при чемъ всѣ эти потери увеличиваютъ собою количество азота въ океанахъ. Всѣ наши культивируемые почвы производятъ соединенія азота, которыя иногда въ значи-

тельныхъ количествахъ встрѣчаются въ подпочвенной водѣ. Просачиваясь подъ землю, вода эта попадаетъ въ ручьи, рѣчки и рѣки, которыя такимъ образомъ уносятъ въ моря огромныя количества соединений азота. Буссенго вычислилъ, что одна только Сена уноситъ въ теченіе двадцати четырехъ часовъ 238 тоннъ азотно-кислаго калия. И такъ какъ количество воды, питающей Сену, представляется совершенно ничтожнымъ по сравненію съ количествомъ воды въ другихъ рѣкахъ, то можно легко себѣ представить, какъ много получаетъ океанъ азотнокислыхъ солей, образующихся на поверхности обрабатываемыхъ земель при окисленіи веществъ, содержащихъ въ себѣ азотъ.

Но открыть въ морской водѣ присутствіе азотно-кислыхъ соединений не удастся, тогда какъ присутствіе въ ней амміака констатируется безъ всякаго труда: она содержитъ его около 0,4 милиграмма на одинъ литръ. Какимъ-же образомъ происходитъ здѣсь химическое превращеніе, заключающееся въ освобожденіи азота отъ кислорода съ которымъ онъ соединенъ въ азотной кислотѣ, и въ послѣдующемъ затѣмъ соединеніи его съ водородомъ для образованія амміака морской воды?—вопросъ этотъ и въ настоящее время не вполне еще выясненъ. Можно однако допустить, что азотно-кислыя соединенія идутъ на питаніе морскихъ растений, которыя разлагаютъ эти соединенія, а затѣмъ перерабатываютъ ихъ въ бѣлковыя вещества, совершенно также, какъ это дѣлаютъ и растенія земныя. Затѣмъ вещества эти снова разлагаются, когда водяныя растенія умираютъ, и изъ нихъ образуется амміакъ, какъ конечный продуктъ этого разложенія.

Какъ-бы то ни было, амміакъ этотъ, не смотря на свою растворимость въ водѣ, проникаетъ въ атмосферу, въ которой и можетъ быть открытъ при помощи точныхъ анализовъ. Жоржъ Вилль, а затѣмъ Шлезингъ нашли, что, въ среднемъ, въ 100 куб. метрахъ воздуха заключаются почти 0,002 грамма амміака, который находится иногда въ соединеніи съ азотною кислотою, а еще чаще съ кислотою угольною.

Можно-ли однакоже эти незначительныя количества атмосфернаго амміака признать за источникъ, изъ котораго почерпается та прибыль азота, которая констатирована при опытахъ Ж. Вилля и происходитъ въ почвѣ луговъ и лѣсовъ? Не въ большемъ ли количествѣ приносится онъ дождевою водою? Не является-ли, кромѣ того, электричество другимъ и тоже важнымъ источникомъ образованія соединений азота, такъ какъ со временъ Кавендиша сдѣлалось извѣстнымъ, что электрическая искра заставляетъ соединяться кислородъ и

азотъ, образующіе воздухъ? Не могутъ-ли наконецъ, всѣ эти причины, вмѣстѣ взятыя, объяснить намъ то накопленіе азота въ почвѣ, источникъ котораго мы пытаемся теперь найти?

Сначала думали именно такимъ образомъ. Но затѣмъ пришлось оставить подобное объясненіе, такъ какъ съ одной стороны многочисленныя анализы дождевой воды, а съ другой опыты, произведенныя для выясненія той роли, какую могъ играть атмосферный амміакъ въ развитіи растений, показали, что количества этого газа, приносимыя атмосферическими осадками, должны быть признаны совершенно недостаточными для того, чтобы возмѣстить потерю азота, причиняемую просачиваніемъ воды съ поверхности земли въ глубину ея.

Такимъ образомъ вопросъ оставался нерѣшеннымъ. Одни, считая опыты Ж. Вилля достаточно убѣдительными, полагали, что листья растений поглощаютъ изъ воздуха не только угольную кислоту, но и азотъ, и что слѣдовательно накопленіе азота происходитъ путемъ прямого усвоенія. Другіе, напротивъ, придавали большое значеніе отрицательнымъ результатамъ, получившимся при многочисленныхъ опытахъ Буссенго и агрономовъ, экспериментировавшихъ въ Ротамптедѣ, и потому отрицали возможность такого прямого усвоенія азота и ожидали, что будущее объяснитъ тѣ факты, точно истолковать которые предложенныя теоріи не были въ состояніи. И вотъ, наконецъ, въ 1885 году появился первый мемуаръ Бертело, посвященный вопросу объ усвоеніи азота пахатною землею ¹⁾.

§ IV.

**Усвоеніе азота почвою, благодаря дѣятельности микроорганизмовъ.
Бертело.—Гелльригель и Вильфартъ.**

Бертело замѣтилъ, что желтый песокъ, встрѣчающійся подъ залежами жерноваго камня и кремня на плоскогорьяхъ Мёдона и Севра, подвергаясь въ теченіе нѣкотораго времени дѣйствию воздуха, начинаетъ быстро покрываться растительностью. Онъ тщательно опредѣлилъ количество соединеній азота въ этомъ пескѣ, а затѣмъ подвер-

¹⁾ Comtes rendus, t C 1, p. 775. Это засѣданіе было особенно замѣчательно, такъ какъ тогда-же былъ прочитанъ Пастеромъ докладъ о способахъ предохраненія отъ бѣшенства (26 окт., 1895 года).

гнуль его дѣйствию воздуха въ помѣщеніи, особеннымъ образомъ приспособленномъ для этого. Анализируя песокъ черезъ извѣстные промежутки времени, онъ замѣтилъ, что количество связаннаго азота въ немъ медленно, но постоянно возрастало. Такъ, 29 мая 1894 года приходилось на одинъ килограммъ песка 0,0705 граммовъ азота; 30 апрѣля 1895 года въ килограммѣ песка было уже 0,0833 грамма, 10 іюля — 0,1035 гр., а 24 октября 0,1105 грамма. Другой песокъ, также желтаго цвѣта, а затѣмъ и бѣлая глина, дали сходные результаты. Тѣ же самые опыты и сл. тѣми-же самыми веществами были повторены затѣмъ на открытомъ воздухѣ. Горшки съ пескомъ и глиной были помѣщены на подмосткахъ, поставленныхъ на лугу, причемъ крыша защищала ихъ отъ вертикально падавшаго дождя. Другая серія опытовъ производилась на вершинѣ башни, высота которой равнялась 22 метрамъ; силуэтъ этой башни выдѣлется надъ деревьями Мёдона. Наконецъ, тѣ же почвы были помѣщены кромѣ того еще въ большіе и хорошо закупоренные сосуды.

Изучая эти почвы и наблюдая ихъ болѣе года, Бертело пришелъ къ убѣжденію, что увеличеніе азота не зависитъ отъ амміака или азотной кислоты, а обусловливается образованіемъ органическихъ веществъ. Чтобы узнать откуда появлялись эти вещества, Бертело подвергалъ образчики различныхъ почвъ дѣйствию температуры въ 100° въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, а потомъ, кромѣ того, нагрѣвалъ ихъ еще въ продолженіе пяти минутъ въ струѣ водяного пара. Затѣмъ, когда нагрѣтыя такимъ образомъ почвы охлаждались, въ аппаратъ, гдѣ онѣ помѣщались, могъ входить только воздухъ, прошедшій черезъ ватные шарики, напитанные глицериномъ, на которыхъ и оставались всѣ зародыши, нѣсившіеся въ воздухѣ, не подвергшемся еще фильтрованію. По окончаніи описанной операціи, почвы были оставлены въ покоѣ. По истеченіи значительнаго количества времени оказалось, что въ нихъ невозможно было открыть никакихъ признаковъ, свидѣтельствующихъ объ усвоеніи ими азота.

Очевидно, что отъ нагрѣванія до 100° ни составъ почвы, ни ея физическая природа нисколько не измѣняются, а погибаютъ лишь заключающіеся въ ней микроорганизмы. И такъ какъ, при обыкновенныхъ условіяхъ, почвы имѣютъ способность усвоить азотъ, а при нагрѣваніи до 100° теряютъ это свойство, то отсюда нужно заключить, что накопленіе азота въ почвѣ вызывается именно дѣятельностью этихъ микроорганизмовъ.

Почвы, на которыми сначала производились описанные опыты, отличались крайне незначительнымъ содержаніемъ углерода и азота.

и вслѣдствіе этого относились къ числу мало пригодныхъ для культуры. Было любопытно поэтому узнать, продолжается-ли процессъ усвоения азота подъ вліяніемъ микроорганизмовъ и въ почвахъ, получившихъ отъ бывшей на нихъ растительности богатый запасъ органическихъ веществъ.—Въ теченіе 1886 года Бертело удалось рѣшить этотъ вопросъ для почвъ какъ совсѣмъ лишенныхъ растительности, такъ и покрытыхъ ею, въ данномъ случаѣ покрытыхъ именно амарантомъ. Но значить-ли это еще, что всякія почвы способны фиксировать атмосферный азотъ и что почва, въ которой это фиксированіе происходитъ при извѣстныхъ условіяхъ,—будетъ накапливать въ себѣ азотъ даже и въ томъ случаѣ, когда условія эти измѣнятся? Нѣтъ. Бертело попытался точнѣе опредѣлить эти условія въ то самое время, когда его открытіе вызвало живѣйшія возраженія со стороны Шлѣзинга.

Извѣстно, что знаменитый директоръ школы табаководства принадлежитъ къ числу наиболѣе искусныхъ экспериментаторовъ нашего времени. Ему агрономическая наука обязана превосходными аналитическими методами и такими приборами, которыя позволяютъ производить изслѣдованія съ точностью и легкостью, до сихъ поръ почти неизвѣстными. Шлѣзингъ сталъ повторять опыты Бертело, но употребилъ при этомъ другой методъ. Именно, вмѣсто того, чтобы опредѣлять въ началѣ и концѣ наблюденій количество азота, содержавагося въ почвѣ, подвергавшейся обработкѣ, онъ помѣщалъ ее въ точно измѣренный объемъ воздуха и затѣмъ, когда этотъ воздухъ оставался въ соприкосновеніи съ послѣдней въ теченіе, напр., шести мѣсяцевъ, онъ опредѣлялъ, какая часть газообразнаго азота вступила въ прочное соединеніе. Ни въ одномъ изъ опытовъ, произведенныхъ имъ въ 1887 году подобнаго исчезновенія газообразнаго азота ему не удалось констатировать.

Такимъ образомъ снова возникли сомнѣнія—и споръ, въ теченіе многихъ лѣтъ раздѣлявшій Буссенго и Жоржа Вилля, снова возгорѣлся между Бертело и Шлѣзингомъ.

Въ 1888 году Готье и Друенъ произвели рядъ опытовъ надъ почвами, какъ лишенными растительности, такъ и покрытыми ею, и подтвердили, что почвы эти дѣйствительно накапливаютъ азотъ, но изъ своихъ опытовъ они не выводили заключенія, что подобное обогащеніе совершается именно на счетъ свободнаго атмосфернаго азота.

Причину такой сдержанности въ выводахъ понять не трудно. Химики привыкли разсматривать азотъ какъ газъ въ высшей степени

инертный. Онъ не поддается дѣйствию кислорода и соединяется съ нимъ лишь въ ничтожныхъ количествахъ подъ вліяніемъ электрическихъ искръ. Можно, кромѣ того, получить изъ смѣси азота съ водородомъ незначительныя количества амміака, если черезъ эту смѣсь пропускать не яркія и сильныя электрическія искры, а тихіе разряды замѣтные только въ темнотѣ. Но вообще трудность, съ какою газъ этотъ вступаетъ соединенія, столь значительна, что были очень удивлены, когда узнали, что этотъ инертный газъ, индифферентный даже при дѣйстви тѣхъ могучихъ силъ, которыми мы располагаемъ въ нашихъ лабораторіяхъ, уступаетъ жизненной дѣятельности микробовъ, населяющихъ почву. Такимъ образомъ, не смотря на уваженіе, какимъ пользовалось имя Бертело и не смотря на весь блескъ громаднаго труда, который онъ выполнилъ, химики все таки оставались въ нерѣшимости при выборѣ между противоположными мнѣніями двухъ одинаково замѣчательныхъ ученыхъ, пока за рѣшеніе вопроса не взялись въ Германіи другіе изслѣдователи, которые съ помощью точныхъ опытовъ доказали, что атмосферный азотъ дѣйствительно усваивается почвою при посредствѣ микроорганизмовъ.

Мнѣнія лицъ, занимающихся сельскимъ хозяйствомъ и приемы, которые они употребляютъ при обработкѣ земли, почти всегда бываютъ основаны на очень длинномъ рядѣ наблюденій, которыя вполне заслуживаютъ того, чтобы на нихъ было обращено вниманіе.

Къ числу такихъ наблюденій относится и тотъ давно уже замѣченный фактъ, что среди наиболѣе обыкновенныхъ культурныхъ растений существуютъ нѣкоторыя съ особенными свойствами, извѣстны подъ названіемъ улучшающихъ. Такъ, сельскіе хозяева замѣтили, что когда рожью или овсомъ засѣваютъ поля изъ подъ клевера или люцерны, то удобряютъ землю въ подобныхъ случаяхъ нѣтъ никакой надобности, такъ какъ урожай и безъ удобренія бываетъ превосходный; производительность почвы увеличивается отъ посѣвовъ клевера или люцерны, какъ и вообще послѣ культуры растений, принадлежащихъ къ семейству бобовыхъ. Кромѣ того было установлено какъ анализомъ, такъ и употребленіемъ упомянутыхъ растений въ кормъ скоту, что растения эти очень богаты азотомъ и что азотистыя удобрения не вліяютъ на высоту ихъ урожая.

Такимъ образомъ нужно было допустить, что бобовыя растения могутъ накапливать азотъ, получая его изъ воздуха. Ж. Вилль утверждалъ, что онъ неоднократно наблюдалъ факты подобнаго рода, но его утверженіе оказалось въ противорѣчій съ опытами Буссенго, который, производя ихъ съ обычною своею точностью, не могъ констатировать усвоенія свободнаго азота.

Но въ свою очередь и опыты этого знаменитаго профессора не согласовались съ нѣкоторыми наблюденіями, сдѣланными различными наблюдателями. Въ 1873 г. Лоозъ и Джилбертъ раздѣлили въ Ротамштедѣ поле, однородное по своимъ качествамъ, на два участка, на одномъ изъ нихъ былъ посѣянъ ячмень, на другомъ клеверъ. Когда жатва была снята, то анализъ показалъ, что въ ячменѣ заключалось 41,7 килограммовъ, а въ клеверѣ 169,5 кил. азота. Затѣмъ подвергли анализу образчики земли съ того и другого участка. А ргіогі можно было бы заключить, что почва, на которой выросъ клеверъ, должна быть бѣднѣе азотомъ, такъ какъ жатва снятая съ нея была очень богата послѣднимъ. Въ дѣйствительности же ничего подобнаго не оказалось; наоборотъ, въ одномъ килограммѣ земли изъ подъ ячменя было найдено 1,450 грам. соединеній азота, а въ такомъ же количествѣ земли изъ подъ клевера—1,578 грам. На слѣдующій годъ обѣ половины поля были засѣяны ячменемъ. Въ жатвѣ, снятой съ участка, бывшей подъ ячменемъ и въ 1873 году, заключалось 43,8 кил. азота, а въ жатвѣ, снятой съ участка, на которомъ раньше былъ посѣянъ клеверъ, его оказалось 77,7 килограммовъ. Такимъ образомъ хотя въ клеверѣ—азота зеключается и больше, чѣмъ въ ячменѣ, тѣмъ не менѣе земля, находившаяся подъ клеверомъ оказывается все таки богаче азотомъ, чѣмъ земля изъ подъ зерновыхъ хлѣбовъ, и это обогащеніе почвы азотомъ подтверждается не только прямыми его количественными измѣреніями, но также ростомъ и силою хлѣба, который былъ посѣянъ послѣ бобоваго растенія.

Впрочемъ не всѣ и лабораторные опыты давали такіе-же отрицательные результаты, какъ это имѣло мѣсто у Буссенго. Жоржъ Виль показывалъ во время лекцій своимъ слушателямъ прекрасный горохъ и фасоль, которые выросли безъ всякаго азотистаго удобренія. Atwater въ Америкѣ садилъ горохъ въ прокаленный песокъ, а затѣмъ поддерживалъ его ростъ минеральнымъ удобреніемъ и небольшими количествами азотнокислаго калия. Когда горохъ созрѣвалъ, то Atwater находилъ, что въ немъ азота на треть и даже на половину больше, чѣмъ въ сѣменахъ и въ удобреніи. Точно также и Жули, производи посѣвы гречихи, замѣтилъ съ 1885 года довольно значительный приростъ въ количествѣ азота. Но, не смотря на эти факты, все таки еще не было ничего извѣстно такого, что окончательно рѣшало бы вопросъ, пока Гельбригель не сообщилъ въ сентябрѣ 1886 года ¹⁾ на конгрессѣ на-

¹⁾ Кейзеръ, директоръ бактеріологической лабораторіи далъ, при содѣйствіи Дюкло, члена агрономическаго института, резюме этого замѣчательнаго

туралистовъ въ Берлинѣ результатовъ своихъ изслѣдованій. Въ обработанномъ видѣ докладъ, въ которомъ эти изслѣдованія были изложены, появился только въ 1888 году.

Опыты производились надъ различными растеніями, помѣщенными въ стеклянныхъ сосудахъ, наполненныхъ 4 килограммами прокаленного песка съ примѣсью фосфорнокислаго и хлористаго калия и сѣрнокислаго магнія, къ которымъ прибавлялась въ увеличивающихся дозахъ азотнокислая известь. Когда на такой почвѣ высѣвали ячмень, то въ теченіе первыхъ недѣль между растеніицами почти нельзя было замѣтить никакой разницы, такъ какъ онѣ развивались на счетъ запасовъ, заключавшихся въ сѣменахъ. Но затѣмъ различіе дѣлалось значительнѣе. Ростенія, совсѣмъ не получившія удобренія, содержавшаго азотъ, представляли совершенно особенную картину, извѣстную подъ характернымъ названіемъ *азотнаго голода*. Картина эта наступаетъ всякій разъ, когда питательные матеріалы, заложенные въ зернѣ, оказываются совершенно потребленными—что случается обыкновенно во время образованія третьяго листа—и растеніе начинаетъ страдать отъ недостаточнаго питанія, хотя и продолжаетъ расти почти также долго, какъ и растенія съ нормальнымъ питаніемъ. У него развиваются всѣ его органы до плодовъ включительно, только органы эти имѣютъ крайне незначительные, карликовые размѣры, такъ какъ растеніе не вырабатываетъ вещества, потребнаго для роста; каждый новый органъ вырастаетъ здѣсь на счетъ органа развившагося раньше, а потому послѣдній отдаетъ первому свое вещество и засыхаетъ.

Такимъ образомъ въ данномъ случаѣ ячмень, также какъ и овесъ, повидимому получаютъ азотъ только изъ азотнокислыхъ солей, прибавленныхъ къ почвѣ, предварительно подвергавшейся прокаливанію. Иначе обстоитъ дѣло съ бобовыми растеніями, вродѣ наур. гороха. Очень часто эти растенія развиваются не только нормально, но даже роскошно, на почвѣ, въ которой соединенія азота отсутствуютъ совершенно и въ противоположность тому, что случается съ злаковыми растеніями, увеличеніе или уменьшеніе количества азотнокислыхъ соединений здѣсь не влечетъ за собою ни повышенія ни пониженія урожая противъ обычной нормы.

сообщенія въ XII томѣ *Annales agronomiques*. Самый докладъ въ сокращенномъ видѣ былъ переведенъ Вескомъ и появился за подписью Гельригеля и Вильфарта въ XV томѣ того-же самаго изданія.

Описанныя до сихъ поръ наблюденія Гельригеля и Вильфарта не заключаютъ въ себѣ ничего новаго и только болѣе рѣшительнымъ образомъ подтверждаютъ тѣ наблюденія, которыя уже раньше были сдѣланы Жоржъ Виллемъ. Но теперь мы подошли въ нашемъ изложеніи къ тому пункту, который именно и является прекраснымъ открытіемъ германскихъ агрономовъ.

Гельригель и Вильфартъ взяли сорокъ два сосуда и наполнили каждый изъ нихъ 4000 грам. песку, смѣшаннаго съ углекислою известью. Къ этой смѣси они прибавили питательнаго раствора, въ который входили фосфорнокислый и хлористый кальцій и сѣрнокислый магній, а затѣмъ помѣстили въ нее по двѣ проросшихъ горошины. Изъ взятыхъ такимъ образомъ сорока двухъ сосудовъ тридцать были оставлены въ описанномъ сейчасъ видѣ, а въ десять было прибавлено 25 сантиграммовъ водной вытяжки изъ культурной почвы; въ остальныхъ двухъ сосудахъ песокъ, до помѣщенія въ него зеренъ, былъ подвергнутъ прокаливанію.

Упомянутая почвенная вытяжка приготовлялась слѣдующимъ образомъ: хорошую пахатную землю, преимущественно такую, на которой передъ тѣмъ разводились бобовыя растенія, смѣшивали съ водою и въ теченіе нѣкотораго времени оставляли въ покоѣ, чтобы надъ осѣвшею землею образовался слой мутной жидкости; эта-то жидкость потомъ и выливалась въ тѣ десять сосудовъ, о которыхъ говорилось выше. Опытъ былъ начатъ 25 мая. Въ теченіе двухъ первыхъ недѣль іюня между растеніями, помѣщавшимися въ разныхъ сосудахъ, нельзя было замѣтить никакой разницы, такъ какъ всѣ онѣ питались, пока еще, запасами, заключавшимися въ сѣменахъ. Но съ 13 іюня всѣ растенія, политыя почвенной вытяжкой, приобрѣли красивый зеленый цвѣтъ. Въ сосудахъ, куда вытяжка эта не приливалась, нѣкоторые побѣги были очень хороши, нѣкоторые-же, напротивъ, пожелтѣли, какъ и въ сосудахъ съ стерилизованнымъ несомъ. Около середины мѣсяца эти пожелтѣвшіе побѣги погибли совсѣмъ. Наконецъ, когда растенія были сняты, то оказалось, что ни въ одномъ изъ сосудовъ съ почвенною вытяжкою сборъ въ сухомъ видѣ не вѣсилъ меньше 16 граммовъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ достигалъ даже до 20 граммовъ; между тѣмъ какъ въ сосудахъ, куда вытяжка не прибавлялась, сборъ былъ очень различенъ по своей величинѣ; въ одномъ случаѣ онъ былъ очень хорошій, въ двухъ—хорошій, въ двухъ—удовлетворительный, а во всѣхъ остальныхъ—посредственный или плохой.

Эти опыты были повторены и въ слѣдующіе годы и дали такіе же результаты. Постоянно оказывалось, что почвенная вытяжка земли помогаетъ росту эспарсета, люпина и гороха и не оказываетъ никакого вліянія на произрастаніе ячменя, овса, гречихи, полевой рѣпы и т. под. Въ чемъ-же заключается дѣйствіе этой вытяжки изъ культурной земли? Что заключается въ ней такое, что придаетъ ей столь удивительныя свойства?—Въ ней находятся какіе-то организмы, такъ какъ стоитъ лишь передъ тѣмъ какъ вылить ее въ землю, подвергнуть ее въ теченіе нѣсколькихъ минутъ кипяченію и она утратитъ свою силу и не будетъ уже оказывать никакого дѣйствія ни на бобовыя, ни на какія другія растенія.

Нѣтъ-ли, наконецъ, возможности судить о присутствіи этихъ организмовъ на основаніи какихъ нибудь виѣшнихъ признаковъ? Такая возможность дѣйствительно существуетъ. Ботаники, именно Прійё, главный инспекторъ сельскохозяйственныхъ школъ, давно уже обратилъ вниманіе на то, что если осторожно выкапывать изъ земли бобовыя растенія, то можно замѣтить, что ихъ корни кое-гдѣ бываютъ покрыты небольшими узелками и маленькими бугорками величиною съ булавочную головку. Если одинъ изъ такихъ бугорковъ раздавить на стеклянной пластинкѣ и изслѣдовать его содержимое подъ микроскопомъ, то окажется, что оно состоитъ изъ продолговатыхъ, иногда раздвоенныхъ тѣлецъ, отличающихся малою подвижностью. Тѣльца эти суть бактеріи.

Открытіе Гелльригеля и Вильфарта заключается собственно въ томъ, что они замѣтили связь, между употребленіемъ почвенной вытяжки и появленіемъ описанныхъ утолщеній; эти изслѣдователи установили самымъ точнымъ образомъ, что если къ почвѣ, въ которую посаженъ горохъ или люпинъ, прибавитъ вытяжки предварительно подвергнутой нагрѣванію, то растенія начинаютъ чахнуть, а затѣмъ гибнуть, при чемъ на корняхъ ихъ не появляется узелковъ. Именно присутствію этихъ утолщеній, населенныхъ микробами, и нужно приписать хорошее развитіе бобовыхъ растеній на почвѣ, совершенно лишенной азотистыхъ соединеній. Такимъ образомъ усвоеніе свободного азота почвою объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что въ водѣ, просачивающейся черезъ землю, имѣются зародыши бактерій, вызывающихъ на корняхъ растеній образованіе описанныхъ бугорковъ.

Мы пришли теперь къ признанію того факта, что накопленіе азота въ почвѣ при посредствѣ растеній совершается въ концѣ концовъ благодаря дѣятельности микроорганизмовъ.

Существованіе подобной дѣятельности микроорганизмовъ было еще разъ подтверждено очень изящными опытами, произведенными Бреалемъ въ моей лабораторіи по физиологіи растений при музеѣ естественной исторіи. вмѣсто того, чтобы подмѣтить появленіе узловатостей на корняхъ бобовыхъ растений въ зависимости отъ поливки этихъ послѣднихъ водою, Бреаль вырывать изъ земли сѣмена, выбиралъ на какомъ нибудь изъ ихъ корней хорошо развитый узелокъ, прокалывалъ его иглою, а потомъ немедленно-же вводилъ эту иглу въ ткань молодого корешка гороха или люпина, проросшихъ нѣсколько дней тому назадъ. Сѣмя съ корешкомъ, получившимъ уколъ иглою, помѣщалось въ обезпложенную почву, а рядомъ съ нимъ садилось другое, подобное-же сѣмя, на корнѣ котораго укола не было. Результаты опыта были очень любопытны. Изъ зерна люпина, получившаго уколъ, выросло, расцвѣтало и созрѣвало растеніе, при чемъ корни его покрывались узелками съ бактеріями; другое такое-же зерно, не подвергавшееся уколу, развивалось очень плохо и въ концѣ концовъ погибало. Въ люпинѣ, выросшемъ изъ зерна съ уколотымъ корешкомъ, азота было гораздо больше, чѣмъ въ самомъ этомъ зернѣ, между тѣмъ какъ въ другомъ экземплярѣ того-же растенія количество азота было равно количеству его въ первоначально посаженномъ зернѣ.

Растенію была сдѣлана такимъ образомъ прививка, благодаря которой въ ткани его корня были введены бактеріи, вызывающія образованіе узелковъ. Узелки эти дѣйствительно появились и вмѣстѣ съ ними растеніе пріобрѣтало способность утилизировать атмосферный азотъ.

Зародыши этихъ бактерій, надѣленныхъ способностью фиксировать азотъ, повидимому очень распространены въ почвѣ.

Если вырыть осторожно корень клевера или люцерны, а затѣмъ промыть его водою, то очень часто безъ труда можно замѣтить на немъ, неправильнымъ образомъ, расположенные узелки. Бреалю удавалось сдѣлать ихъ болѣе замѣтными, погружая корешки гороха въ обыкновенную воду, взятую изъ водопровода, и прибавляя къ этой водѣ небольшія количества хлористаго кальція и фосфорнокислой извести, а затѣмъ раздавливая въ ней одинъ узелокъ, взятый съ корня люцерны. На корняхъ гороха, развившагося не смотря на такія ненормальныя условія, какъ четки сидѣли бугорки съ бактеріями, сходными съ тѣми, которыя были взяты для прививки.

Эти новые факты нашли себѣ подтвержденіе и въ практикѣ. На лѣвомъ берегу Эмса, гдѣ была торфяная почва, бобовыя растенія всегда давала и посредственные урожаи. Когда разбросали тамъ нѣсколько кубическихъ метровъ плодородной земли, въ которой растенія эти развивались хорошо, получилось слѣдующее: повсюду гдѣ была прибавлена плодородная земля, урожай былъ превосходный, во всѣхъ-же остальныхъ мѣстахъ растенія были плохи. Произошло это потому, что вмѣстѣ съ плодородною землею были перенесены также и бактеріи, вызвавшіе образованіе узелковъ на корняхъ растеній.

Такимъ образомъ вновь открытые факты могутъ быть резюмированы слѣдующимъ образомъ: бобовыя растенія успѣшно развиваются и накапливаютъ азотъ въ томъ случаѣ, если на ихъ корняхъ имѣются узловатости съ бактеріями; бактеріи-же эти являются необходимыми посредниками между растеніемъ и атмосфернымъ азотомъ. Факты эти были доказаны столь убѣдительнымъ образомъ, что долше уже нельзя было отрицать способность микроорганизмовъ побѣждать инертность азота. Благодаря изслѣдованіямъ Гелльригеля и Вильфарта, не только дано было объясненіе способности бобовыхъ растеній улучшать почву, но кромѣ того получили прочное основаніе и представленія Бертело.

Теперь намъ необходимо сдѣлать еще одинъ шагъ впередъ и изслѣдовать, какимъ путемъ бактеріи проникаютъ въ корни и какимъ образомъ бобовое растеніе извлекаетъ выгоду изъ ихъ присутствія. Хотя на эти вопросы и не дано еще вполне удовлетворительнаго отвѣта, можно однако-же думать, что бугорки на корняхъ являются продуктомъ дѣятельности бактерій, подобно тому какъ столь часто встрѣчающіеся наросты на листьяхъ появляются отъ уколовъ, наносимыхъ неспѣемыми. Бугорки полезны какъ бактеріямъ, размножающимся въ нихъ, такъ и растеніямъ, на которыхъ они появляются. Бактеріи, встрѣчая въ сокѣ корня питательное вещество, какое именно имъ нужно, могутъ, благодаря этому, размножаться въ теченіе безконечнаго ряда поколѣній и распространяться въ почвѣ какъ при жизни питающаго ихъ растенія, такъ и послѣ его смерти. Что касается растеній, то бактеріи доставляютъ имъ возможность снабжать себя азотомъ, веществомъ въ высшей степени необходимымъ для питанія и вмѣстѣ съ тѣмъ въ рѣдкихъ лишь случаяхъ имѣющимся въ почвѣ въ достаточномъ количествѣ.

Впрочемъ бобовыя растенія извлекаютъ изъ этого вида ассоціаціи, извѣстнаго подъ названіемъ симбіоза, больше выгодъ, чѣмъ бактеріи. Присутствіемъ послѣднихъ растеніе пользуется слѣдующимъ

образомъ. Въ той части бугорка, которая прилежитъ ближе къ корню, появляются перегородки, благодаря которымъ бактеріи оказываются какъ бы захваченными въ плѣнь. По истеченіи нѣкотораго времени плѣнницы эти погибають, ихъ ткани разлагаются и идутъ на питаніе растенія. Наоборотъ, на болѣе молодой части бугорка постоянно появляются новыя клѣтки, заключающія въ себѣ крахмаль, который растворяясь, доставляетъ молодымъ бактеріямъ углеродистыя вещества, необходимыя для ихъ развитія. Такимъ способомъ растеніе приготовляетъ себѣ новый запасъ питательныхъ веществъ: послѣ того, какъ бактеріи извлекутъ азотъ изъ атмосферы и введуть его, въ видѣ азотистыхъ соединеній, въ свои ткани, соединенія эти поглощаются въ свою очередь бобовымъ растеніемъ и проникаютъ въ ткани его воздушнымъ органомъ поднимаясь по сосудисто-волоконистымъ пучкамъ, Такимъ образомъ анатомическое строеніе бугорка оказывается удивительнымъ образомъ приспособленнымъ къ условіямъ этой совмѣстной жизни растенія и бактерій.

Но для того, чтобы убѣдиться въ томъ, что развитіе гороха, фасоли, или люпиновъ, посаженныхъ въ песокъ, политый почвенною вытяжкою, или получившихъ прививку изъ жидкости, заключающейся въ бугоркахъ, происходитъ при посредствѣ атмосфернаго азота,—достаточно-ли только констатировать, что количество соединеній азота, содержащихся въ созрѣвшихъ растеніяхъ, гораздо больше, чѣмъ то, которое находится въ сѣменахъ? Шлэзингъ-сынъ и Лоранъ думали на этотъ счетъ иначе.

Эти опытные физиологи рѣшили выяснитъ роль атмосфернаго азота такъ, чтобы на счетъ нея не оставалось болѣе уже никакихъ сомнѣній. Чтобы рѣшить, не обуславливается-ли самымъ ростомъ растеній уменьшеніе количества азота, заключающагося въ воздухѣ, онѣ заставляли растенія жить въ атмосферѣ, заключенной въ опредѣленный объемъ и точно измѣренный. Если подобное уменьшеніе азота дѣйствительно существуетъ, то неизбѣжно должно было-бы оказаться, что свободный азотъ исчезнетъ и войдетъ въ составъ соединеній, образующихъ ткани растенія. Уменьшеніе азота въ одномъ случаѣ и его накопленіе въ другомъ должны соотвѣтствовать другъ другу и взаимно повѣрять другъ друга.

Опытъ подобнаго рода требуетъ отъ экспериментатора рѣдкаго искусства. Въ самомъ дѣлѣ, здѣсь недостаточно только измѣрить все количество газа въ началѣ и концѣ опыта; нужно, кромѣ того, питать еще молодія растеніица газообразною угольною кислотою, вводи ее, по мѣрѣ надобности, въ сосудъ, гдѣ послѣднія помѣщаются, а затѣмъ

необходимо извлекать оттуда избыток кислорода, образовавшийся благодаря разложению этой угольной кислоты. Нужно, наконец, определить точным образом содержание азота в посѣянных сѣменахъ и абсолютно очистить песокъ, въ которомъ сѣмена эти должны развиваться, отъ могущихъ оказаться въ немъ соединеній азота. Только, выполнивъ всѣ эти условія, можно определить, равняется-ли, или, по крайней мѣрѣ, соответствуетъ-ли вѣсъ азота, заключающагося въ видѣ соединеній въ продуктахъ урожая, вѣсу азота, исчезнушаго изъ атмосферы. Не смотря на всѣ трудности, опытъ удался вполне. Именно, въ одномъ случаѣ, при исчезновеніи 29,1 куб. цент. газообразнаго азота, вѣсившаго 0,0365 грам., было найдено увеличеніе его въ продуктахъ урожая на 0,0406 грамма; въ другомъ случаѣ объемъ исчезнушаго газообразнаго азота равнялся 25,9 куб. цент., а вѣсъ—0,0325 грамма, между тѣмъ какъ прибыль азота въ продуктахъ урожая составляла 0,0341 грамма.

Наконецъ, для окончательной провѣрки, былъ сдѣланъ еще третій опытъ, при которомъ также былъ посѣянъ горохъ, но въ почвѣ, на которой онъ долженъ былъ расти, не было прибавлено зародышей изъ раздавленныхъ бугорковъ съ бактеріями. Въ этомъ случаѣ бактерій, накопляющихъ азотъ, отсутствовали, а потому и не произошло никакого прироста въ количествѣ послѣдняго. Оказалось, что азота нисколько не прибавилось, или, вѣрнѣе, его прибавилось всего лишь 0,0006 грамма, т. е. такое количество, которое стоитъ гораздо ниже, неточностей, возможныхъ при изслѣдованіяхъ подобнаго рода.

Когда замѣчательный докладъ объ этихъ опытахъ былъ выслушанъ въ академіи, то послѣдняя вполне присоединилась къ словамъ Бертелло, сказавшаго, что опыты эти положили конецъ многолѣтнему спору и что, благодаря имъ, должно быть окончательно признано усвоеніе азота почвою при посредствѣ микроорганизмовъ.

§ V.

Ближайшее опредѣленіе различныхъ микроорганизмовъ, фиксирующихъ азотъ.

Бобовыя растенія переводятъ азотъ воздуха въ свои ткани, если на корняхъ ихъ имѣются узловатости, содержащія бактеріи. Этотъ фактъ твердо установленъ. Зерновые хлѣба, напротивъ того, утилизируютъ повидимому только азотъ, заключающійся въ азотно-кислыхъ или амміачныхъ соединеніяхъ. Послѣднее обстоятельство также было подтверждено большимъ числомъ согласныхъ между собою опытовъ.

Оставался переменнымъ только вопросъ, нѣтъ-ли въ длинномъ ряду растений, занимающихъ промежуточное положеніе между двумя названными семействами, такихъ, которыя по свойствамъ своимъ приближались бы къ семейству бобовыхъ? Другими словами, однѣ-ли только бобовыя растенія обладаютъ свойствомъ усваивать атмосферный азотъ, или подобное-же свойство встрѣчается и въ другихъ семействахъ. Давнишніе опыты Жоржъ-Вилля повидимому указывали на то, что и другія растенія, кромѣ бобовыхъ, также ассимилируютъ азотъ воздуха. Совсѣмъ недавно предположеніе это приобрѣло полную достовѣрность ¹⁾.

Замѣчательный методъ, описанный выше, былъ примѣненъ Шлезингомъ сыномъ и Лораномъ не только къ изслѣдованію бобовыхъ растений, но также къ изслѣдованію и другихъ видовъ. Въ первой серіи опытовъ, въ сосудахъ съ точно измѣреннымъ количествомъ воздуха заставляли расти земляныя груши, овесъ, табакъ и горохъ. Кромѣ того нѣсколько сосудовъ, совершенно сходныхъ съ тѣми, въ которыхъ заключены были сѣмена, оставались, безъ всякой растительности. Во второй серіи опытовъ къ овеу и гороху были прибавлены еще горчица, кресъ и шпергель. Въ первой серіи опытовъ усвоеніе азота имѣло мѣсто почти во всѣхъ случаяхъ. Оно было выражено сильнѣе, когда приходилось имѣть дѣло съ горохомъ; при наблюденіяхъ надъ другими растеніями поглощеніе азота хотя и замѣчалось, но въ меньшей степени. Покрайней мѣрѣ въ шести опытахъ изъ семи объемъ газообразнаго азота уменьшился и въ полученныхъ продуктахъ путемъ анализа было обнаружено связаннаго азота больше, чѣмъ было его въ сѣменахъ.

Одинъ изъ этихъ опытовъ былъ особенно интересенъ, такъ какъ при немъ замѣчено было значительное поглощеніе азота, хотя почва и не заключала въ себѣ сѣмянъ какихъ либо растений. Въ этомъ случаѣ на поверхности земли въ большемъ количествѣ развились маленькія зеленыя растенъица, между тѣмъ какъ почти совсѣмъ не было на двухъ другихъ почвахъ, изъ которыхъ одна обнаруживала лишь незначительное поглощеніе азота, тогда какъ другая такого поглощенія не обнаруживала совсѣмъ.

¹⁾ Далѣе мы говоримъ о позднѣйшихъ работахъ Виноградскаго, который опровергаетъ эту способность другихъ растений усваивать атмосферный азотъ. Кажущееся усвоеніе азота мхами и водорослями онъ объясняетъ тѣмъ, что эти растенія поглощаютъ кислородъ воздуха и такимъ образомъ даютъ возможность развиваться особому микробу, усваивающему азотъ, но въ тоже время нуждающемуся въ защитѣ отъ вліянія кислорода Арх. біол. п. т. III, стр. 324 Пер.

Подвергая анализу землю, изъ-подъ зеленого слоя, образованнаго упомянутою растительностью, было выяснено, что земля эта заключала въ себѣ въ видѣ соединеній весь азотъ, исчезнувшій изъ воздуха. Сопоставляя этотъ результатъ съ опытами, при которыхъ не наблюдалось ни поглощенія азота, ни появленія зеленыхъ водорослей, удалось, кромѣ того, замѣтить, что если поглощеніе азота происходило при разведеніи овса или табака, то какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ почва была покрыта этими зелеными водорослями, совершенно также, какъ и тогда, когда она не была засѣяна никакими сѣменами. Отсюда было сдѣлано заключеніе, что водоросли эти обладаютъ способностью усвоить азотъ.

Чтобы провѣрить эту гипотезу была предпринята вторая серія опытовъ, при которой для устраненія описанныхъ водорослей почва покрывалась слоемъ прокаленнаго песка, не заключавшаго въ себѣ никакихъ зародышей. Благодаря этому приспособленію не появлялось никакихъ растительныхъ образований и опытъ становился необыкновенно убѣдительнымъ. Накопленіе азота было замѣтно только тамъ, гдѣ былъ посаженъ горохъ, для другихъ-же растений оно выражалось числами, не выходящими за предѣлы возможныхъ въ данномъ случаѣ ошибокъ.

Эти новыя изслѣдованія Шлѣзинга сына и Лорана установили, что свойство поглощать атмосферный азотъ принадлежитъ еще одному классу живыхъ существъ, именно мхамъ и зеленымъ водорослямъ; благодаря этимъ-же изслѣдованіямъ, былъ пролитъ нѣкоторый свѣтъ на вопросы, оставшіеся до того времени темными.

Жоржъ Вилль, производя многочисленныя опыты надъ растениями, не принадлежащими къ семейству бобовыхъ, наблюдалъ иногда значительное поглощеніе азота. Но при этомъ оказывалось, что очень часто попытки провѣрить этотъ фактъ были неудачны, а условія вліявшія на успѣхъ или неуспѣхъ опытовъ ускользали отъ опредѣленія. Въ настоящее время имѣются основанія, позволяющія создать гипотезу для объясненія этихъ аномалій. Нерѣдко случается, что когда въ лабораторіяхъ въ теченіе нѣкотораго времени сохраняются сложные растворы, состоящіе изъ азотнокислыхъ и фосфорнокислыхъ соединеній и солей калия, предназначенные для питанія растений, посаженныхъ въ обезпложенную почву, то въ нихъ замѣчается появленіе водорослей. Такъ какъ опыты Жоржа Вилля, позволившіе ему констатировать накопленіе азота, производились надъ растениями, получавшими въ началѣ своего роста небольшія количества азотнокислыхъ соединеній, то ничто не мѣшаетъ предположить, что удобренныя такимъ образомъ

почвы были заселены этими тайнобрачными усвоителями атмосфернаго азота и что оставляя свою добычу, растеніямъ, надъ которыми производился опытъ, они позволяли послѣднимъ получать больше азота, чѣмъ сколько имъ доставлялось его самими экспериментаторомъ.

Итакъ атмосферный азотъ проникаетъ въ ткани высшихъ растеній лишь послѣ того, какъ тайнобрачныя растенія извлекли его уже изъ воздуха. Быть можетъ, этимъ именно обстоятельствомъ и нужно объяснить тотъ фактъ, что анализъ открываетъ значительныя количества азота въ землѣ, которая находится подъ злаковыми растеніями. Различныя виды, принадлежащія къ этому многочисленному семейству, сами по себѣ неспособны извлекать азотъ изъ воздуха и непрерывное накопленіе этого послѣдняго въ землѣ, постоянно остававшейся подъ лугами, являлось непонятнымъ до тѣхъ поръ, пока не было замѣчено, что земля эта заселена мхами, которымъ безъ сомнѣнія накопленіе азота и должно быть приписано ¹⁾.

До сихъ поръ точныя опыты не позволяютъ еще утверждать, что какія нибудь иныя семейства явнобрачныхъ растеній, кромѣ бобовыхъ, утилизируютъ для своего нитанія атмосферный азотъ, но опыты эти всетаки заслуживаютъ особаго вниманія, такъ какъ съ перваго взгляда кажется, что результаты, къ которымъ они проводятъ, несогласны съ тѣми, которые мы только что изложили выше.

Въ концѣ 1891 года Бреаль посѣялъ въ большихъ двѣточныхъ горшкахъ, вмѣщавшихъ въ себѣ по 3 килограмма песку, проросшія сѣмена крессъ-салата; песокъ не подвергался при этомъ предварительному прокаливанію, а былъ лишь нѣсколько разъ промытъ и заключалъ въ себѣ слѣды органическихъ веществъ. Къ нему было подбавлено минеральнаго удобренія, что-же касается удобренія азотистаго, то оно не прибавлялось совсѣмъ. Не смотря на то, что горшки были помѣщены въ оранжерею, растенія въ теченіе зимы развивались слабо и окрѣпли только весною. Къ концу опыта крессъ-салатъ разросся превосходно. Нѣкоторыя стебли достигали 0,95 метра въ вышину и имѣли на себѣ зрѣлыя зерна. Уже въ однихъ воздушныхъ частяхъ растеній азота было больше, чѣмъ въ сѣменахъ и водѣ, употреблявшейся для поливки. Когда изслѣдованію были подвергнуты корни, то оказалось, что они достигли удивительнаго развитія пролизывали во

¹⁾ См. примѣчаніе на стр. 111 и 114.

всѣхъ направленіяхъ песокъ и перепутались въ немъ, какъ въ войлокѣ. Оказалось также, что и почва содержала очень большое количество азота.

Этотъ опытъ повторенъ былъ снова, но уже въ сосудахъ меньшихъ размѣровъ; наполнены они были обыкновеннымъ или стерилизованнымъ пескомъ. И въ томъ и въ другомъ случаѣ результатъ получился совершенно обратный. Растенія были слабы, вродѣ тѣхъ, которыя получались у Буссенго, когда ему не удавалось замѣтить никакого увеличенія въ количествѣ азота. Повторяя опытъ еще разъ, и снова посѣявъ крессъ, но уже въ сосудахъ большаго размѣра, констатировали, какъ и при первомъ опытѣ, значительное увеличеніе количества азота. Въ Германіи, профессоръ Франкъ пришелъ къ такимъ-же результатамъ. Можно-ли заключить изъ этихъ фактовъ, что крессъ, разводившійся Бреалемъ или различныя растенія, надъ которыми экспериментировалъ Франкъ, прямо получали азотъ изъ атмосферы? Утверждать это было бы неблагоприятно. Гораздо вѣроятнѣе допустить, что опыты эти служатъ только подтвержденіемъ открытія Бертелло; безъ сомнѣнія, азотъ усваивался изъ воздуха микроорганизмами, находившимися въ песокѣ, которые и шли потомъ на питаніе растеній. Предложеніе это тѣмъ болѣе заслуживаетъ довѣрія, что Бертелло, продолжая свои изслѣдованія надъ микроорганизмами фиксирующими азотъ, успѣлъ выдѣлить нѣкоторые изъ нихъ ¹⁾, а Виноградскій, русскій фізіологъ, имя котораго въ послѣдніе годы приобрѣло заслуженную извѣстность, съ успѣхомъ разводилъ потомъ культуры нѣкоторыхъ изъ этихъ видовъ ²⁾.

Если налить, какъ это дѣлали пятнадцать лѣтъ тому назадъ Макенвъ и я, въ большой стеклянный сосудъ сахарнаго раствора и прибавить къ нему немного фосфорнокислаго аммонія, мѣла въ порошокъ и, наконецъ, горсть земли, а затѣмъ держать эту смѣсь при температурѣ около 30°, то въ ней начнется очень сильное броженіе. Броженіе это сопровождается освобожденіемъ водорода и угольной кислоты, а также образованіемъ кислотъ масляной и уксусной; ферменты, которые принимаютъ участіе въ этомъ броженіи, очень много-

¹⁾ Подвергнувъ детальной провѣркѣ выводы Бертелло, Виноградскій пришелъ къ такому заключенію, что подтвердить ихъ опы не можетъ (Тамъ-же) Пер-

²⁾ Очевидно, Дегеренъ писалъ это въ то время когда Виноградскій еще не опубликовалъ въ окончательномъ видѣ своихъ работъ, гдѣ онъ сообщаетъ о томъ, что открылъ одинъ опредѣленный видъ микроба способный синтезировать атмосферный азотъ. Этотъ микробъ, въ честь великаго основателя бактериологіи, Виноградскій назвалъ *Clostridium Pasterianum*. (Арх. Біол. наукъ 1895 г. № 4.) Пер.

численны и среди нихъ оказывается тотъ самый поглотитель азота, изолировать который удалось Виноградскому. Ферментъ этотъ дѣйствуетъ только при отсутствіи воздуха. Если его помѣстить въ тонкій слой жидкости, и привести такимъ образомъ въ тѣсное соприкосновеніе съ воздухомъ, то поглощенія азота не происходитъ. Но оно наступаетъ, если къ микробу, поглащающему азотъ, прибавить обыкновенныхъ бактерій, обладающихъ способностью поглащать атмосферный кислородъ и переводить его въ угольную кислоту, благодаря чему вокругъ анаэробнаго микроба образуется подходящая для него среда. При одномъ изъ своихъ опытовъ, Виноградскій констатировалъ въ сахаристой жидкости фиксированіе азота въ количествѣ отъ 24 до 28 миллиграммовъ. Можно замѣтить, слѣдуя очень вѣрному наблюденію Бертелло, что это фиксированіе азота соотвѣтствуетъ разложенію углеводовистыхъ веществъ, производимыхъ хлорофилломъ растений. Усвоители углерода и усвоители азота такимъ образомъ пополняютъ другъ друга; хлорофильныя растенія берутъ изъ воздуха угольную кислоту, разлагаютъ ее и образуютъ горючія вещества, которыя сжигаются микробами, поглащающими азотъ, при чемъ образуется опять угольная кислота, а водородъ, по всей вѣроятности, соединяется съ азотомъ въ клѣткахъ этихъ микроскопическихъ существъ.

Нужно-ли оправдываться въ томъ, что мы такъ долго и такъ подробно анализировали недавніе труды ученыхъ, съ достовѣрностью установившихъ вмѣшательство атмосфернаго азота въ явленія растительной жизни? Отвѣтить утвердительно на этотъ вопросъ можетъ только тотъ, кто не видитъ, что усвоеніе почвою азота, находящагося въ атмосферѣ въ неисчерпаемыхъ количествахъ, есть условіе, при которомъ только и возможно сохраненіе жизни на поверхности земли.

Матерія не разрушается и не создается вновь; она облекается только въ новыя формы, которыя не обнаруживаютъ ни ея внутренней природы, ни вѣса элементовъ, ее составляющихъ. Азотъ переходитъ изъ одного существа въ другое. Сегодня онъ входитъ въ сложныя соединенія, составляющія мускульную ткань какого нибудь животнаго, завтра изъ изверженій, подпавшихъ дѣйствію микроорганизмовъ, онъ превращается въ амміакъ, потомъ въ азотную кислоту, проникаетъ въ растеніе, и вотъ, наконецъ, въ видѣ клейковины хлѣба онъ снова готовъ возобновить свои вѣчныя миграціи. Хотя онъ не измѣняется и не разрушается во время своихъ продолжительныхъ пугешествій, онъ можетъ однакоже на долгіе годы выдти изъ круговорота вещества. Растворимыя азотно-кислыя соединенія уносятся въ море и превра-

щуются тамъ въ амміакъ. Стоитъ только вспомнить, что въ каждомъ литрѣ морской воды находится 0,0004 грамма амміака, чтобы представить себѣ, какая громадная масса связаннаго азота заключается въ океаняхъ; и только незначительная часть этого азота возвращается сушѣ, взявшей его изъ воздуха. Правда, океанъ доставляетъ намъ нѣкоторое количество рыбы, прибрежные жители употребляютъ водоросли для удобренія береговыхъ земель, растительность которыхъ отличается благодаря этому, издавна прославленную роскошью. Таково именно происхожденіе наиболѣе плодороднаго береговаго пояса Бретани. Но, не смотря на это, несоотвѣтствіе между количествомъ азотистыхъ соединеній, уносимыхъ въ океанъ и количествомъ ихъ, возвращаемыхъ обратно, все-таки громадно и земля давно уже лишилась бы всего азота, находящагося въ ней въ видѣ соединеній, еслибы атмосфера отчасти не восполняла потерь, которыя постоянно несутъ обрабатываемая почва.

Эти потери увеличиваются по мѣрѣ того, какъ требованія гигиены становятся все болѣе строгими. Никогда все наше населеніе не вынесетъ тѣхъ стѣсненій, которыя налагаютъ на себя жители Сѣвернаго департамента, Альзаса или Прованса, и не станетъ, подобно китайцамъ, употреблять безъ предварительной переработки отбросовъ, накапливающихся въ большихъ городахъ. Между тѣмъ нужно признать, что, именно благодаря этому особенно непріятному обыкновенію, китайцы и были въ состояніи расти численно и процвѣтать въ теченіе тысячелѣтій, тогда какъ другія великія азіатскія государства, населенныя недостаточно предусмотрительными земледѣльцами, мало по малу были поставлены въ невозможность жить въ странахъ, истощенныхъ дурною обработкою землю.

Вслѣдствіе того, что у насъ нѣтъ обыкновенія утилизировать отбросы, которые отправляются либо въ море, какъ это дѣлается въ Лондонѣ, либо въ Сену, какъ это практикуется въ Парижѣ, мы вынуждены жить на счетъ скуднаго запаса, который долженъ будетъ исчезнуть въ недалекомъ будущемъ. Теперь въ нашихъ хозяйствахъ расходуютъ селитру, которую съ большими трудностями цѣлый флотъ разыскиваетъ въ Атакамѣ, на американскомъ берегу тихаго океана, откуда въ теченіе цѣлаго полустолѣтія рабы доставляли намъ гуано, теперь уже почти совершенно исчезнувшее. Мы употребляемъ кромѣ того еще сѣрнокислую соль аммонія, получающуюся при очищеніи свѣтильнаго газа; мы заставляемъ, такимъ образомъ, циркулировать теперь азотъ, накопленный въ тѣ отдаленныя эпохи, когда мощная и

однообразная растительность, покрывавшая землю, собирала громадные запасы тепла и силы, которые мы утилизируемъ въ настоящее время. Но азотъ, заключающійся въ перувианской селитрѣ, въ сѣрно-кислой соли аммонія или въ навозѣ, совершенно не можетъ уравновѣсить постоянно происходящихъ потерь его и еслибы можно было вычислить, какое количество соединеній азота ежегодно уходитъ въ глубину океановъ и какое добывается изъ эксплуатируемыхъ мѣсторожденій этихъ соединеній, то разница между обѣими величинами оказалась-бы громадная.

Не смотря на эти огромныя потери, наши луга каждую весну покрываются травой, а лѣса одѣваются новой листвою безъ всякой помощи съ нашей стороны. Ихъ жизнь поддерживается атмосфернымъ азотомъ, значеніе котораго мы начали теперь понимать.

Тридцать лѣтъ тому назадъ Пастеръ заставилъ насъ понять роль, какую играютъ микроорганизмы. Онъ показалъ, что существа эти являются необходимыми дѣятелями при разложеніи органической матеріи и при превращеніи ея въ тѣ простыя формы, въ которыхъ составляющіе ее элементы входятъ въ общій круговоротъ вещества. Если бы—говорилъ онъ—микроскопическія существа исчезли съ нашей землѣ, ея поверхность была бы загромождена мертвою органическою матеріею и всякаго рода трупами животныхъ и растений. Главнымъ образомъ благодаря имъ, кислородъ обладаетъ своими окисляющими свойствами; безъ нихъ жизнь сдѣлалась бы невозможной, потому, что дѣю смерти не было бы полнымъ“.

Послѣ 1862 года, справедливость идей Пастера была подтверждена безчисленнымъ множествомъ изслѣдованій. Но наука не стоитъ на мѣстѣ и въ настоящее время выяснена новая функція микроорганизмовъ. Они работаютъ не только надъ тѣмъ, чтобы сдѣлать органическую матерію пригодною для ассимилированія ее высшими растеніями, переводя ее въ воду, угольную кислоту, амміакъ, азотную кислоту, однимъ словомъ въ простѣйшія формы, подъ которыми элементы ея могутъ быть утилизированы этими растеніями; помимо того, они вступаютъ въ ассоціацію съ нѣкоторыми избранными растительными видами и доставляютъ имъ самый драгоцѣнный питательный матеріалъ, азотистое вещество, которое они вырабатываютъ съ помощью атмосфернаго азота. Изолированные въ глубинѣ или оставаясь на поверхности дѣвственныхъ почвъ, они вырабатываютъ наиболѣе сложное органическое азотистое вещество и вводятъ въ круговоротъ жизни элементъ труднѣе всего въ него проникающій,—именно азотъ. Дѣятельность

этихъ элементарныхъ существъ является, по прекрасному выраженію Бертелло, источникомъ синтезовъ въ истинномъ смыслѣ этого слова.

Исторія этихъ существъ заключаетъ въ себѣ, безъ сомнѣнія, еще очень много темнаго. Какимъ образомъ вступаетъ азотъ въ соединенія? Каковы реакціи, опредѣляющіеся усвоеніе этого инертнаго газа? До сихъ поръ мы не имѣемъ еще возможности выставить на этотъ счетъ какія-либо гипотезы. Впрочемъ, какъ бы то ни было, слѣдующія положенія могутъ считаться установленными: усвоеніе атмосфернаго азота почвою, питающею растительность, обезпечиваетъ продолженіе жизни на землѣ и совершается подъ вліяніемъ микроорганизмовъ, заключающихся въ ней.

ГЛАВА ВТОРАЯ

УТИЛИЗАЦІЯ АЗОТА ПОЧВЫ:

Просматривая отчетность по какому нибудь большому хозяйству, находящемуся въ одной изъ сѣверныхъ областей нашей страны, гдѣ обширныя пространства занимаютъ подъ посѣвы свекловицы, можно видѣть, что расходъ на удобрёніе достигаетъ тамъ значительныхъ размѣровъ. Удобрёніе прибрѣтается тамъ съ одной стороны въ видѣ суперфосфатовъ, а съ другой, въ еще большихъ количествахъ, въ видѣ азотистыхъ удобрительныхъ веществъ—сѣрвокислой соли аммонія и въ особенности въ видѣ селитры.

Дѣйствительно, не смотря на навозъ, доставляемый скотомъ, который кормится въ теченіе зимы отбросами отъ сахарнаго производства, земля всетаки даетъ хорошіе урожаи только въ тѣхъ случаяхъ, когда въ нее вносится еще дополнительное удобрёніе. Значить-ли это, что земля, въ такой степени нуждающаяся въ веществахъ, повышающихъ плодородіе, не заключаетъ въ себѣ веществъ, содержащихъ азотъ?

Совсѣмъ напротивъ. Анализъ показываетъ, что на одинъ килограммъ земли средняго плодородія приходится одинъ граммъ связаннаго азота; въ земляхъ очень плодородныхъ содержаніе азота въ одномъ килограммѣ достигаетъ 2 граммовъ; еще выше оно въ луговой землѣ. Если принять, что корни однолѣтнихъ растений проникаютъ въ почву на глубину 35 цент. хотя въ дѣйствительности они и не заходятъ такъ далеко, то окажется, что слой такой глубины, покрывающій пространство въ 10,000 кв. метр. т. е. въ одинъ гектаръ, вѣситъ 4000 тоннъ по 1000 килог. каждая; если допустить, далѣе, что соединенія азота составляютъ по вѣсу одну тысячную часть всей почвы, то одинъ гектаръ будетъ содержать ихъ въ количествѣ 4000 килограммовъ; величина эта должна быть удвоена, если содержаніе азота достигаетъ до двухъ тысячныхъ. Между тѣмъ

хорошій урожай свекловицы или пшеницы требуетъ только отъ 100 до 120 килограммовъ азота. Такимъ образомъ, между величиною запасовъ азотистаго вещества въ почвѣ и величиною расходовъ этого вещества на произведеніе хорошаго урожая, нѣтъ никакого соответствія и можно удивляться, почему урожаи становятся обильными только тогда, когда къ огромному количеству азота, заключающагося въ почвѣ, прибавляются незначительныя его порціи въ видѣ 200 или 300 килограммовъ селитры, вывозимыхъ хозяевами на каждый гектаръ земли, засѣваемой свекловицею.

§ I.

Необходимость азотъ-содержащихъ удобреній. Опроверженіе минеральной теоріи Либиха. Лоозъ и Джилбертъ. Буссенго.

Противорѣчіе, заключающееся въ необходимости прибавлять азотистое удобреніе къ землѣ и безъ того уже очень богатой азотомъ, послужило поводомъ къ спору между агрономами въ теченіе цѣлаго подустолѣтія.

Открытіе большого содержанія соединеній азота въ почвахъ, подвергающихся обработкѣ, было сдѣлано Либихомъ въ то самое время, когда Буссенго и Пейанъ (Payen) во Франціи пытались опредѣлить достоинство удобренія въ связи съ содержаніемъ въ немъ азота. Либихъ энергично напалъ на такой способъ оцѣнки. Разсужденіе, которое онъ проводилъ по этому поводу, было довольно правдоподобно. „Одна тонна навоза—говорилъ онъ—содержитъ пять килогр. азота; а 30 тоннъ навоза достаточно для того, чтобы хорошо удобрить землю; вы вводите такимъ образомъ въ землю 150 килогр. азота. Но какую-же пользу могутъ принести эти 150 килограммовъ землѣ, въ которой имѣется уже отъ 4000 до 8000 килогр. азота? Буссенго и Пейанъ ошибаются; не азотъ, заключающійся въ удобреніи, придаетъ цѣнность послѣднему; удобреніе полезно потому, что въ немъ есть минеральныя вещества—фосфорная кислота и поташъ“.

Вопросъ былъ поставленъ очень опредѣленно и нужно было, чтобы опыты рѣшили его. Въ 1844 г. Лоозъ и Джилбертъ предприняли въ Ротамшtedѣ тѣ опыты, которые они продолжаютъ еще и до сихъ поръ. Они посѣяли на однородныхъ участкахъ земли однѣ и тѣже растенія; одна часть этихъ растений получила только минеральное удобреніе, состоявшее изъ фосфорнокислой извести, хлористаго калия

и сѣрнокислаго магнія, а другой ихъ части дано было кромѣ того еще удобреніе, въ составъ котораго входила сѣрнокислая соль аммонія. Въ томъ и другомъ случаѣ результатъ получился неодинаковый и вліяніе азотистаго удобренія обнаружилось самымъ рѣшительнымъ образомъ: на участкахъ, получавшихъ это удобреніе, урожай оказался вдвое и втрое выше, чѣмъ тамъ, гдѣ земля удобрялась однѣми только минеральными веществами.

Со своей стороны, Буссенго также произвелъ опытъ, который былъ придуманъ имъ съ цѣлью показать въ остроумной формѣ несостоятельность теоріи Либиха, снискавшей ея автору большую извѣстность. „Если вѣрить Либиху—говорилъ онъ—въ своемъ курсѣ, читанномъ въ музеѣ искусствъ и ремеселъ, будто полезны только однѣ минеральныя вещества, содержащіяся въ удобреніи, то нужно признать также и то, что мы, хозяева, очень плохо знаемъ свое дѣло. Въ теченіе цѣлыхъ сотенъ лѣтъ мы съ большими затратами и съ большимъ трудомъ вывозили хлѣвной навозъ на поля. Теперь мы будемъ умиѣ, ставемъ сжигать нашъ навозъ и для перевозки небольшого количества золы, которая должна получиться при этомъ, намъ будетъ достаточно тачки“.

Опытъ производился на двухъ, равныхъ по величинѣ, участкахъ, почва которыхъ была истощена уже обработкою. Одинъ изъ нихъ удобряли золою, полученною отъ сжиганія 500 килогр. навоза, и засѣвали овсомъ; другой удобрялся прямо 500 килогр. навоза и засѣвался такимъ-же количествомъ овса. Когда овесъ созрѣлъ, то оказалось, что на полѣ, гдѣ удобреніемъ служилъ навозъ, урожай былъ самъ—четырнадцать, а на полѣ, гдѣ для удобренія была употреблена зола,—всего лишь самъ—четыре.

Впрочемъ Либихъ могъ выставить свою минеральную теорію только потому, что ему неизвѣстно было содержаніе фосфорной кислоты и поташа въ большей части нашихъ обрабатываемыхъ земель. Если бы онъ узналъ, какъ это извѣстно намъ теперь, что земли эти содержатъ въ себѣ не меньше фосфорной кислоты и поташа, чѣмъ азота, онъ принужденъ бы былъ уступить. Въ самомъ дѣлѣ, если большое количество связаннаго азота находящагося въ почвѣ, дѣлаетъ бесполезнымъ азотистое удобреніе, то совершенно такое-же соображеніе сохраняетъ силу по отношенію къ фосфорной кислотѣ и поташу. Употреблять ихъ нѣтъ надобности, потому что почти во всякой землѣ анализъ открываетъ ихъ присутствіе. Такимъ образомъ приходится признать выводъ, допустить который невозможно, именно, что удобреніе бесполезно.

Но если опытъ и осудилъ гипотезу Либиха, онъ не разрѣшилъ все-таки слѣдующаго парадокса: къ землѣ богатой азотомъ выгодно однако-же прибавлять азотистое удобрение. Не зависитъ-ли послѣднее обстоятельство отъ того, что азотъ, заключающійся въ почвѣ, инертенъ, бесполезенъ и не оказываетъ никакого дѣйствія на растенія?

Небольшая часть этого азота дѣйствительно входитъ въ соединенія, способныя подвергаться ассимиляціи. Буссенго доказалъ это опытомъ, въ которомъ онъ, по его остроумному замѣчанію, желалъ къ мнѣнію ученыхъ относительно азотистаго вещества, присоединить еще и „мнѣніе растеній“.

Для опыта берутъ искусственную почву, приготовленную изъ камней, песку и небольшого количества хорошей земли съ такимъ содержаніемъ азота, которое было бы достаточно для питанія растенія, если только, конечно, азотъ этотъ способенъ усваиваться. Производятъ посѣвъ; сѣмя прорастаетъ и растеніе развивается, но такое слабое и тощее, что можно подумать, будто бы къ почвѣ, на которой оно растетъ, совсѣмъ не прибавляли хорошей земли. Очевидно, растеніе не воспользовалось тѣмъ азотомъ, который находился въ этой землѣ.

Въ какомъ-же состояніи былъ тамъ азотъ? Какое соединеніе образовалъ онъ? Не можемъ-ли мы побѣдить его инертность и не существуетъ-ли какихъ-нибудь средствъ, при помощи которыхъ можно было бы извлекать выгоду изъ богатствъ, накопленныхъ въ нашихъ обрабатываемыхъ земляхъ? Вотъ вопросы, изслѣдованіемъ которыхъ мы займемся теперь.

§ II.

Происхожденіе и составъ гумуса.

Рыхлая земля, въ которую растенія зарываютъ свои корни, состоитъ обыкновенно изъ четырехъ различныхъ составныхъ частей; изъ измельченныхъ обломковъ горныхъ породъ, образующихъ песокъ; изъ пластическаго вещества—глины, которая есть нечто иное, какъ кремнекислая соль амонія, и которая образовалась при разрушеніи силикатовъ, составляющихъ первичныя или изверженныя горныя породы; изъ извести и, наконецъ, изъ чернаго вещества, очень плохо растворимаго въ водѣ, но доступнаго дѣйствію кислотъ и основаній,—изъ гумуса. Въ этомъ-то гумусѣ и находится азотъ въ соединеніи съ углеродомъ, водородомъ и кислородомъ.

Гумусъ есть ни что иное, какъ остатокъ, образовавшійся при разложеніи органическаго вещества насѣкомыми или тайнобрачными растеніями. Знаменитый Дарвинъ уже давно указалъ на очень любопытную роль, какую играютъ дождевые черви при образованіи гумуса. Черви эти увлекаютъ съ собою въ отверстія, которыя они вырываютъ въ землѣ, мертвые листья, покрывающіе ея поверхность и выдѣляютъ изъ себя изверженія смѣшанныя съ большимъ количествомъ земли. Ученый англійскій натуралистъ ссылается на любопытный опытъ, сдѣланный Фонъ-Гёзеномъ, повторить который легко можетъ всякій. Два земляныхъ червя были помѣщены въ сосудъ, діаметръ котораго былъ равенъ 45 цент. Сосудъ этотъ былъ наполненъ пескомъ, который былъ прикрытъ сверху сухими листьями. Черви утаскивали листья одинъ за другимъ въ свои норы и, по истеченіи шести недѣль, слой песку глубиною въ одинъ сантиметръ, пройдя черезъ пищеварительные органы червей, превратился въ гумусъ.

Это превращеніе вещества умершихъ растеній въ черную субстанцію, легко растворимую въ щелочахъ, повидимому очень благоприятно для растеній, растущихъ впоследствии. Одинъ англійскій чиновникъ, долго прожившій въ Гвинее, утверждаетъ, что негры отдають при обработкѣ преимущество тѣмъ землямъ, которыя были перемяшаны и перетерты червями и покрыты ихъ изверженіями.

Еще энергичнѣе дѣйствуютъ микроорганизмы, грибы, бактерии и всякаго рода ферменты, которые кипятъ въ почвѣ и разрушаютъ всякое органическое вещество, накапливающееся въ ежегодно смѣняющейся растительности. Это разрушеніе есть ихъ дѣло. Если ихъ убить, продержавъ нѣкоторое количество земли въ теченіе нѣсколькихъ часовъ при температурѣ въ 120° , то процессы разложенія въ ней прекратятся и, земля не будетъ больше выдѣлять углекислоты, какъ это происходитъ при обыкновенныхъ условіяхъ.

Въ самомъ дѣлѣ, послѣ удивительныхъ работъ Пастера, сдѣлалось извѣстно, что для разложенія органическаго вещества необходимо участіе микроорганизмовъ и что жидкости, легче всего измѣняющіяся напр. молоко, не подвергаются никакимъ превращеніямъ, если, повышая температуру выше 100° , убить всѣ заключающіеся въ нихъ ферменты. Такъ называемое пастеризованное молоко (выраженіе, сдѣланное въ настоящее время обычнымъ) представляетъ собою молоко, освобожденное отъ всѣхъ микроорганизмовъ, такъ быстро измѣняющихъ его составъ, и можетъ быть сохраняемо въ теченіе неопредѣленно долгаго времени. Въ настоящее время возникаетъ даже дѣ-

лая промышленность, которая стремится замѣнить свѣжее молоко консервированнымъ.

Энергія, съ которою микроорганизмы нападаютъ на остатки растений, бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ легче въ ихъ массѣ проникаетъ воздухъ. При недостаткѣ воздуха разложеніе идетъ очень медленно. Этимъ обстоятельствомъ пользуются сельскіе хозяева, которые помѣщаютъ кормъ для скота въ ямы, чтобы сохранить его въ теченіе зимы въ свѣжемъ видѣ. Маисъ, не вызрѣвающій въ климатѣ Парижа, идетъ тамъ на кормъ скоту, въ сухомъ видѣ онъ твердѣетъ и животныя только съ трудомъ могутъ его ѣсть. Съ другой стороны въ сыромъ климатѣ бываетъ трудно получить сухое сѣно съ естественныхъ или искусственныхъ луговъ, когда они косятся во второй разъ. Часто несвоевременный ливень мочить сѣно, почти уже совсѣмъ сухое, и послѣднее снова приходится раскидывать для просушки, такъ какъ, если уложить его въ сыромъ видѣ, то въ немъ начнутъ развиваться грибки, оно покроется плѣсенью и не будетъ годно для употребленія. И вотъ, чтобы устранить эти неудобства, траву или зеленый маисъ помѣщаютъ въ обложенную кирпичемъ яму такъ, чтобы они образовали тамъ сплошную массу, и покрываютъ сверху толстыми дубовыми досками. Благодаря дыханію растений, весь кислородъ, заключающійся между слоями травы, поглощается, а его мѣсто занимаетъ угольная кислота. Какъ только произойдетъ эта замѣна одного газа другимъ, такъ наиболѣе энергичные изъ микробовъ-разрушителей исчезаютъ изъ внутреннихъ частей корма и продолжаютъ свою работу только на его поверхности, именно тамъ, гдѣ внѣшній воздухъ какимъ нибудь образомъ нашель себѣ доступъ. Изслѣдуя одну изъ такихъ ямъ, послѣ того какъ ее открыли, можно очень хорошо видѣть, какое вліяніе оказываетъ воздухъ на разрушеніе растительнаго вещества. Верхній слой послѣдняго оказывается покрытымъ плѣсенью и представляется сильно измѣненнымъ, а слѣдующій слой, имѣющій нѣсколько цент. въ толщину бываетъ весь усыянъ бѣлыми наростами, состоящими изъ скопленія грибковъ. Здѣсь дѣятельно совершается окисленіе и температура бываетъ настолько повышена, что судить объ ней можно уже по одному прикосновенію рукой; ниже, куда воздухъ не былъ въ состояніи проникнуть, въ кормѣ не замѣчается никакихъ перемѣнъ.

Изъ остатковъ растений, вслѣдствіе дѣятельности тайнобрачныхъ, образуются вещества трехъ родовъ; въ составъ однихъ изъ этихъ веществъ входятъ углеродъ, а затѣмъ кислородъ и водородъ въ такой пропорціи, въ какой эти два послѣдніе газа соединены въ водѣ. Угле-

воды химиковъ—крахмаль, целлюлёза, ¹⁾ камеди ²⁾ принадлежать къ этой именно группѣ; затѣмъ тѣла болѣе богатыя углеродомъ, чѣмъ только что перечисленные, и образующія въ растеніяхъ, главнымъ образомъ стѣнки сосудовъ, составляютъ вторую группу веществъ, которыя извѣстны подъ названіемъ веществъ васкулёзныхъ ³⁾. Наконецъ третья группа образуется веществами, содержащими азотъ. Судьба постигающая вещества, принадлежащія къ этимъ тремъ группамъ, очень различна. Углеводы дѣликомъ сгораютъ при окисленіи; грибки питаются ими, выдѣляя при дыханіи весь ихъ углеродъ въ видѣ угольной кислоты; точно также дѣликомъ потребляются этими грибами и вещества содержащія азотъ, которыя идутъ на образованіе ихъ тканей; васкулёзныя вещества лучше сохраняются и въ меньшей степени подвергаются измѣненіямъ. Смѣсь этихъ послѣднихъ веществъ съ остатками грибковъ, погибшихъ отъ недостатка пищи, и образуетъ гумусъ.

Гумусъ гораздо богаче азотомъ, чѣмъ остатки растеній, изъ которыхъ онъ образовался, такъ какъ та часть этихъ остатковъ, которая состояла изъ углеводовъ, уже исчезла. Азотъ, входившій въ составъ бѣлковыхъ растительныхъ веществъ является здѣсь разсѣяннымъ въ разложившейся матеріи, а его количество увеличившимся въ сотни разъ. Обстоятельство это въ послѣднее время было хорошо замѣчено Костычевымъ при его изслѣдованіяхъ надъ южно-русскимъ черноземомъ, въ которомъ содержаніе гумуса настолько велико, что земля эта съ незапамятныхъ временъ и безъ всякаго удобренія даетъ постоянные, хотя и посредственные, урожаи пшеницы и ржи.

Остатки предшествующей растительности, подвергшіеся большому или меньшему разложенію, смотря по степени того вліянія, какое оказала на нихъ дѣятельности низшихъ тайнобрачныхъ растеній, вмѣстѣ съ остатками этихъ самыхъ тайнобрачныхъ, т. е. съ трупами микроорганизмовъ, фиксирующихъ азотъ, и образуютъ органическое вещество почвы. Въ немъ залегаютъ тѣ самые 4000 или 8000 килогр. азота, которые анализъ обнаруживаетъ въ почвѣ одного гектара; изъ него заимствуетъ необходимый матеріалъ для своего роста дикая растительность; въ немъ-же находятъ себѣ пищу и тѣ тощія жатвы, которыя получаютъ безъ помощи какого-либо удобренія.

Гумусъ можетъ сохраняться въ почвѣ и накопляться въ ней въ

¹⁾ Клетчатка, распространенная въ природѣ въ видѣ оболочекъ растительныхъ клетокъ.

²⁾ Растительный клей, получающійся при ослизненіи клетчатки.

³⁾ Одеревенѣвшая клетчатка.

огромныхъ количествахъ, какъ это бываетъ, напр., въ лугахъ, заливаемыхъ водою, только потому, что онъ мало способенъ измѣняться. Онъ лишь очень медленно превращается въ вещества пригодныя для питанія растений; именно благодаря медленности этого процесса, употребленіе азотистыхъ удобреній является необходимымъ и мы должны примѣшивать къ почвѣ такія богатые азотомъ вещества, какъ сѣрно-кислый аммоній или селитра.

По условіямъ посѣва и жатвы намъ приходится соединять вмѣстѣ на одной и той-же почвѣ большое число особей, принадлежащихъ къ одному и тому-же растительному виду. Посѣянные одновременно, растенія эти одновременно-же проходятъ черезъ различныя ступени своего развитія, предъявляя окружающей средѣ одинаковыя требованія. И такъ какъ гумусъ претерпѣваетъ только медленные превращенія и своевременно не можетъ удовлетворить спросу растений на питательныя вещества, то намъ и приходится восполнять недостающее пріобрѣтеніемъ азотистаго удобрения. Удобреніе это необходимо только потому, что мы не въ состояніи еще переводить каждую весну и въ началѣ каждаго лѣта азотъ, заключающійся въ гумусѣ въ формы, пригодныя для усвоенія ихъ растеніями. Это переведеніе азота изъ однѣхъ формъ соединеній въ другія совершается при помощи ферментовъ почвы. Намъ необходимо теперь съ одной стороны узнать, каковы-же тѣ формы, подъ вліяніемъ которыхъ азотъ усваивается растеніями, а съ другой—прослѣдить дѣйствіе ферментовъ, перерабатывающихъ гумусъ и дѣлающихъ растворимыми и усвояемыми элементы, изъ которыхъ онъ образованъ.

§ III.

Азотистое питаніе злаковыхъ и бобовыхъ растеній.

Если съ одной стороны существуютъ очень распространенныя растенія къ числу ихъ принадлежитъ, напримѣръ, вся группа зерновыхъ хлѣбовъ которыя—могутъ успѣшно развиваться на почвахъ бѣдныхъ органическими веществами но обильно снабженныхъ минеральной пищей—азотнокислыми или амміачными солями, то съ другой стороны есть и такія растенія, которыя могутъ хорошо произростать только въ томъ случаѣ, если ихъ корни находятъ извѣстныя, годныя для питанія, органическія вещества, образовавшіяся изъ гумуса. Вещества эти, благодаря сложности ихъ строенія, съ трудомъ лишь поддаются изученію и до сихъ поръ еще плохо опредѣлены.

Если мы оставимъ въ сторонѣ растенія, растущія на почвѣ, покрытой верескомъ и составляющіе украшеніе нашихъ садовъ, растенія вродѣ азалій, рододендроновъ, гортензій и т. под., и ограничимся только тѣми, которыя разводятся сельскими хозяевами, то мы найдемъ, что среди нихъ зерновые хлѣба и бобовыя растенія существеннымъ образомъ отличаются другъ отъ друга по своему питанію.

Давно уже извѣстно, что клеверъ, люцерна или эспарсетъ не могутъ, подобно пшеницѣ, овсу или ячменю, родиться неопредѣленно долгое время на одной и той-же землѣ. Это наблюденіе, очень распространенное среди сельскихъ хозяевъ, было блестящимъ образомъ подтверждено опытами, которые были произведены въ Ротамштедѣ Лозомъ и Джилбертомъ. Въ теченіе пятидесяти лѣтъ (первый урожай былъ собранъ въ 1844 году) эти два хозяина сѣяли хлѣбъ на одномъ и томъ-же полѣ, и участки, получавшіе удобреніе въ видѣ азотнокислыхъ и аміакальныхъ солей, суперфосфатовъ и солей кація, давали урожаи столь-же обильные и даже еще нѣсколько лучше, чѣмъ тѣ которые удобрялись навозомъ и которые слѣдовательно получали удобреніе одновременно какъ въ видѣ веществъ минеральныхъ такъ и въ видѣ веществъ органическихъ. Между тѣмъ, когда они пробовали такимъ-же образомъ разводить клеверъ, то всѣ ихъ попытки оканчивались неудачей, все равно сѣялось-ли это растеніе на участкахъ совсѣмъ неудобренныхъ или-же на такихъ, гдѣ къ землѣ прибавлялись либо химическое удобреніе, либо навозъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда клеверомъ засѣвалась земля уже истощенная предшествовавшими посѣвами того-же самага растенія, посѣвъ всходилъ, но потомъ погибалъ, а вмѣсто него появлялись различныя злаковыя растенія, которыя разрастались съ тѣмъ большею силою, чѣмъ больше удобренія было получено почвою.

Въ Ротамштедѣ клеверъ постоянно давалъ урожаи только въ одномъ мѣстѣ, а именно на небольшой грядкѣ въ саду, прилежащемъ къ дому, въ которомъ жилъ Лоозъ.

Въ чемъ-же заключалось отличіе этой небольшой грядки отъ сосѣднихъ? Оно заключалось въ томъ, что садовая земля въ теченіе длиннаго ряда лѣтъ получала въ изобиліи навозное удобреніе, которое мало-помалу подверглось метамарфозу и пришло въ такое состояніе, что заключавшееся въ немъ азотистое вещество сдѣлалось пригоднымъ для усвоенія клеверомъ. Свѣжій навозъ для этой цѣли непригоденъ. здѣсь нуженъ нѣкоторый продуктъ, занимающій промежуточное положеніе между гумусовыми веществами, заключающимся въ навозѣ, и азотнокислыми или аміачными солями, которыя образуются изъ него путемъ послѣдовательнаго ряда разложеній.

Я самъ произвелъ по этому поводу нѣсколько опытовъ, о которыхъ слѣдуетъ разсказать. Выбравъ въ 1875 году, въ Гринѣнѣ поле для опытовъ, я отвелъ нѣсколько участковъ подъ культуру, безъ удобренія. Черезъ пять или шесть лѣтъ истощеніе этихъ участковъ было уже довольно замѣтно, такъ какъ свекловица давала тамъ самыя ничтожныя урожаи, а клеверъ родился плохо. Напрасно пытались улучшить ихъ минеральнымъ удобреніемъ. Когда землю съ этихъ участковъ подвергли анализу, чтобы узнать, какихъ элементовъ недостаетъ въ ней, то оказалось, что содержаніе гумуса въ этой землѣ сильно понизилось, а органическое вещество измѣнилось. Дренажная вода, вытекавшая съ этихъ истощенныхъ участковъ, была совершенно безцвѣтна, тогда какъ вода съ полей, находившихся въ хорошемъ состояніи, имѣла легкую окраску янтарнаго цвѣта, происходившую отъ того, что тамъ находилось въ видѣ раствора соединеніе органическаго вещества съ известью.—Растворъ этотъ былъ полезенъ молодымъ растеніямъ и отличался свойствомъ оказывать на нихъ очень хорошее вліяніе.

И вотъ для того, чтобы лучше выяснить, что злаковыя и бобовыя растенія берутъ изъ почвы не однѣ и тѣже питательныя вещества и что присутствіе органическихъ веществъ будучи безразличнымъ для первыхъ, является необходимымъ для вторыхъ, я наполнялъ большіе сосуды, вмѣстимостью въ 50 литровъ, землю, истощенною посѣвами безъ всякаго удобренія. Въ однихъ изъ этихъ сосудовъ былъ посѣянъ—райграссъ, газонное растеніе, принадлежащее къ злаковымъ, въ другихъ—клеверъ. Въ нѣкоторые изъ сосудовъ какъ съ однѣми, такъ и съ другими растеніями, было прибавлено химическое удобреніе, въ другіе—содержащее гумусъ вещество въ растворѣ, который легко получается изъ твердаго навоза, наконецъ въ третьи—не прибавлялось ничего и они оставались безъ всякаго удобренія. Результаты получились очень любопытныя, райграссъ превосходно разросся на почвѣ съ химическимъ удобреніемъ и далъ только посредственный урожай тамъ, гдѣ удобреніемъ служили гумусовыя вещества, не смотря на то, что въ обоихъ случаяхъ старались вводить въ землю въ видѣ удобренія одинаковыя количества азота, фосфорной кислоты и поташа. Что касается клевера, то здѣсь обнаружилось совсѣмъ другое; химическое удобреніе на него не оказало почти никакого или только очень слабое вліяніе, между тѣмъ какъ земля, удобрявшаяся веществомъ содержащимъ гумусъ, дала отличный урожай.

Всѣ эти факты свидѣтельствуютъ объ одномъ и томъ-же. Гумусовое азотъ содержащее вещество почвы или навозный перегной, растворимый въ щелочныхъ соляхъ угольной кислоты, служитъ пищею для нѣкоторыхъ видовъ растеній, именно для бобовыхъ, если, подвергаясь въ теченіе нѣкотораго времени дѣйствію воздуха и ферментовъ почвы, онѣ принимаютъ ту особенную форму, точно опредѣлить которую въ настоящее время мы не имѣемъ еще возможности. Наоборотъ, для большей части другихъ растеній вещества эти являются только первоначальнымъ источникомъ и становятся доступными для питанія лишь послѣ того, какъ подвергнутся болѣе полному метаморфозу и ихъ азотъ путемъ послѣдовательныхъ превращеній явится въ видѣ амміака или азотной кислоты.

§ IV.

Превращеніе гумуса.—Образованіе амміака.

Упомянутый метаморфозъ происходитъ подъ вліяніемъ микроорганизмовъ, заключающихся въ почвѣ. Чтобы провѣрить этотъ фактъ, поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Берутъ двѣ пробы земли и опредѣляютъ въ нихъ путемъ анализа содержаніе амміака, т. е. того дурно пахнущаго и состоящаго изъ водорода и азота соединенія, которое является въ концѣ распаденія веществъ животнаго происхожденія, когда послѣднее разлагается безъ доступа воздуха. Затѣмъ землю одной пробы стерилизуютъ, нагрѣвая ее въ теченіе нѣсколькихъ часовъ до температуры около 120°, а другую пробу оставляютъ при обыкновенной температурѣ; потомъ и ту и другую уплотняютъ и сохраняютъ все время очень влажными, чтобы затруднить такимъ образомъ доступъ въ нихъ воздуха и устранить разрушеніе амміака путемъ его окисленія. Въ приготовленныхъ такимъ образомъ пробахъ земли опредѣляютъ черезъ различные промежутки времени количество образовавшагося амміака и находятъ, что по истеченіи одного мѣсяца, полугодя или двухъ лѣтъ содержаніе амміака нисколько не измѣнилось въ стерилизованной землѣ и, наоборотъ, весьма значительно увеличилось въ землѣ, которая не была подвергнута дѣйствію температуры достаточно высокой для того, чтобы убить зародышей заключающихся въ ней микроорганизмовъ.

Мюнцъ и Кудомъ, точно установившіе въ послѣднее время этотъ фактъ, пришли къ заключенію, что живыя существа, превращающія

азотистое органическое вещество въ амміакъ, очень многочисленны. Въ то время какъ большая часть опредѣленныхъ измѣненій, вызываемыхъ дѣятельностью микроорганизмовъ, бываетъ тѣсно связана съ присутствіемъ какого-нибудь одного вида, исключительно, такъ сказать, специализировавшагося на производствѣ извѣстныхъ веществъ, существуютъ другія измѣненія, которыя вызываются многими различными видами микроорганизмовъ. Образование амміака является такимъ образомъ обычною функціею, которою надѣлены различные организмы.

Самый механизмъ этого образованія остается еще скрытымъ отъ насъ. Гумусъ, заключающійся въ почвѣ богатой углеродомъ, подвергается постоянному окисленію; его сложная частица мало по малу распадается, теряя свой углеродъ, который является затѣмъ въ газообразныхъ составныхъ частяхъ почвы въ видѣ угольной кислоты. Поэтому, если взять почву, долго остававшуюся безъ удобренія, и одновременно опредѣлить въ ней содержаніе углерода и азота, то окажется, что количество углерода въ ней превышаетъ по вѣсу количество азота только въ четыре раза, между тѣмъ какъ въ почвѣ, должнымъ образомъ удобрявшейся, углерода по вѣсу въ восемь или девять разъ больше, чѣмъ азота. Какимъ-же образомъ микроорганизмы разрушаютъ эту очень богатую азотомъ частицу до образованія изъ нея амміака? До сихъ поръ еще это остается неизвѣстнымъ. Но если мы не знаемъ относящихся сюда подробностей, то тѣмъ не менѣе самый фактъ такого разрушенія все таки является въ высокой степени важнымъ. Послѣ того, какъ сложное азотистое вещество, входившее въ составъ растенія, разложившись, превратилось въ гумусъ, а затѣмъ азотъ этого послѣдняго явился въ видѣ амміака, послѣ того, какъ ткани животнаго превратились въ продукты гніенія, среди которыхъ наиболѣе важнымъ представляется опять таки амміакъ, азотъ достигаетъ наконецъ такого момента, за которымъ направленіе его вѣчныхъ переходовъ рѣзко измѣняется.

Нигдѣ превосходныя замѣчанія Пастера относительно роли микроорганизмовъ при разложеніи веществъ не прилагаются съ такою силою, какъ при превращеніи сложныхъ азотистыхъ соединеній въ амміакъ и мы никогда не признаемъ излишнимъ повторять, что именно благодаря дѣятельности ферментовъ мертвая матерія принимаетъ ту форму, подъ которою она снова проникаетъ въ живыя существа. „Безъ этихъ микроорганизмовъ жизнь сдѣлалась-бы невозможной, такъ какъ дѣло смерти не было-бы полнымъ“.

И въ самомъ дѣлѣ, вѣдь, гумусъ выдѣляетъ свой азотъ въ видѣ амміака, который ассимилируется растеніями, входитъ въ ихъ ткани и тамъ снова принимаетъ форму сложнаго органическаго соединенія.

Великій круговоротъ, въ который непрерывно увлекается матерія, обнаруживается здѣсь съ удивительною ясностью.

Когда погибаетъ животное или умираетъ растеніе, ихъ трупы становятся сначала добычею цѣлаго легіона насѣкомыхъ; на смѣну имъ приходитъ армія бактерій, размножающихся въ веществѣ, которое оставила жизнь и изъ котораго углеродъ и водородъ улетучиваются въ видѣ угольной кислоты и воды. Азотъ, который переходитъ при этомъ изъ одного организма въ другой, входитъ послѣдовательно въ соединенія все болѣе и болѣе простыя, пока, наконецъ, не явится въ видѣ амміака. Но эти три вещества—угольная кислота, вода и амміакъ, которыя происходятъ отъ живыхъ существъ, остаются въ свободномъ состояніи лишь въ теченіе недолгаго времени, такъ какъ вскорѣ они вновь поглощаются растеніями.

Роль послѣднихъ въ общей экономіи природы совершенно противоположна по своему значенію роли микроорганизмовъ. Микроорганизмы сжигаютъ органическую матерію и превращаютъ ее въ болѣе простыя, насыщенные кислородомъ, вещества: въ угольную кислоту, воду и азотную кислоту, такъ какъ они сжигаютъ и амміакъ. Наоборотъ, растенія, являясь орудіями возстановленія и синтеза, снова возсоздаютъ, изъ указанныхъ простыхъ соединеній, сложныя органическія вещества. Они вбираютъ въ себя своими, переполненными водою, листьями угольную кислоту, которую почва непрерывно распространяетъ въ воздухѣ, разлагаютъ ее подъ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей и образуютъ изъ нея горючія вещества, которыя благодаря ряду синтезовъ, превращаются въ сахаръ, крахмаль, целлюлозу, васкюлозу, масло; если же взятая изъ воздуха угольная кислота вступаетъ въ клѣткахъ съ соединеніемъ съ амміакомъ почвы, то растенія вырабатываютъ изъ нея клейковину, казеинъ и альбуминъ—вещества поступающія въ пищу животныхъ. Вещества эти снова окисляются либо въ тѣлѣ животнаго при его жизни, либо послѣ его смерти и снова начинаютъ свой нескончаемый переходъ изъ одного живаго существа въ другое. Недаромъ поэтому Вольтеръ, какъ утверждаютъ нѣкоторые, резюмировалъ очень неопредѣленныя понятія своего времени относительно круговорота вещества въ извѣстномъ изрѣченіи: „мы питаемся своими предками“.

Сорокъ лѣтъ тому назадъ всѣ агрономы думали, что амміакъ есть обычное вещество, доставляющее азотъ для питанія растений. Соли амміака, получающіяся при перегонкѣ каменнаго угля или изъ жидкихъ экскрементовъ, дѣйствительно употребляются въ качествѣ удобренія. Но онѣ не годятся для всякихъ почвъ безъ различія. Будучи очень полезными въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится имѣть дѣло съ почвами тяжелыми, онѣ съ меньшею лишь выгодой могутъ примѣняться на легкихъ почвахъ, особенно на почвахъ известковыхъ. Благодаря съ одной стороны недостаточной пригодности солей амміака въ качествѣ удобренія на земляхъ подобнаго рода, легкости, съ какою амміакъ, введенный въ землю или образовавшийся въ ней, окисляется, превращаясь въ азотную кислоту, а съ другой—благодаря дѣйствительности азотнокислыхъ соединеній для цѣлей удобренія, во мнѣніяхъ физиологовъ произошелъ переворотъ столь-же быстрый, какъ и полный. Въ противоположность прежнимъ взглядамъ, теперь стали думать, что амміакъ въ свободномъ состояніи не проникаетъ въ ткани растений и что его азотъ утилизируется послѣдними только тогда лишь, когда, освободившись отъ водорода и соединившись съ кислородомъ и съ основаніемъ, онъ превращается въ азотнокислое соединеніе извести или калия. Такимъ образомъ, чтобы опредѣлить, какое участіе принимаетъ амміакъ въ питаніи растений, оказалось необходимымъ произвести рядъ точныхъ опытовъ.

Чтобы показать, что не однѣ только азотнокислыя соединенія доставляютъ растениямъ питательный матеріалъ, содержащій азотъ, но что съ этою цѣлью ими утилизируется также и амміакъ, Мюнцъ сѣялъ растенія, надъ которыми производился опытъ, на почвѣ, лишенной азотнокислыхъ соединеній путемъ продолжительнаго промыванія и освобожденной посредствомъ нагреванія отъ ферментовъ, обладающихъ способностью превращать амміакъ въ азотнокислыя соединенія. Но нельзя было ограничиться только тѣмъ, что почва съ самаго начала была сдѣлана неспособною къ измѣненію амміачныхъ солей, вліяніе которыхъ на питаніе растений опытъ долженъ былъ опредѣлить. Необходимо было, кромѣ того, чтобы подобное измѣненіе не могло имѣть мѣста во время роста растений, потому что, если бы анализъ открылъ какъ нибудь присутствіе азотнокислыхъ соединеній, то опытъ утратилъ бы всякое значеніе. Между тѣмъ ферменты вызывающіе нитрификацію очень распространены; благодаря своей легкости, они носятся повсюду, плавая въ воздушной пыли. Почву нужно было, слѣдовательно, защитить отъ проникновенія въ нее этихъ микробовъ. Для этого растенія вмѣстѣ съ почвою помѣщались въ стеклянные ящики, стѣнки

которыхъ были покрыты липкимъ веществомъ,—глицериномъ—очень пригоднымъ для удержанія пыли, носящейся въ воздухѣ. Въ то-же время, чтобы открыть воздуху свободный доступъ во внутрь этихъ ящиковъ, въ одномъ изъ боковъ у нихъ были сдѣланы металлическія рѣшетки изъ четырехугольныхъ петель, также покрытыя глицериномъ. При такихъ условіяхъ были выращены маисъ, бобы, ячмень, конопля; не смотря на то, что присутствіе азотнокислыхъ соединений ни разу не было констатировано въ почвѣ, растенія эти развивались нормально, что, очевидно, могло зависѣть только отъ присутствія амміачныхъ солей, употребленныхъ въ данномъ случаѣ въ качествѣ удобрения.

Бреаль, одинъ изъ моихъ сотрудниковъ въ музеѣ естественной исторіи, имя котораго часто уже упоминалось на страницахъ этой книги, придумалъ очень изящный опытъ, при помощи котораго усвоеніе амміака растеніями можетъ быть показано съ большою наглядностью. Вырывъ заступомъ въ саду пучекъ какого нибудь обыкновеннаго злаковаго растенія вродѣ Роа Анпа (метла), онъ промывалъ его корни и погружалъ ихъ въ стеклянку. По прошествіи двухъ или трехъ дней на томъ мѣстѣ, гдѣ начинается корень, появлялись новые корешки бѣлаго цвѣта. Тогда старые земляные корни отрѣзались ножницами и растеніе, перемѣнившее систему своихъ корней, могло жить въ водѣ. Когда оно приспособлялось къ своему новому положенію, Бреаль прибавлялъ къ водѣ очень небольшое количество сѣрнокислаго аммонія, присутствіе котораго весьма легко можно открыть съ помощью реактива Несслера, часто употребляющагося въ лабораторіяхъ. Реактивъ этотъ слабые растворы амміачныхъ солей окрашиваетъ въ желтый цвѣтъ, а изъ растворовъ концентрированныхъ осаждаетъ оранжевый осадокъ. Всякій разъ, когда амміачная соль вводилась въ жидкость, реактивъ Несслера ясно указываетъ на присутствіе амміака; но на слѣдующій день всякое окрашиваніе исчезало, такъ какъ амміакъ поглощался корнями и ассимилировался растеніемъ.

§ V.

Образованіе азотнокислыхъ соединений.

Не смотря на поглощеніе амміака растеніями, необходимо все таки признать, что чаще всего азотъ проникаетъ въ нихъ въ видѣ азотнокислыхъ соединений и что поэтому изученіе того, какъ образуются эти соединения представляется для земледѣлія въ высокой степени важнымъ.

Селитровары давно уже пользуются азотнокислыми соединениями, которыя сами собою образуются на стѣнахъ обитаемыхъ строеній, въ конюшняхъ, хлѣвахъ и въ подвалахъ дурно содержимыхъ домовъ. Эти азотнокислыя соединенія или нитраты вмѣстѣ съ углемъ и сѣрою составляютъ порохъ и ихъ отыскиваніе въ домахъ служило въ прошломъ вѣкѣ поводомъ къ ужаснымъ притѣсненіямъ.

Уже во времена Лавуазье было извѣстно, что селитра, которую мы называемъ теперь азотнокислымъ калиемъ, образуется при разложеніи органическихъ веществъ, но тогда еще не знали ея состава. Только гораздо позже, когда успѣхи анализа позволили установить, что въ составъ веществъ животнаго происхожденія, въ составъ амміака и азотной кислоты входитъ одинъ и тотъ-же элементъ, именно азотъ, поняли, что нитрификація, т. е. образованіе азотнокислыхъ соединеній, происходитъ благодаря окисленію органическихъ веществъ или амміака. Что касается самого механизма этого окисленія, то онъ въ теченіе долгаго времени оставался неизвѣстнымъ.

Знаменитый опытъ извѣстнаго химика Кульмана направилъ сначала изслѣдованія по этому вопросу на ложную дорогу. Платина, только что выдѣленная изъ какого-нибудь соединенія дѣйствіемъ температуры, которая не достаточно высока для того, чтобы расплавить этотъ металлъ, является въ видѣ сѣровой, слегка сплавленной массы, извѣстной въ лабораторіяхъ подъ названіемъ губчатой платины. Если внести это вещество на кончикѣ платиновой проволоки въ струю водорода, то газъ сгущается въ немъ, губчатая платина раскаляется и очень скоро повышеніе температуры дѣлается столь значительнымъ, что водородъ воспламеняется. Помимо этого, губчатая платина обладаетъ еще свойствомъ вызывать соединеніе сѣрнистой кислоты и кислорода, изъ которыхъ образуется сѣрная кислота въ видѣ тяжелыхъ бѣлыхъ паровъ, отличающихся удушливымъ, раздражающимъ запахомъ. Кульманъ открылъ, что если струю воздуха и амміака направить въ трубку съ губчатою платиною и затѣмъ эту трубку слегка подогрѣвать, то часть амміака сгораетъ и получается азотнокислый аммоній.

Этотъ прекрасный и легко воспроизводимый опытъ былъ очень смѣло обобщенъ. Появленіе селитры на стѣнахъ конюшни, хлѣва или погреба стали объяснять тѣмъ, что въ этихъ случаяхъ амміакъ окисляется кислородомъ подъ вліяніемъ какого-нибудь пористаго вещества, дѣйствующаго также, какъ и губчатая платина. Пористыми веществами являлись здѣсь плохо штукатуренныя стѣны или земля. Этотъ взглядъ сохранился до 1862 года, когда Пастеръ показалъ, что

почти всѣ медленно протекающіе процессы окисленія вызываются дѣятельностью микрорганімовъ. Такъ, напр., алкоголь переходитъ, путемъ окисленія, въ уксусъ или уксусную кислоту только въ томъ случаѣ, если жидкость, которую желаютъ превратить въ уксусъ, бываетъ покрыта легкимъ налетомъ бѣлой плѣсени, такъ наз. *mucoderma aceti*. Не совершается-ли и окисленіе амміака въ азотную кислоту также при помощи ферментовъ? Пастеръ открыго заявилъ, что изученіе процессовъ нитрификаціи должно быть начато снова. Любопытно замѣтить, что когда, въ 1873 году, Буссенго писалъ свой замѣчательный докладъ о вліяніи пахатной земли на образованіе азотнокислыхъ соединеній, онъ не сдѣлалъ въ немъ никакого намека на возможность этой новой точки зрѣнія на вопросъ ¹⁾.

Но достаточно ли, какъ это утверждалъ Кульманъ, одного присутствія азотистаго вещества, пористаго тѣла и воздуха, чтобы началось окисленіе и образовалась азотная кислота?

Чтобы рѣшить этотъ вопросъ, Буссенго вводилъ въ различныя користыя вещества—въ песокъ, мѣлъ, землю—азотистыя тѣла, легко превращающіяся въ азотнокислыя соединенія. Полученныя такимъ путемъ смѣси онъ сохранялъ во влажномъ видѣ и въ очень тѣсномъ соприкосновеніи съ воздухомъ, чтобы легче совершалась въ нихъ нитрификація, а затѣмъ опредѣлялъ количество образовавшихся азотнокислыхъ соединеній. Въ песокъ и мѣлу онъ не замѣтилъ никакого превращенія азотистаго вещества; наоборотъ, въ землѣ превращеніе это совершалось быстро. Въ двухъ первыхъ пористыхъ тѣлахъ азотнокислыя соединенія отсутствовали, а въ третьемъ находились въ изобиліи. Что-же земля заключала въ себѣ такого, чего ни въ песокъ, ни въ мѣлу не было? Буссенго ограничился голымъ изложеніемъ фактовъ безъ всякаго ихъ объясненія и пришлось прождать цѣлыхъ четыре года, прежде чѣмъ сдѣлалось извѣстнымъ, что земля дѣйствуетъ въ данномъ случаѣ не такъ, какъ дѣйствуютъ пористыя тѣла.

Шлѣзингъ и Мюнцъ сообщили намъ о ходѣ своихъ изслѣдованій, предпринятыхъ ими надъ очищеніемъ клоачныхъ водъ.—Всѣмъ извѣстно, что Парижъ выбрасывалъ въ Сену около Клиши черный потокъ своихъ нечистотъ къ великому неудобству жителей, которымъ приходится

¹⁾ Между тѣмъ Буссенго задумывался по этому поводу и я очень хорошо помню, что онъ обсуждалъ въ разговорахъ то вліяніе, какое могли оказывать на окисленіе амміака микроорганизмы, названныя имъ въ шутку грибами Пастера.

брать воду изъ рѣки ниже этого мѣста. Много попытокъ очищать эту воду было уже сдѣлано, прежде чѣмъ, по настояніямъ инженеровъ Милля и Дюранда Клея, рѣшились примѣнить фильтрованіе воды черезъ проницаемую почву. Двадцать пять лѣтъ тому назадъ небольшое количество сточной воды было проведено на полуостровъ Женвилье, гдѣ вода эта и была употреблена для цѣлей орошенія.

Количество воды, какое, безъ ущерба для ея очистки, можетъ ежедневно пропускать черезъ себя земля, измѣняется конечно въ зависимости отъ степени проницаемости послѣдней. Почва полуострова Женвилье оказалась очень удобной для цѣлей фильтрованія. И такъ какъ съ одной стороны поверхность полуострова была довольно незначительна, а черный потокъ, протекающій недалеко отъ Клиши заключалъ въ себѣ—съ другой стороны—значительное количество воды, то для очищенія возможно большаго количества послѣдней пришлось сильно увеличить ея притокъ. Благодаря этому, уровень подпочвенной воды поднялся и всѣ пологія части земли были залиты зараженной жидкостью. Послышались энергическіе протесты, начались жалобы и угрозы. Приходилось серьезно заняться вопросомъ о томъ, какое максимальное количество жидкости можетъ безъ ущерба для ея очистки ежедневно проходить черезъ почву. Произвести опыты, необходимые для рѣшенія этого вопроса, было поручено Шлѣзину, который взялъ себѣ въ помощники Мюнца.

Они наполняли большіе цилиндры въ два метра вышиною—землею, взятою съ полуострова Женвилье, а затѣмъ пропускали черезъ нихъ сточную воду, регулируя, смотря по обстоятельствамъ, притокъ послѣдней. При медленномъ просачиваніи воды, всѣ взвѣшенные въ ней твердыя частицы оставались въ землѣ и грязная вода въ нижней части цилиндра становилась совершенно прозрачною. Но, помимо этого, глубокому измѣненію подверглись также и вещества, находившіяся въ водѣ въ растворенномъ состояніи. Сточная вода заключала въ себѣ амміачныя соли, образовавшіяся вслѣдствіе броженія жидкихъ экскрементовъ,—въ профильтрованной водѣ солей этихъ уже не было, но зато оказалось очень много азотнокислыхъ соединений. Пока вода просачивалась черезъ землю, амміакъ окислялся и два элемента, ее составляющіе, соединялись въ кислородъ, при чемъ первый давалъ въ этомъ случаѣ воду, а второй—азотную кислоту. Сами по себѣ—эти наблюденія, сдѣланныя при излѣдованіи вопроса объ очищеніи сточной воды, являлись лишь новымъ подтвержденіемъ наблюденій, уже раньше произведенныхъ Буссенго и говорить объ нихъ не было-бы рѣши-

тѣльно никакой надобности, еслибы они не послужили поводомъ въ очень важному открытію, прославившему имена Шлѣзинга и Мюнца.

За нѣсколько времени передъ тѣмъ, Мюнцу удалось подмѣтить одинъ очень интересный фактъ, а именно, что хлороформъ, анестезирующія свойства котораго извѣстны всякому, дѣйствуетъ на всѣ животныя организмы и что онъ опьяняетъ, усыпляетъ и парализуетъ дѣятельность всякаго рода ферментовъ. Чрезвычайно любопытно наблюдать подъ микроскопомъ каплю жидкости, въ которой происходитъ какое-нибудь броженіе, напр., масляное. Броженіе это вызывается безчисленнымъ множествомъ бактерій, либо быстро двигающихся по полю зрѣнія микроскопа, либо останавливающихся на мгновеніе, а затѣмъ снова продолжающихъ свои перемѣщенія. Если между стеклышками препарата впустить каплю воды, содержащей въ себѣ хлороформъ, то можно замѣтить, что черезъ нѣсколько мгновеній, вслѣдъ за безпорядочнымъ движеніемъ бактерій, наступаетъ среди нихъ абсолютный покой. Все останавливается; бактеріи, только что отличавшіяся своею подвижностью, впадаютъ въ оцѣпенѣніе, въ которомъ и остаются, пока хлороформъ продолжаетъ оказывать свое дѣйствіе. Если затѣмъ дать ему испариться, слегка приподымая покровное стеклышко, то, по истеченіи нѣкотораго времени, бактеріи снова начнутъ двигаться, сначала медленно, а затѣмъ все быстрѣе и быстрѣе. Очевидно, слѣдовательно, что микроорганизмы подъ вліяніемъ хлороформа лишаются всей своей активности.

Шлѣзингъ и Мюнцъ воспользовались этимъ интереснымъ наблюденіемъ и помѣстили въ одинъ изъ цилиндровъ, черезъ которые пропусклась сточная вода, чашечку съ хлороформомъ. Изслѣдуя ежедневно воду, фильтровавшуюся черезъ землю, они замѣтили, что, хотя вода эта и оставалась всегда одинаково прозрачною, но количество азотнокислыхъ соединеній, заключавшихся въ ней, быстро стало уменьшаться, а затѣмъ послѣднія исчезли совсѣмъ. Въ землѣ, подвергнутой дѣйствію хлороформа, процессъ нитрификаціи прекратился.... Но хлороформъ оказываетъ дѣйствіе только на живыя существа. Слѣдовательно, если подъ вліяніемъ его почва утратила свою способность перерабатывать азотистыя вещества, то очевидно, что самая нитрификація есть—какъ и думалъ Пастеръ—настоящее броженіе. Это заключеніе легко подтвердить другими фактами. Въ самомъ дѣлѣ, микроорганизмы погибаютъ, если ихъ подвергнуть дѣйствію температуры въ 100° — 120° . И дѣйствительно, земля утрачиваетъ свои нитрифицирующія способности, если ее нагрѣть, или, какъ говорятъ обыкновенно,

стерилизовать, т. е. убить заключающіеся въ ней организмы. Наконецъ, если землю, у которой способность перерабатывать азотистыя соединенія отнята благодаря нагрѣванію до 120° , смѣшать съ небольшимъ количествомъ земли, у которой способность эта сохраняется, то организмы, вызывающіе нитрификацію, снова въ ней размножаются, вслѣдствіе чего и въ водѣ снова появятся азотнокислыя соединенія,

Если вспомнить, что азотистыя вещества, содержащіяся въ почвѣ, отличаются своею инертностью и что, обыкновенно, онѣ не оказываютъ никакого вліянія на растительность; если вспомнить затѣмъ, что азотнокислыя соединенія, наоборотъ, отличаются въ этомъ отношеніи особенною дѣйствительностью и что урожаи на обезпложенныхъ почвахъ увеличиваются пропорціонально количествамъ этихъ соединеній, употребленныхъ въ видѣ удобренія,—если вспомнить все это, то станетъ понятнымъ, какое впечатленіе на агрономовъ должно было произвести это открытіе Шлѣзинга и Мюнца и сколько новыхъ идей оно должно было вызвать у нихъ. Съ этихъ поръ плодородная земля становится въ ихъ глазахъ настояшею средою, въ которой происходитъ размноженіе ферментовъ, обусловливающихъ образованіе въ почвѣ азотнокислыхъ соединеній.

Хотя существованіе этихъ ферментовъ и было доказано предшествующими опытами, прошло однако-же около двѣнадцати лѣтъ, прежде чѣмъ удалось получить ихъ въ изолированномъ видѣ. Честь ихъ открытія принадлежитъ извѣстному русскому физиологу Виноградскому и было сдѣлано имъ въ Цюрихѣ. Послѣ многочисленныхъ опытовъ, свидѣтельствующихъ столько-же о проницательности, сколько объ его терпѣнн, Виноградскому удалось изолировать нитрозный микробъ ¹⁾, т. е. живое существо, которое переводитъ амміакъ въ низшую степень окисленія. Черезъ пять дней послѣ внесенія этого фермента въ жидкость, содержащую въ себѣ на каждый литръ только по одному грамму сѣрнокислаго амонія, фосфорнокислаго калия и углекислой магнезій и совершенно не заключающую въ себѣ органическихъ веществъ. Виноградскій замѣтилъ въ этой жидкости появленіе легкой мути, состоящей изъ маленькихъ существъ овальной и веретенообразной формы, которыя обнаруживали большую подвижность. Но подвижность эта

¹⁾ Азотъ соединяется съ кислородомъ въ нѣсколькихъ вѣсовыхъ отношеніяхъ: когда 14 вѣсовыхъ частей его вступаютъ въ соединеніе съ 40 вѣсовыми частями кислорода, то результатомъ соединенія является азотная кислота. Когда же 14 вѣсов. частей азота соединяются только съ 24 вѣсов. частями кислорода, то образуется азотистая кислота.

была не продолжительна. По истеченіи нѣкотораго времени существа, образовавшія муть, опустились на дно жидкости и покрыли углекислую магнезію слизистымъ налетомъ.

Слѣдуетъ имѣть въ виду, что микроорганизмы, переводившіе аміакъ жидкости въ азотистую кислоту, которая вступала при этомъ въ соединеніе съ магнезіей, были внесены въ среду, лишенную органическаго вещества, отъ котораго они моглибы получить углеродъ, необходимый для ихъ размноженія. Такимъ образомъ у этихъ нитромонадъ ¹⁾ оказалось совершенно неожиданное свойство: онѣ росли, размножались, увеличивались въ вѣсѣ получая углеродъ изъ угольной кислоты, содержащейся въ углекислой магнези.

На этомъ любопытномъ фактѣ стоитъ остановиться на нѣкоторое время. Едва-ли нужно упоминать о томъ, что соединеніе углерода и кислорода, сопровождающееся образованіемъ угольной кислоты, представляетъ очень обыкновенное явленіе, которое мы ежедневно наблюдаемъ при горѣніи дровъ и которое сопровождается очень энергичнымъ выдѣленіемъ теплоты. Легко понять, что обратное явленіе, т. е. разложеніе угольной кислоты на углеродъ и кислородъ, требуетъ затраты совершенно того-же самаго количества тепла, какое выдѣлилось въ моментъ соединенія.

Разложеніе угольной кислоты есть также явленіе, наблюдать которое мы можемъ ежедневно. Оно происходитъ въ зеленыхъ частяхъ растеній, именно въ клѣткахъ, которыя извѣстны среди ботаниковъ подъ названіемъ хлорофильныхъ клѣтокъ. Но разложеніе это происходитъ только благодаря тому, что при этомъ расходуется энергія, получаемая извнѣ. Именно, только тогда, когда хлорофильныя клѣтки освѣщены солнечными лучами, онѣ и выдѣляютъ кислородъ. Нѣкоторые изъ лучей, изъ смѣшенія которыхъ образуется обыкновенный, дневной свѣтъ, удерживаются хлорофильными клѣтками, поглощаются ими и производятъ въ нихъ разложеніе угольной кислоты, являющейся источникомъ образованія всякой органической матеріи на земной поверхности.

Но если свѣтъ отсутствуетъ, дыханіе листьевъ становится совершенно сходнымъ съ дыханіемъ клубней, корней, растеній, лишенныхъ хлорофила, и животныхъ; въ этомъ случаѣ листья также поглощаютъ кислородъ и выдѣляютъ угольную кислоту, т. е. слѣдовательно потребляютъ органическое вещество. Совершенно тоже имѣетъ мѣсто и для всевозможныхъ грибовъ. Они живутъ на счетъ угле-

¹⁾ Позднѣе Виноградскій предложилъ для нихъ названіе *Nitrosomonas* вмѣсто *Nitromonas*. Пер.

родистаго вещества, образовавшагося ранѣе, и являются слѣдовательно паразитами живыхъ растений или разрушителями растений мертвыхъ. Безъ органической матеріи существованіе ихъ невозможно.

Тоже обыкновенно происходитъ и съ бактеріями, которыя сжигаютъ при своемъ дыханіи органическое вещество, усваивая изъ него при этомъ нѣкоторые элементы. Совсѣмъ иначе живетъ нитромонада; она развивается въ средѣ лишенной органическихъ веществъ и получаетъ свой углеродъ изъ угольной кислоты. Но извѣстно, что углеродъ этотъ можетъ быть отдѣленъ отъ кислорода только съ помощью вышней энергіи, напр. энергіи солнечныхъ лучей, дѣйствующихъ на хлорофильныя клѣтки растений. Откуда-же въ данномъ случаѣ берется эта энергія? Она почерпается изъ теплоты, образующейся при сгораніи водорода амміака. Въ самомъ дѣлѣ, когда амміакъ, состоящій изъ азота и водорода, окисляется кислородомъ воздуха, то происходящее здѣсь подѣ влияніемъ нитромонады сжиганіе водорода развиваетъ значительное количество теплоты. Когда происходитъ нитрификація, то образовавшаяся при этомъ теплота не разсѣвается вся цѣликомъ, а часть ея уходитъ на разложеніе угольной кислоты и углеродъ образовавшійся такимъ путемъ, идетъ на образованіе новыхъ клѣтокъ нитромонады. Такъ смотритъ на дѣло почтенный русскій фізіологъ.

Виноградскій указалъ, кромѣ того, что переходъ амміака въ азотную кислоту состоитъ изъ двухъ послѣдовательныхъ моментовъ. Подѣ влияніемъ только что описанной нитромонады образуется лишь азотистая кислота, т. е. кислота не заключающая въ себѣ всего кислорода, который можетъ вступить въ соединеніе съ азотомъ.

Превращеніе азота продолжается затѣмъ подѣ влияніемъ другого организма, совершенно отличнаго отъ нитромонады. Ферментъ, увеличивающій содержаніе кислорода въ азотистой кислотѣ и превращающій ее такимъ образомъ въ кислоту азотную, состоитъ изъ маленькихъ палочекъ неправильной формы, функція которыхъ заключается исключительно лишь въ доисполнительномъ окисленіи азотистой кислоты, но которыя совершенно неспособны вызывать окисленіе амміака. Мы встрѣчаемся здѣсь съ однимъ изъ наиболѣе интересныхъ видовъ раздѣленія труда.

Итакъ, когда въ какойнибудь средѣ, извѣстнымъ образомъ приспособленной къ этому, получаютъ азотнокислыя соединенія, то это значитъ, что въ средѣ этой находятся два различные микроорганизма—нитромонады переводящія амміакъ въ азотистую кислоту и палочки превращающія въ свою очередь азотистую кислоту въ кислоту азотную *nitrobacter*.

Въ нашихъ воздѣлываемыхъ земляхъ оба эти микроорганизма встрѣчаются обыкновенно вмѣстѣ, такъ какъ соединенія азота утилизируются растеніями въ видѣ солей азотной кислоты. На страницахъ этого сочиненія намъ не разъ уже приходилось обращать вниманіе на то, что соединенія эти оказываютъ на произростаніе растеній столь рѣшительное вліяніе, что сельскіе хозяева не колеблясь дѣлаютъ громадныя затраты на ихъ пріобрѣтеніе и что онѣ ввозятся въ Европу ежегодно въ количествѣ милліона тоннъ.

Это, получаемое на сторонѣ, удобреніе прибавляется къ тѣмъ азотнокислымъ солямъ, которыя сами собою образуются въ нашихъ почвахъ при наличности нѣкоторыхъ благопріятныхъ условій.

Попробуемъ-же внимательно изучить эти условія; наградою за трудъ намъ будетъ служить увѣренность въ томъ, что изученіе это дастъ намъ драгоцѣнныя свѣдѣнія относительно плодородія нашихъ земель.

Условія эти многочисленны и должны быть выполнены всѣ, если желаютъ, чтобы нитрификація совершалась успѣшно. Прежде всего необходимо, чтобы почва заключала въ себѣ то самое азотистое вещество, которое должно превратиться въ азотнокислыя соли. Въ земляхъ, не получающихъ удобрения вещество это является въ видѣ гумуса, обиліе котораго въ большинствѣ случаевъ объясняется тѣмъ сопротивленіемъ, которое онъ оказываетъ дѣйствию ферментовъ. Сила этого сопротивленія такова, что очень часто количество нитратовъ образующееся въ то время, когда въ нихъ нуждаются растенія, способно дать только слабый урожай. Чтобы избѣжать этого, нужно внести въ почву вещества легче разлагающіяся, чѣмъ гумусъ, напр. навозъ. Амміачныя соли, содержащіяся въ послѣднемъ, быстро подвергаются превращеніямъ, между тѣмъ какъ его органическія вещества поддаются гораздо медленнѣе.

Мы уже говорили, что превращенія этихъ органическихъ веществъ совершаются только подъ вліяніемъ ферментовъ, обуславливающихъ нитрификацію. Названные ферменты очень распространены въ природѣ; Мюнцу и Обэну удалось констатировать ихъ присутствіе не только въ тѣхъ воздѣлываемыхъ земляхъ, изслѣдованіемъ которыхъ они занимались, но въ мѣстностяхъ совершенно пустынныхъ и даже на такихъ возвышенныхъ пунктахъ, какъ пикъ дю-Миди. Но при такой распространенности по поверхности земли, ферменты вызывающіе нитрификацію, повидимому, не проникаютъ далеко въ глубину почвы, а населяютъ только ея поверхностныя слои. На извѣстной глубинѣ они становятся рѣдкими, а затѣмъ, еще ниже, исчезаютъ совсѣмъ.

Микроорганизмы вызывающіе нитрификацію суть агенты, при посредствѣ которыхъ совершаются процессы окисленія. Естественно, поэтому, что они проявляютъ свою дѣятельность только тогда, когда находятъ вокругъ себя атмосферу содержащую кислородъ. Это условіе очень часто отсутствуетъ въ дѣйствительности. Въ почвѣ, подвергнутой вспашкѣ, легко очищающейся благодаря присутствію проницаемой подпочвы и снабженной для стока воды канавами или дренажемъ, циркуляція воздуха совершается безпрепятственно. Совсѣмъ другое происходитъ въ землѣ, у которой поверхность лишена ската, подпочва непроницаема, а дренажъ отсутствуетъ. Такая земля переполняется водою въ теченіе зимы, циркуляція воздуха въ ней прекращается, а вмѣстѣ съ тѣмъ прекращается и нитрификація. Въ почвахъ тяжелыхъ, глинистыхъ, благодаря ихъ плотности, дѣятельность ферментовъ вызывающихъ нитрификацію также иногда затрудняется, между тѣмъ какъ въ почвахъ легкихъ и влажныхъ она совершается легко. Но преимущества, отличающія въ этомъ отношеніи песчаная почва, ослабляются тѣмъ обстоятельствомъ, что послѣднія очень легко утрачиваютъ свою влажность, которая для развитія ферментовъ также необходима, какъ и воздухъ. Въ сухой землѣ нитрификація прекращается и амміакъ не подвергается измѣненіямъ.

Но помимо перечисленныхъ условій, т. е. помимо присутствія микроорганизмовъ, наличности веществъ, содержащихъ азотъ и способныхъ къ нитрификаціи, а также наличности воздуха и воды, существуютъ еще и другія условія. Нитрификація можетъ происходить только при извѣстной температурѣ, именно въ предѣлахъ между 10° и 45°. Зимой, когда свирѣпствуетъ холодъ, микроорганизмы не дѣйствуютъ; не дѣйствуютъ они и въ землѣ, слишкомъ сильно нагрѣваемой солнцемъ. Наконецъ, въ значительныхъ количествахъ азотнокислыя соединенія могутъ образовываться только въ земляхъ, содержащихъ известь.—Очень часто случается, что ферментъ плохо развивается въ средѣ, отличающейся значительнымъ содержаніемъ тѣхъ продуктовъ, которые онъ вырабатываетъ. Такъ, дѣятельность алкогольнаго фермента ослабляется въ жидкости съ большимъ количествомъ алкоголя. Точно также ферменты, превращающіе сахаръ въ молочную или масляную кислоту перестаютъ работать, если жидкость, въ которую они были помѣщены, не содержитъ въ себѣ углекислой извести, предназначенной для насыщенія кислотъ по мѣрѣ ихъ образованія. Тоже самое происходитъ и съ ферментомъ, вызывающимъ нитрификацію; онъ не проявляетъ своихъ нитрифицирующихъ свойствъ, если вы-

работанныя имъ кислоты не насыщаются известью. Понятно поэтому, какую пользу должны приносить известь или мергель, если прибавлять ихъ къ почвамъ, бѣднымъ известью.

Непосредственно послѣ прибавленія къ почвѣ бѣдкой извести нитрификація совершается въ ней лишь очень медленно, такъ какъ въ данномъ случаѣ среда отличается слишкомъ сильными щелочными свойствами и микроорганизмы вызывающія нитрификацію не могутъ въ такой средѣ развиваться хорошо. Но очень скоро известь соединяется съ угольною кислотою воздуха, бѣдкой, щелочной характеръ почвы исчезаетъ, азотнокислыя соединенія начинаютъ правильно образовываться и почва становится плодородною.

Когда всѣ эти условія имѣются на лицо, тѣ виды растений, которые въ свою очередь также способствуютъ образованию азотнокислыхъ соединеній, достигаютъ замѣчательнаго развитія. Лучшимъ примѣромъ этого могутъ служить миланскіе „марциты,“ постоянное орошаемые клоачною водою. Въ теченіе года трава косится на нихъ по шести или по семи разъ, а арендная плата за гектаръ достигаетъ 500 франковъ.

§ VI.

Нитрификація въ пахотной землѣ.—Дренажныя воды.

Образованіе азотнокислыхъ соединеній, какъ мы уже нѣсколько разъ говорили объ этомъ выше, является необходимымъ условіемъ плодородія. Въ высшей степени интересно поэтому прослѣдить его не только при лабораторныхъ опытахъ, но также и въ самой почвѣ, какъ лишенной растительности, такъ и покрытой ею. Подобное изученіе облегчается совершенно особенными свойствами азотнокислыхъ соединеній; не въ примѣръ прочимъ элементамъ плодородія каковы, напр., фосфорная кислота, калий или амміакъ, названныя соединенія не удерживаются землею; если пропустить черезъ почву растворъ ихъ, то онъ останется послѣ этой операціи въ своемъ первоначальномъ видѣ, тогда какъ водные растворы амміака, калия или фосфорной кислоты, послѣ своего происхожденія черезъ почву, утрачиваютъ большую часть содержавшихся въ нихъ веществъ, такъ что въ водѣ подвергавшейся фильтрованію удастся открыть только небольшую ихъ часть.

Это очень легко проверить изслѣдуя дренажную воду. Извѣстно, что когда земля имѣетъ непроницаемую подпочву, то является настоятельная необходимость устроить искусственный стокъ для воды, если для нея не окажется естественнаго стока, благодаря наклонному положенію почвы; въ такомъ случаѣ прибѣгаютъ къ дренажу: въ полѣ, имѣющемъ непроницаемую подпочву, вырываютъ цѣлый рядъ канавъ, на днѣ которыхъ помѣщаются трубы изъ пористой глины, соединенныя другъ съ другомъ своими концами. Затѣмъ, зарываютъ эти трубы землей и вода, просачиваясь черезъ ихъ поры, стекаетъ по нимъ въ какой нибудь ручей. Въ этой водѣ, содержащей въ себѣ обыкновенно азотнокислую известь, не бываетъ ни амміака, ни фосфорной кислоты; азотнокислыя соединенія калия въ ней находятъ также только въ томъ случаѣ, если въ почвѣ отсутствуетъ известь.

Лоозъ и Джилъберъ представили большое количество анализовъ дренажной воды, взятой съ поля, на которомъ ими была устроена продолжительная культура хлѣба. Я самъ посвятилъ нѣсколько лѣтъ изученію дренажной воды, стекавшей или съ земель постоянно остававшихся безъ всякой растительности, или же, какъ это я сталъ дѣлать недавно, съ земель, служившихъ для культуры различныхъ растеній. Изучая дренажную воду съ земель лишенныхъ растительности, я, по примѣру Бертелло, примѣнялъ способъ, позволяющій значительно разнообразить опыты. Именно я бралъ большіе глиняные сосуды, покрытые поливою съ внутренней стороны и помѣщавшіеся на желѣзныхъ подставкахъ, имѣвшихъ форму треножниковъ. Внизу къ такимъ сосудамъ подставлялись бутылки, въ которыя черезъ отверстія, снабженныя пробками и стеклянными трубочками стекала вода, прошедшая уже черезъ землю. На днѣ каждаго сосуда помѣщалось нѣсколько небольшихъ камней, чтобы вода могла удобнѣе стекать черезъ отверстіе, а поверхъ этихъ камней насыпалась земля, съ которой и продѣлывались опыты. Каждый сосудъ заключалъ въ себѣ около 60 килогр. земли. Описанныя приспособленія оказались очень удобными, какъ было уже замѣчено выше, для изученія дренажной воды, просачивающейся черезъ почву лишенную растительности; что-же касается обработанной земли, покрытой какою либо растительностью, то приспособленія эти являются мало пригодными и даютъ невѣрные указанія. Наши распространенныя культурныя растенія плохо развиваются на ограниченныхъ пространствахъ земли, гдѣ ихъ корни не могутъ свободно вытягиваться. Хлѣбъ, овесъ, свекловица, маисъ, конопля выходили малорослыми и слабыми въ этихъ сравнительно небольшихъ сосудахъ и мнѣ пришлось дѣйствовать въ данномъ случаѣ иначе.

Я устроилъ въ Гринѣнѣ, на опытномъ полѣ, большіе квадратные ящики изъ непроницаемаго цемента; каждый изъ нихъ, имѣя 2 метра въ ширину и 1 метръ въ высоту, представлялъ такимъ образомъ 4 кубическихъ метра въ объемѣ и могъ вмѣстить въ себѣ 5 тоннъ земли. Растенія, выросшія въ этихъ ящикахъ, давали очень хорошій сборъ, не отличавшійся отъ того, какой получается обыкновенно на настоящихъ поляхъ. Дно этихъ ящиковъ, наклоненное къ переду, было сдѣлано въ видѣ жолоба, при чемъ къ наиболѣе наклонной части каждаго изъ нихъ была придѣлана свинцовая трубочка, черезъ которую вода стекала въ большіе резервуары, откуда ее потомъ брали, подвергали измѣреніямъ и анализировали.

Не все количество атмосферныхъ осадковъ, выпадающихъ въ теченіе года на землю, лишенную растительности, попадаетъ въ дренажныя трубы. Если въ продолженіи зимы почти все количество выпавшей воды вытекаетъ черезъ эти трубы, то весной, наоборотъ, до нихъ достигаетъ только небольшая ея часть, большая-же часть этой воды испаряется; лѣтомъ, когда земля еще сильнѣе нагревается солнечными лучами, выпадающая вода испаряется почти цѣликомъ. Совѣмъ другое приходится наблюдать осенью; по мѣрѣ паденія температуры, испареніе уменьшается и количество протекающей по трубамъ воды увеличивается.

Если подвергнуть анализу дренажную воду, полученную въ разныя времена года съ почвы, лишенной растительности, и опредѣлить въ ней содержаніе азотнокислыхъ соединений, то окажется, что зимой содержаніе это достигаетъ своего минимума, затѣмъ, увеличивается весной, а лѣтомъ и осенью становится очень значительнымъ. Помножая вѣсъ азота азотнокислыхъ соединений, содержащихся въ одномъ литрѣ воды, на число литровъ всей собранной воды, можно вычислить общее количество азота, скопляющагося въ почвѣ въ видѣ азотнокислыхъ соединений въ разныя времена года. Если, наконецъ, изъ чиселъ, которыя я получилъ при изученіи дренажной воды, бравшейся въ теченіе 1890, 1891 и 1892 годовъ съ земель различнаго качества, вывести среднія величины, а затѣмъ отнести эти среднія къ поверхности, принимаемой за основаніе сравненія при вѣсхъ сельско-хозяйственныхъ вычисленіяхъ, т. е. къ гектару въ 10000 кв. метровъ, то получатся слѣдующія поучительныя цифры:

Количество азота въ азотнокислыхъ соединений, образующихся въ почвѣ на одинъ гектаръ:

Весною	17,8 килограмма
Лѣтомъ	26,4 „
Осенью	40,6 „
Зимой	11,8 „

Мы указывали уже, что хорошій урожай требуетъ въ среднемъ около 100—120 килогр. связаннаго азота. Очевидно, что это количество азота должно быть приобрѣтено растеніемъ во время весны и въ началѣ лѣта, такъ какъ, начиная съ конца іюня, пшеница или овесъ азота болѣе уже не усваиваютъ. Что-же касается свекловицы, то хотя она и поглощаетъ азотнокислыя соединенія, образовавшіяся позже, накопляя ихъ въ своихъ корняхъ, но отъ этого происходятъ только неудобства, такъ какъ соединенія эти, попадая въ кормъ, вредятъ животнымъ и затрудняютъ полученіе сахара. Въ дѣйствительности утилизируются только тѣ нитраты, которые образуются весною или въ началѣ лѣта, такъ какъ въ концѣ лѣта, осенью и зимою онѣ обыкновенно уносятся дренажной водой, попадаютъ въ рѣки и моря, однимъ словомъ теряются въ качествѣ элементовъ, питающихъ растительность.

Предыдущія цифры показываютъ, что нитрификація, происходящая весною совершенно недостаточна. Причину такого явленія понять нетрудно: въ это время, хотя земля и бываетъ обыкновенно въ достаточной степени сыра, но за то температура ея не достигаетъ такой высоты, при которой ферменты почвы могутъ вполне проявить свою дѣятельность, Они только медленно выходятъ изъ своего оцѣпененія и лишь постепенно возстаиваютъ свои ослабѣвшія зимою силы. Въ то время какъ нѣкоторые микроорганизмы почвы, напр., масляные, развиваются въ теченіе 24 или 30 часовъ, инкубаціонный періодъ у ферментовъ, вызывающихъ нитрификацію, протекаетъ въ высшей степени медленно; проба земли, взятая съ поля зимою и помѣщенная въ наиболѣе благоприятныя условія въ отношеніи температура, влажности и доступа воздуха въ теченіе нѣсколькихъ недѣль оказывается не въ состояніи выработать сколько нибудь значительнаго количества азотнокислыхъ соединеній. Чтобы восполнить недостаточную нитрификацію гумуса и уравновѣсить медленность, съ какою дѣйствуютъ азотнокислые ферменты, мы прибѣгаемъ къ удобрениямъ, содержащимъ въ себѣ азотъ, или къ удобренію навозомъ, амміакальвыя соли котораго легко перерабатываются, или, наконецъ къ удобренію селитрой. Благодаря тому, что нитрификація не достигаетъ весною до необходимыхъ размѣровъ, цѣлый флотъ вынужденъ зани-

маться исключительно лишь доставкой въ Европу селитры, которая съ большимъ трудомъ добывается на берегахъ Тихаго океана. Вслѣдствіе той же причины количество ввозимой въ Европу селитры постоянно увеличивается; въ 1894 г. ея было ввезено 974000 тоннъ на сумму въ 205 милліоновъ франковъ ¹⁾ и почти весь этотъ расходъ пришлось сдѣлать однимъ только сельскимъ хозяевамъ.

Затрачивая такую громадную сумму на это удобреніе, сельскіе хозяева очевидно вполнѣ убѣждены въ его дѣйствительности и знаютъ, что хорошій урожай бываетъ у нихъ только въ томъ случаѣ, когда къ небольшому количеству азотнокислыхъ соединений, заключающихся въ ихъ землѣ они прибавятъ еще 200 или 300 килограммовъ селитры.

Такимъ образомъ, хотя воздѣлываемыя земли и содержатъ громадное количество гумуса, и хотя количество заключающагося въ нихъ азота часто въ сто разъ превышаетъ то, которое необходимо для хорошаго урожая, тѣмъ не менѣе инертность гумуса и энергія его сопротивленія ферментомъ таковы, что намъ приходится дѣлать очень большія затраты на связанный азотъ и прибѣгать къ употребленію селитры, ввозъ которой сопряженъ съ очень большими расходами. Мы не можемъ обойтись безъ нея, такъ какъ намъ неизвѣстно еще какимъ образомъ можно весною вызвать въ нашей землѣ образованіе достаточнаго количества азотнокислыхъ соединений.

Насколько непобѣдимо это противодѣйствіе гумуса микроорганизмамъ земли? Нѣтъ-ли какихъ нибудь средствъ, при посредствѣ которыхъ можно было бы усиливать дѣятельность микроорганизмовъ? Уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ Шлѣзингъ замѣтилъ, что посредствомъ растиранія земли можно усилить въ ней нитрификацію. Обстоятельство это онъ объяснилъ слѣдующимъ образомъ: микроорганизмы не могутъ перемѣщаться въ почвѣ такъ же свободно, какъ это имѣетъ мѣсто въ жидкостяхъ; они остаются неподвижными въ томъ незначительномъ слоѣ воды, который окружаетъ каждую молекулу земли. Въ этомъ-то ограниченномъ пространствѣ они и проявляютъ свою дѣятельность по отношенію къ окружающимъ ихъ веществамъ. Измѣнивъ эти вещества, микроорганизмы прекращаютъ свою работу до тѣхъ поръ, пока другія вещества не явятся на смѣну уже исчезнувшимъ подъ влияніемъ ихъ

¹⁾ Мы взяли эту цифру изъ очень интересной статьи Mesiepa, напечатанной въ журналѣ l'Engrais за мартъ 1895 г.

дѣятельности. Я совершенно согласенъ съ этимъ мнѣніемъ и нахожу, что растираніе земли, способствующее ея размельченію полезно также и въ другомъ отношеніи: именно, оно способствуетъ болѣе полному соприкосновенію ея съ воздухомъ.

Въ самомъ дѣлѣ, если опредѣлить количество воздуха, заключающагося въ извѣстномъ объемѣ земли, то окажется, что чѣмъ земля сырѣе, тѣмъ меньше она его содержитъ. Нитрификація по существу своему есть процессъ окисленія и потому она не можетъ совершаться въ томъ случаѣ, если земля, состоя изъ большихъ глыбъ, соприкасается съ воздухомъ только нѣкоторыми своими частями; наоборотъ она совершается очень хорошо, когда глыбы, оставаясь влажными, разбиты и размельчены и воздухъ, благодаря этому, можетъ приходить въ соприкосновеніе съ землею во всѣхъ ея частяхъ.

Когда всѣ условія, благопріятствующія нитрификаціи, соблюдены, то размельченіе земли и полное соприкосновеніе ея частицъ съ воздухомъ даютъ удивительные результаты. Въ такой землѣ появляется огромное количество азотнокислыхъ соединеній, количество гораздо большее того, которое необходимо для полученія самаго лучшаго урожая. Стеченіе всѣхъ этихъ благопріятныхъ обстоятельствъ происходитъ иногда совершенно случайно и неожиданно. Однажды въ агрономической лабораторіи, полученъ былъ образчикъ земли, которую и подвергли изслѣдованію. Содержаніе азотнокислыхъ соединеній оказалось въ ней столь значительнымъ, что сначала могла явиться мысль не были-ли соединенія эти раньше прибавлены къ землѣ; и только убѣдившись въ томъ, что азотная кислота въ данномъ случаѣ находилась въ соединеніи съ известью, а не съ содой, можно было объяснить себѣ причину обилія азотнокислыхъ соединеній тѣмъ обстоятельствомъ, что земля въ моментъ ея выкапыванія, а затѣмъ во время перевозки и опытовъ, перетрясалась и раздроблялась, оставаясь въ то же время влажною. Вообще при лабораторныхъ опытахъ очень легко можно вызвать въ землѣ обильное образованіе азотнокислыхъ соединеній посредствомъ тщательнаго растиранія ея и сохраненія во влажномъ состояніи; если-же земля высохнетъ, то растираніе не приведетъ ни къ какому результату.

Изучая въ теченіе 1892 г. химическій составъ дренажной воды, прошедшей черезъ землю, которою были наполнены ящики съ растеніями, я имѣлъ случай убѣдиться въ томъ, какое рѣшительное вліяніе оказываетъ на нитрификацію почвы воздухъ, находящійся въ продолжительномъ съ нею соприкосновеніи. Чтобы устроить эти ящики, конечно, нужно было прежде всего выбрать землю тамъ, гдѣ предпо-

ложено было помѣстить ихъ. Земля эта, сваленная въ кучу, оставалась въ теченіе двухъ мѣсяцевъ на воздухѣ, а затѣмъ въ октябрѣ 1891 года ею были наполнены ящики. Мои наблюденія надъ дренажною водою начались въ мартѣ 1892 года. Съ марта 1892 по мартъ 1893 г., земля, находившаяся въ одномъ изъ ящиковъ и остававшаяся все это время безъ удобренія, дала 221 килогр. азота въ видѣ соединеній азотной кислоты. Въ теченіе слѣдующаго года, т. е. съ марта 1893 по мартъ 1894 г. таже самая земля не обрабатывавшаяся въ этомъ году и опять не получавшая удобренія, заключала въ себѣ уже только 92,2 килограмма азотнокислыхъ соединеній, а въ теченіе слѣдующаго, третьяго года—всего лишь 71,19 килогр.

Всѣ подобныя, недавно пріобрѣтенныя, свѣдѣнія особеннымъ образомъ освѣщаютъ пріемы, издавна уже примѣнявшіеся къ обработкѣ земли. Что дѣлаютъ люди, обрабатывающіе землю? Почему они, начиная съ самыхъ древнихъ временъ, припрягали къ обожженному колу вола, лошадь или осла и при помощи такого приспособленія каждый годъ, а иногда и по нѣсколько разъ въ годъ взрывали землю? Почему вмѣстѣ съ успѣхами цивилизаціи, они обращали всѣ свои заботы на сооруженіе плуговъ, которые съ теченіемъ времени становятся все болѣе и болѣе сильными. Почему, затѣмъ, къ плугу была присоединена борона, острые и согнутые зубья которой раздробляютъ, размельчаютъ и обращаютъ въ порошокъ куски земли, оставленные плугомъ?

Съ давнихъ временъ самымъ главнымъ занятіемъ земледѣльца считалась обработка земли, т. е. именно пахота. На нее смотрѣли, какъ на трудъ по преимуществу, и человѣка, занимавшагося ею, работника, называли кромѣ того еще пахаремъ. Что-же дѣлаетъ этотъ пахарь? Онъ дѣлаетъ двѣ вещи. Взрывая землю, онъ позволяетъ водѣ задерживаться, скопляться въ ней, а не скатываться по ея поверхности, какъ это случается, когда почва не разрыхлена; слѣдовательно, онъ даетъ растенію возможность получать весною нужную ему влагу изъ земли, напитанной водою. Помимо того, онъ приводитъ почву въ тѣсное соприкосновеніе съ воздухомъ и заставляетъ въ нее проникать кислородъ, необходимый для дѣятельности микроорганизмовъ, вызывающихъ нитрификацію.

Поэтому то иногда находятъ въ образчикѣ вспаханной земли въ сто разъ больше азотнокислыхъ соединеній, чѣмъ въ другомъ такомъ же образчикѣ земли одинаковой по качеству и остававшейся все время въ тѣхъ-же самыхъ условіяхъ влажности и температуры, но не подвергавшейся вспашкѣ.

Медленность, съ какою совершается прогрессъ человѣческаго мышленія, способна вызвать чувство горечи, когда подумаешь, что нужно было дожидаться до конца XIX вѣка, чтобы понять, наконецъ, смыслъ того труда, которому люди предаются съ незапамятныхъ временъ. Чтобы смыслъ этотъ вполне раскрылся передъ нами, пужны были труды Пастера, которые выяснили намъ роль микроорганизмовъ въ нашей жизни; нужны были, затѣмъ, работы Буссенго и Жоржъ Вилля, которые, установили первенствующее значеніе азотнокислыхъ соединеній въ питаніи растений и наконецъ, нужны были изслѣдованія Шлѣзинга и Мюнца, доказавшихъ, что образованіе этихъ соединеній есть результатъ дѣятельности микроорганизмовъ.

Различные способы обработки земли, которые практикуются въ настоящее время, отличаются очевидными недостатками. Если мы вынуждены прибѣгать къ пріобрѣтенію чилійской селитры, чтобы имѣть хорошіе урожаи, то это, конечно, только потому, что мы можемъ вызывать весною въ нашихъ почвахъ лишь очень слабую нитрификацію. Затѣмъ, когда плугъ разрѣзываетъ землю на пласты и при этомъ перевертываетъ ихъ, то каждый изъ такихъ пластовъ перемѣщается какъ одинъ цѣлый кусокъ, каждая изъ частей его описываетъ полуоборотъ въ одной и той-же плоскости, такъ что всѣ перемѣстившіяся частицы земли остаются по отношенію другъ къ другу въ тѣхъ-же самыхъ положеніяхъ, въ какихъ онѣ находились въ землѣ, еще нетронутой плугомъ. Такимъ образомъ эта первая операція, которою начинается обработка земли и которая вполне пригодна для того, чтобы дождевая вода могла скопляться въ почвѣ, должна быть признана совершенно недостаточной для перемѣшиванія различныхъ частицъ почвы; кромѣ того въ компактные пласты земли, получающіеся при вснашкѣ, атмосферный кислородъ можетъ проникать лишь съ большимъ трудомъ и потому вывѣтриваніе ихъ не можетъ быть достаточнымъ.

Нѣсколько лучше тѣ результаты, которые достигаются посредствомъ измельченія земли бороной, представляющей собою деревянную или желѣзную раму, снабженную зубьями. Она разбиваетъ глыбы, оставшіяся послѣ плуга, и, слѣдовательно, способствуетъ тѣсному соприкосновенію воздуха съ частицами земли. Дѣйствіе бороны очень замѣтно, и потому смѣлые хозяева не ограничиваются боронованіемъ однихъ только обнаженныхъ земель, но примѣняютъ ее и на поляхъ уже засѣянныхъ хлѣбомъ; дѣлается это въ апрѣлѣ, когда молодыя растенія уже хорошо укоренились въ землѣ и потому способны безъ вреда для себя вынести дѣйствіе бороны.—„Если ты бороуешь по

хлѣбу, то не оглядывайся назадъ"—говорится въ пословицѣ. Дѣйствительно такое поле съ поломанными и потоптанными стебельками молодыхъ растений представляетъ очень печальное зрѣлище. Въмѣсто зеленыхъ полосъ, радовавшихъ глазъ, когда по полю еще не прошла бороны, остается кокой-то хаосъ, исправить который, повидимому, нѣтъ никакой возможности. Но черезъ пять уже дней поле принимаетъ первоначальный видъ, полегшіе стебли выпрямляются, хлѣбъ пускаетъ новые побѣги и эффектъ боронованія становится очевиднымъ. Перетирание земли бороною быть можетъ способствуетъ въ данномъ случаѣ разсѣванію и распространенію ферментовъ, помогаетъ имъ придти въ соприкосновеніе съ веществами еще незатронутыми нитрификаціей, но главнымъ образомъ дѣйствуетъ конечно тѣмъ, что, разбивая глыбы, измельчаетъ землю и, благодаря этому, позволяетъ воздуху приходиться въ соприкосновеніе съ ея частицами.

Впрочемъ строители сельскохозяйственныхъ орудій изобрѣли уже машины, работающія гораздо успѣшнѣе, чѣмъ тѣ, которыя обыкновенно примѣняются нами. И я нисколько не былъ бы удивленъ, если-бы какое нибудь орудіе, вродѣ скарификатора, снабженное многочисленными и перекрещивающимися зубьями, образующими нѣсколько послѣдовательныхъ рядовъ, получило бы такое распространеніе, какимъ до сихъ поръ оно еще не пользуется.

Американскіе, канадскіе, англійскіе и французскіе строители конкурируютъ между собою въ остроуміи и изобрѣтательности при устройствѣ орудій, предназначенныхъ для наилучшаго размельченія земли, способствующаго ея вывѣтриванію. И хотя они убѣждены, что земля только тогда можетъ считаться хорошо приготовленною къ носѣву, когда она превращена въ тонкій порошокъ, несомнѣнно однако-же, что имъ пока еще не удалось изобрѣсти орудій, болѣе дѣйствительныхъ, чѣмъ тѣ, которыми мы пользуемся въ настоящее время. Когда убѣдятся въ томъ, что, обрабатывая землю иначе, чѣмъ это дѣлается теперь, можно будетъ, если не избѣжать совсѣмъ, то, покрайнѣй мѣрѣ, сократить очень тяжелые расходы, связанные съ употребленіемъ чилийской селитры, тогда, безъ сомнѣнія, удастся устроить подобныя орудія, которыя будутъ въ состояніи, перетирая и перемишывая землю, вызывать въ ней весною настолько сильную нитрификацію, что употребленіе всякихъ азотистыхъ удобрений, кромѣ навоза, сдѣлается излишнимъ.

Чтобы достигнуть здѣсь успѣха, необходимо во всякомъ случаѣ выполнить еще одно, послѣднее, условіе. Допустимъ, что земля хорошо

перетерта, что она превращена въ порошокъ, что, наконецъ, воздухъ окружаетъ всѣ ея частицы; можемъ-ли мы все таки быть увѣрены въ томъ, что нитрификація будетъ совершаться активно? Къ сожалѣнію, нѣтъ! Необходимо, кромѣ того, чтобы земля была еще влажною. Если земля была хорошо приготовлена, то своевременно выпавшій дождь вызываетъ образованіе азотнокислыхъ соединеній и мы получаемъ хорошій урожай. Если-же въ дождѣ оказывается недостатокъ, то нашъ трудъ становится бесполезнымъ, такъ какъ дѣятельность микроорганизмовъ прекращается.

Только въ тѣхъ случаяхъ, когда земля регулярно поливается водою, обработка почвы вполне достигаетъ своего назначенія. Примѣромъ этому можетъ служить огородная культура. Огороды устраиваются только тамъ, гдѣ вода имѣется въ такомъ количествѣ, чтобы поливка могла выполняться безпрепятственно. Огородники щедро унавоживаютъ землю и не жалѣютъ труда на постоянное вскапываніе своей земли. Поэтому-то имъ и удается получать съ одной и той-же земли по три и по четыре сбора въ теченіе одного года.

§ VII.

Нитрификація—осенью.—„Осеннія культуры“.

Но недостаточно еще вызвать нитрификацію въ то время, когда она необходима. Нужно, кромѣ того, если не уменьшить ее осенью, когда большая часть жатвы уже снята, то по крайней мѣрѣ помѣшать исчезновенію азотнокислыхъ соединеній изъ почвы. Въ Гриньонѣ за послѣдніе четыре года, благодаря дѣйствию дренажной воды, каждый гектаръ земли, оставшейся безъ растительности, въ среднемъ потерялъ около 40,6 килограммовъ азота; потеря эта соотвѣтствуетъ 250 килограммамъ селитры или, въ переводѣ на деньги, 60 или 70 франкамъ въ годъ, т. е. арендной платѣ, взимаемой въ нашей странѣ съ большей части земель средняго достоинства.

Указанныя потери обуславливаются исключительно лишь просачиваніемъ воды черезъ почву, которая остается обнаженною послѣ снѣга съ нея жатвы. Само собой понятно, что онѣ измѣняются въ зависимости какъ отъ величины предшествующихъ урожаевъ, такъ и отъ распредѣленія дождя. Если дожди очень часты и сильны осенью, какъ это было, напр., въ 1892 году, то потери азотнокислыхъ соеди-

неи, причиняемая дренажною водою, очень значительны. Таковыми же онѣ были и въ 1893 году, но въ данномъ случаѣ произошло это не только отъ обильныхъ дождей осенью, но также и отъ незначительнаго урожая. Наоборотъ, въ 1894 году, когда за хорошимъ урожаемъ слѣдовала сухая осень, потери эти достигали замѣтной величины только на земляхъ, лишенныхъ растительности, на земляхъ-же, засѣянныхъ хлѣбомъ, онѣ были совершенно ничтожны. Земля остается обнаженною въ теченіе всей осени въ сѣверовосточныхъ, наиболѣе богатыхъ и процвѣтающихъ частяхъ нашей страны. Культура свекловицы занимаетъ здѣсь первенствующее мѣсто, при чемъ посѣвы этого растенія производятся черезъ каждые два года, чередуясь съ посѣвами пшеницы. Въ тотъ годъ, когда земля находится подъ свекловицею, потери азотнокислыхъ соединеній бывають незначительны, такъ какъ растеніе выбирается изъ земли поздно и его обильная листва покрываетъ еще почву въ теченіе большей части октября, способствуя испаренію воды и препятствуя ея просачиванію внутрь. Осенью 1892 года количество дренажной воды съ земель, занятыхъ свекловицею, измѣрилось 6 миллиметрами, между тѣмъ какъ количество ея съ земель, находившихся подъ пшеницей, достигало 35 миллиметровъ. Въ среднемъ, слѣдовательно, гектаръ свекловицы потерялъ 6,6 кил. азота, а гектаръ пшеницы 54,6 кил.

Чтобы избѣжать этого, нужно помѣшать стоку дождя въ видѣ дренажныхъ водъ. Нѣтъ ничего легче, какъ сдѣлать это. Растительность является могучимъ орудіемъ испаренія воды и потому именно вода просачивается черезъ почву только послѣ жатвы. Пока-же земля покрыта растеніями, вся выпадающая въ видѣ осадковъ вода снова возвращается въ атмосферу, благодаря ихъ дыханію. Нужно позаботиться слѣдовательно, чтобы земля не оставалась осенью обнаженною и потому тотчасъ послѣ снятія жатвы нужно замѣнить послѣднюю т. н. осеннею культурою. Почти всегда, тотчасъ-же послѣ жатвы, поля изъ-подъ овса или хлѣба вспахивають небольшимъ плугомъ или луцильникомъ, слегка взрывающимъ землю. Это именно и называется „луценьемъ“. Подобнаго рода операція очень полезна. Благодаря ей, изъ земель вырываются корни сорныхъ травъ, дождь получаетъ возможность лучше проникать въ почву и послѣдняя разрыхляется настолько, что становится возможной глубокая вспашка. Но если между этою первоначальною, неглубокою вспашкой, производящейся въ августѣ, и большими работами, къ которымъ приступаютъ въ октябрѣ, земля будетъ оставаться обнаженною, то вода, образовавшаяся отъ дождей, обыкновенно обильныхъ въ сентябрѣ, будетъ про-

сачиваться черезъ почву и отниметь у нея азотнокислыя соединенія, образовавшіяся лѣтомъ, но не утилизируемныя растеніями.

Осенью дренажныя воды почти всегда заключаютъ въ себѣ очень много этихъ соединеній и понять причину этого не трудно. Если дожди часто выпадаютъ лѣтомъ, то оба условія, способствующія нитрификаціи—теплота и влажность—имѣются на лицо. Но такъ какъ, говоря вообще, большая часть воды выпадающей лѣтомъ испаряется, то просачиваніе воды начинается только послѣ сильныхъ осеннихъ дождей. Наоборотъ, если лѣтомъ дожди были рѣдки и земля до осени остается въ достаточной степени нагрѣтою, то вмѣстѣ съ осенними дождями начинается и образованіе азотнокислыхъ соединеній. Онѣ появляются тотчасъ-же, послѣ того какъ дождь привелъ землю въ состояніе пригодное для дѣятельности ферментовъ. И такъ какъ земля бываетъ въ это время обнажена и лишена какихъ-либо растеній, способныхъ испарять выпавшую воду и усваивать образовавшіяся въ почвѣ азотнокислыя соединенія, то послѣднія уносятся изъ нея водою и теряются.

Эти потери азотнокислыхъ соединеній осенью—потери, еще разъ повторяемъ, значительныя—могутъ быть уменьшены или даже совсѣмъ уничтожены при помощи осеннихъ культуръ. Въ августѣ 1891 г. на опытномъ полѣ въ Гриньонѣ сѣяли или какое нибудь изъ бобовыхъ растеній, напр., вику, или какое-нибудь другое быстро развивающееся растеніе, напр., горчицу. По прошествіи нѣсколькихъ дней поля были уже зелены и въ то самое время какъ трубы, проложенныя подъ участками, отававшимися безъ растительности, были полны дренажною водою, онѣ оставались совершенно сухими подъ землей, засѣянной названными растеніями. Въ 1892 году дожди были слишкомъ сильны для того, чтобы вся вода могла испариться при посредствѣ растеній, служившихъ въ качествѣ осенней культуры; но не смотря на это, въ водѣ, скопленной подъ полями, покрытыми викой количество азотнокислыхъ соединеній не превышало третьей или даже только четвертой части того ихъ количества, которое было утрачено обнаженными землями¹⁾.

Что-же дѣлается съ азотнокислыми соединеніями, которыя образуются такъ-же хорошо въ земляхъ, покрытыхъ осенними культурами, какъ и въ земляхъ обнаженныхъ, и которыя не встрѣчаются въ дренажной водѣ, стекающей съ полей, занятыхъ посѣвами? Еслибы эти

¹⁾ Потери азота на одинъ гектаръ земли, оставшейся обнаженною послѣ пшеницы равнялась 54,6 килогр., на одинъ гектаръ, засѣянный викой,—17 килогр. на другой—13 килогр.

азотнокислыя соединенія оставались въ неизмѣненномъ видѣ въ землѣ, то они должны были-бы исчезнуть изъ нея зимою; слѣдовательно потеря ихъ была-бы только замедлена, а не устранена совсѣмъ, и польза отъ осенней культуры значительно уменьшилась-бы. Но анализъ дренажныхъ водъ, просачивающихся зимою, показываетъ, что на самомъ дѣлѣ этого не бываетъ. Азотнокислыя соединенія, образовавшіяся осенью, впитываются молодыми растениями и подвергаются такимъ превращеніямъ, что ихъ азотъ въ теченіе всей зимы остается внѣ вліянія причинъ, обуславливающихъ его исчезновеніе изъ почвы.

Въ теченіе уже нѣсколькихъ лѣтъ я примѣняю эти осеннія культуры въ гриньонской школѣ; въ началѣ августа я сѣю тамъ вику, которая запахивается въ ноябрѣ; всѣхъ этой вики равняется, въ среднемъ, 15000 килогр. на каждый гектаръ; азота въ немъ содержится почти столько-же, сколько и въ навозѣ; такимъ образомъ, зеленое удобреніе представляетъ собою не настоящее а только половинное удобреніе.

Если бы примѣненіе осеннихъ культуръ вошло во Франціи во всеобщее употребленіе, то оно принесло-бы очень значительныя выгоды. У насъ засѣвается хлѣбомъ 7 милліоновъ гектаровъ. Еслибы на каждомъ изъ этихъ гектаровъ, послѣ жатвы сѣялась въ качествѣ осенней культуры вика, по своему значенію она соотвѣтствовала-бы 150 милліонамъ тоннъ навоза; если допустить даже, что удобреніе, доставляемое этою культурою, равняется только 10 тоннамъ навоза на каждый гектаръ, то и въ такомъ случаѣ количество его все таки будетъ соотвѣтствовать 70 милліонамъ тоннъ навоза. По статистическимъ даннымъ, относящимся къ 1882 году, ежегодное производство навоза исчисляется приблизительно въ 100 милліоновъ тоннъ. Такимъ образомъ отъ самихъ хозяевъ зависитъ увеличить вдвое то количество удобрительныхъ веществъ, какими они ежегодно располагаютъ.

Когда землю, выдѣляющую значительныя количества угольной кислоты, благодаря дыханію кишачихъ въ ней микроскопическихъ организмовъ, въ теченіе нѣсколькихъ часовъ подвергаютъ въ лабораторіи нагрѣванію до 120°, то выдѣленіе ею угольной кислоты прекращается совершенно. Въ этомъ случаѣ говорятъ, что земля обезпложена, стерилизована. Выраженіе это заключаетъ въ себѣ смыслъ гораздо болѣе широкій, чѣмъ тотъ, который ему обыкновенно придается. Земля дѣйствительно сдѣлалась бесплодною. Всѣ реакціи, обуславливающія плодородіе, прекратились въ ней, ея дѣятельность угасла

она утратила способность усваивать атмосферный азотъ и переводить его гумусъ въ амміакъ, а амміакъ—въ азотную кислоту; ея микроорганизмы убиты. Она представляетъ изъ себя теперь инертную массу, въ которой растительность чахнетъ также, какъ и въ прокаленномъ пескѣ. Это прекращеніе всѣхъ функцій, опредѣлявшихъ ея плодородіе, лишь только она была подвергнута дѣйствию высокой температуры, вполне оправдываетъ прекрасныя слова Бертелло: „земля есть нѣчто живое“.



ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр
Предисловіе переводчика	3
Предисловіе автора	5

Часть первая.

УДОБРЕНІЯ.

Глава I.

Органическія удобрения.

Причины сельскохозяйственнаго кризиса	9
§ I.—Вещества, необходимыя для развитія растений	12
§ II.—Хлѣвной навозъ	20
§ III.—Нечистоты изъ выгребныхъ ямъ.—Мясной тукъ.—Кровь.—Шерсть.— Гуано	31
§ IV.—Человѣческія изверженія.—Сѣрнокислый аммоній.—Чилійская селитра	36
§ V.—Растительныя удобрения.—Ижмыхи.—Зеленое удобрение	42

Глава II.

Косвенныя и прямыя минеральныя удобрения.

§ I.—Известковыя удобрения	49
§ II.—Гипсъ	57
§ III.—Фосфорнокислыя удобрения	61
§ IV.—Калиевыя удобрения	73
§ V.—Подѣлка продажныхъ удобрений	75
§ VI.—Примѣненіе химическихъ удобрений	78
§ VII.—Заключеніе	83

Часть вторая.

МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВЫ.

Глава I.

Усвоеніе азота почвой.

§ I.—Болѣзнетворные микроорганизмы почвы	88
§ II.—Земля, оставаясь постоянно подъ лугомъ, обогащается атмосфернымъ азотомъ	90

§ III.—Круговоротъ соединеній азота на земной поверхности.—Споръ Буссенго и Жоржъ Вилли	95
§ IV.—Ближайшее опредѣленіе различныхъ микроорганизмовъ, фиксирующихъ азотъ	110

Глава II.

Утилизациа азота почвой.

§ I.—Необходимость азотъ содержащихъ удобрений.—Опроверженіе минеральной теоріи Либиха.—Лоозъ и Джилбертъ.—Буссенго	120
§ II.—Происхожденіе и составъ гумуса	122
§ III.—Азотистое питаніе злаковыхъ и бобовыхъ растений	126
§ IV.—Превращеніе гумуса.—Образованіе амміака	129
§ V.—Образованіе азотнокислыхъ соединеній	133
§ VI.—Нитрификаціа въ пахатной землѣ.—Дренажныя воды	143
§ VII.—Нитрификаціа — осенью.—„Осеннія культуры“	152
Оглавленіе	157



ВАЖНѢЙШІЯ ОПЕЧАТКИ.

Страница.	Строка.		Напечатано.	Слѣдуетъ читать.
	Сверху.	Снизу.		
6	9	—	повышаютъ урожай въ благопріятные годы	повышаютъ урожай. Въ благопріятные годы
20	—	10	навозъ жижи	навозная жижа
27	—	1	почвой (164)	почвы (138)
55	—	13	бросаютъ въ известковую воду, не содержащую извести, глинистую землю	бросаютъ въ дистиллированную воду глинистую землю, не содержащую извести.
78	—	6	Но мы отъ этого. Но мы еще далеко!	Но мы еще далеко отъ этого!
89	—	13	и Русь	и Ру
108	2	—	бобовыя растенія всегда давала и посредственные урожаи	бобовыя растенія всегда давали и посредственные урожаи
111	1	—	перемѣннымъ	верѣннымъ
122	—	6	амоминія	алюминія

