

В 631.87
а2/2 р

П. Вагнер.

Удобрение

азотомъ

УДОБРЕНІЕ

АЗОТОМЪ.

Проф. д-ра П. Вагнера,

завѣдывающаго сельско-хозяйственной опытною станціею въ Дармштадтѣ

ПРИ УЧАСТІИ

Д-ра Р. Дорша,

ассистента опытной станціи въ Дармштадтѣ.

ПЕРЕВОДЪ-ИЗВЛЧЕНІЕ СЪ НѢМЕЦКАГО

Г. И. Танфильева.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія В. Демакова, Новый пер., д. № 7.

1895.



Сочиненіе, переводъ котораго ниже слѣдуетъ, составляетъ собственно первую часть обширнаго труда, предпринимаемаго П. Вагнеромъ подъ заглавіемъ «Forschungen auf dem Gebiete der Pflanzenernährung». Отдѣлы I и II имѣютъ значеніе вступительныхъ ко всему сочиненію, остальные же отдѣлы настоящей книги посвящены исключительно азотнымъ удобреніямъ.



Довволено цензурою. С.-Петербургъ, 20 апрѣля 1895 г.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

О Т Д Ъ Л Ъ І.

Задачи изслѣдованія.

1. Самые важныя удобрительныя вещества: фосфорную кислоту, азотъ и кали надо пріобрѣтать съ возможно меньшими затратами . . . 3
2. Удобрительныя вещества надо вносить въ почву въ подходящемъ количествѣ 4
3. Удобрительныя вещества надо примѣнять въ подходящемъ видѣ и въ правильномъ взаимномъ отношеніи. 5
4. Усиленно питать слѣдуетъ прежде всего растенія, позволяющія рассчитывать на возможно выгодное использованіе удобренья. . . . —
5. Удобрительныя туки надо примѣнять въ наиболѣе подходящемъ внѣшнемъ видѣ, въ надлежащее время и надлежащимъ образомъ . . 6
6. Надо создавать условія и примѣнять средства, благопріятствующія дѣйствию удобренья и устраняющія потери питательныхъ веществъ. 6

О Т Д Ъ Л Ъ ІІ.

Методы изслѣдованія.

1. Опыты удобренія надо производить въ небольшомъ масштабѣ, притомъ въ замкнутыхъ, поставленныхъ подъ открытое небо, сосудахъ, и, кромѣ того, на мелкихъ участкахъ земли, вполне отдѣленныхъ отъ окружающей почвы. 8
2. Всѣ условія, которыя могутъ оказывать вліяніе на развитіе растенія, слѣдуетъ во всѣхъ опытахъ, на сколько можно, сравнять . . . 12
3. Предѣлы погрѣшностей опытовъ должны быть извѣстны; ихъ находятъ дополнительными опытами, причемъ каждый опытъ надо повторять до тѣхъ поръ, пока не будутъ получены достаточно точныя данныя. 14

4. Опыты надо ставить такъ, чтобы на почвахъ, удобренныхъ испытываемымъ тукомъ, урожаи значительно повышались, сравнительно съ почвами неудобренными, ибо этимъ достигается увеличеніе точности результата. 16
5. Почва должна быть возможно бѣдна испытываемымъ питательнымъ веществомъ 16
6. Для опытовъ надо выбирать растенія, расходующія много того именно вещества, удобрительное дѣйствіе котораго желаютъ испытать. 18
7. Вещество, дѣйствіе котораго испытывается, не слѣдуетъ вносить въ почву въ избыткѣ, который оставался бы безъ дѣйствія 19
8. Испытываемое питательное вещество примѣняется въ различныхъ количествахъ, изъ полученныхъ же результатовъ берутся, для сравненія, только результаты, въ которыхъ увеличеніе урожая приблизительно соответствуетъ усиленію удобрения 22
9. Опыты удобрения надо ставить такъ, чтобы разница въ урожаѣ отъ двухъ сравнительныхъ удобрений могла быть вызвана не нѣсколькими составными частями удобрительнаго матеріала, а только одною, въ данномъ случаѣ испытываемою. 23

ОТДѢЛЪ III.

Результаты изслѣдованія.

1. Правда-ли, что горохъ, люцерна и другія бобовыя обладаютъ способностью черпать азотъ изъ источника его въ атмосферномъ воздухѣ? 45
2. Всѣ-ли бобовыя и исключительно-ли только бобовыя обладаютъ способностью поглощать и перерабатывать атмосферный азотъ? . . . 50
3. Изъ какого источника скорѣе всего черпаютъ бобовыя азотъ: изъ почвы, т. е. изъ солей азота, или изъ атмосфернаго воздуха? . . . 55
4. Рационально-ли удобрять бобовыя солями азота? 56
5. Что мы должны имѣть въ виду, при удобреніи культурныхъ растений азотомъ? 60
6. Какія растенія болѣе всего нуждаются въ азотистомъ удобреніи? 61
7. Какимъ количествомъ солей азота надо удобрять культурныя растенія, чтобы достигнуть опредѣленнаго повышенія урожая? . . . 67
8. Въ какой степени вычисленное повышеніе урожая отъ внесенія въ почву 100 кило чилійской селитры совпадаетъ съ новымъ enimъ, наблюдаемымъ при опытахъ удобрения и въ сельскохозяйственной практикѣ? 75
1. Пшеница. 77
2. Рожь. 78
3. Ячмень 79
4. Морковь. 80

5. Картофель	80
6. Сахарная свекловица	81
7. Кормовая свекла	81
8. Озимый и яровой рапсъ	82
9. Чѣмъ объяснить большія колебанія въ повышеніи урожаявъ послѣ удобренія чилийской селитрой?	82
10. Во всѣхъ ли случаяхъ удобреніе селитрой повышаетъ содержаніе азота въ продуктахъ урожая?	86
11. Какъ поступать хозяину, чтобы удобреніе азотомъ могло проявить полное свое дѣйствіе?	90
12. Какимъ количествомъ азота слѣдуетъ удобрять различные культурныя растенія?	99
13. Въ какое время правильнѣе всего удобрять солями азота?	103
14. При какихъ условіяхъ удобреніе азотомъ дѣйствуетъ сильнѣе на образованіе соломы, чѣмъ на образованіе зерна?	107
15. Какъ заставить растенія расходовать азотъ преимущественно на образованіе зерна?	113
15а. Какъ достигнуть возможно-равномѣрнаго питанія растеній азотомъ на легкихъ, бѣдныхъ азотомъ, почвахъ?	117
16. Дѣйствительно-ли удобреніе селитрой вызываетъ чрезмѣрное поглощеніе фосфорной кислоты и кали, ослабляя этимъ плодородіе почвы?	122
17. Могутъ-ли существовать условія, при которыхъ удобреніе селитрой истощаетъ содержаніе азота въ почвѣ?	124
18. Можно-ли себѣ представить условія, при которыхъ удобреніе селитрой вызываетъ пониженіе содержанія азота въ продуктахъ урожая?	129
19. Нельзя ли представить себѣ условій, при которыхъ удобреніе селитрой ускоряетъ созрѣваніе растеній?	131
20. Какъ дѣйствуетъ удобреніе амміачной солью, сравнительно съ удобреніемъ селитрой?	132
21. Какіе результаты дали опыты удобренія селитрой и амміакомъ, выполненные по плану Мэркера членами германскаго сельскохозяйственнаго общества?	138
22. Почему азотъ въ видѣ амміачной соли оказывается часто слабѣе азота въ видѣ селитры?	143
23. Сполна-ли идетъ превращеніе амміака въ селитру или это превращеніе связано съ извѣстною потерю азота?	145
24. Какія условія вліяютъ благопріятно и какія не благопріятно на переходъ амміака въ азотную кислоту?	147
25. Можно ли известкованіемъ почвы усилить дѣйствіе амміачной соли?	150

26. Можетъ-ли сѣрная кислота амміачной соли дѣйствовать вредно на растенія? 152
27. Могутъ-ли культурныя растенія также хорошо выносить сильное удобреніе сѣрноамміачною солью или сильно-концентрированные растворы ея, какъ они выносятъ сильное удобреніе чилийской селитрой или ея сильно концентрированные растворы? 154
28. Нѣтъ-ли условій, при которыхъ натръ чилийской селитры оказываетъ благотворное вліяніе на развитіе растеній и нельзя-ли въ нѣкоторыхъ случаяхъ объяснить лучшее дѣйствіе чилийской селитры вліяніемъ натра? 156
29. Какъ велико относительное достоинство азота, заключающагося въ удобрительныхъ матеріалахъ „органическаго“ происхожденія (костяной мукѣ, мясной мукѣ, рыбной мукѣ, перувианскомъ гуано, кровяной мукѣ, роговой, кожаной мукѣ, шерстяной пыли, въ хлѣвномъ навозѣ, мукѣ изъ жмыховъ, зеленой растительной массѣ)? 166
30. Логично-ли дѣлать сельскохозяйственные культурныя растенія на азотособиратели и азотопотребители? 177
31. Какъ пользоваться собирающими азотъ растеніями, чтобы удобрить почву атмосфернымъ азотомъ? 178
32. Какъ велико дѣйствіе азота въ видѣ зеленого удобренія, сравнительно съ азотомъ чилийской селитры? 179
33. Выгодно-ли разводить на зеленое удобреніе гречиху, горчицу, рапсъ, шпегель и др. не бобовыя? 180
34. Всегда-ли будетъ культура бобовыхъ обогащать почву азотомъ? 183
35. Какъ велико можетъ быть приращеніе азота, достигаемое культурою бобовыхъ, и что можно еще сказать о зеленомъ удобреніи? . . . 185

ОТДѢЛЪ IV.

Метода изслѣдованія.

1. Механическій анализъ почвы. 199
2. Химическій анализъ почвы 201
3. Изслѣдованіе продуктовъ урожая 206
4. Изслѣдованіе азотистыхъ удобрительныхъ матеріаловъ . . . 210

ОТДѢЛЪ I.

Задачи изслѣдованія.

Предлагаемымъ сочиненіемъ и слѣдующими за нимъ томами задуманнаго труда я желаю содѣйствовать выясненію основъ рациональнаго удобренія сельскохозяйственныхъ культурныхъ растений, указать хозяину на важныя въ практическомъ отношеніи вопросы удобренія и разобрать причины явленій, наблюдаемыхъ при разведеніи растений.

Чтобы дать понятіе о характерѣ и объемѣ вопросовъ удобренія, я приведу здѣсь нѣсколько примѣровъ. Въ научной разработкѣ этихъ вопросовъ—а разработка ихъ должна быть, по моему мнѣнію, именно научная—я принималъ участіе въ теченіи цѣлаго ряда лѣтъ.

Перехожу прямо къ дѣлу. Цѣль рациональнаго удобренія—*получить возможно высокій чистый доходъ*, а чтобы этой цѣли достигнуть, необходимо имѣть въ виду слѣдующія соображенія.

1. Самые важныя удобрительныя вещества: фосфорную кислоту, азотъ и кали надо приобрѣтать съ возможно меньшими затратами.

Извѣстно, что одно и то же питательное для растений вещество можетъ быть приобрѣтено по весьма различнымъ цѣнамъ.

Кали въ видѣ каинита обходится въ Стасфуртѣ вдвое дешевле, чѣмъ въ видѣ болѣе чистыхъ и концентрированныхъ солей. Фосфорная кислота, напр., стоитъ въ видѣ томова плака 22 пфенн. за кило, а въ видѣ суперфосфата 60 пф. Азотъ въ видѣ легкорастворимыхъ соединеній стоитъ 150 пф., въ видѣ «органическаго» матеріала отъ 80 до 100 пф., тогда какъ въ видѣ атмосфернаго воздуха онъ достается даромъ.

Отсюда вытекаетъ рядъ важныхъ, въ практическомъ отношеніи, вопросовъ. Такъ, важно рѣшить, для какихъ почвъ и растений и на

какое разстояніе выгоднѣ доставлять дешевый стасфуртскій каинитъ, чѣмъ болѣе дорогія, но и болѣе концентрированныя калийныя соли? При какихъ условіяхъ оказывается болѣе выгоднымъ употребленіе дешеваго томасова шлака, чѣмъ суперфосфата? Какія растенія лучше всего утилизируютъ томасовъ шлакъ? При какихъ физическихъ и химическихъ условіяхъ почвы благоприятнѣе всего дѣйствуетъ удобрение томасшлакомъ? Можно ли найти условія, при которыхъ органическій азотъ въ видѣ медленно разлагающихся шерстяной пыли, кровяной, роговой, костяной, мясной муки, окажется не менѣе, если не болѣе, выгоднымъ, чѣмъ болѣе дорогой азотъ амміачныхъ солей и чилийской селитры? Какое вліяніе оказываетъ почва на разложеніе органическихъ матеріаловъ? Какъ велики бывають потери азота при ихъ разложеніи и какъ избѣгать этихъ потерь? Какія растенія обладаютъ способностью черпать азотъ изъ *самаго дешеваго источника*, изъ атмосфернаго воздуха? Могутъ ли эти растенія извлекать изъ воздуха *все* необходимое имъ количество азота? Не предъявляютъ ли они извѣстныхъ требованій и къ содержанію азота въ почвѣ? Всегда ли убыточно удобрение этихъ растений солями азота и нѣтъ-ли условій, при которыхъ незначительное удобрение въ состояніи заставить усиленно утилизировать азотъ изъ источника его въ атмосферѣ? Существуютъ ли средства, облегчающія и усиливающія поглощеніе атмосфернаго азота?

2. Удобрительныя вещества надо вносить въ почву въ подходящемъ количествѣ.

Удовлѣтвить этому требованію довольно трудно. Намъ извѣстно, правда, что, напр., для полученія 20 центн. или 1000 килогр. пшеницы въ зернѣ съ соответствующимъ количествомъ соломы, требуется 10 кило фосф. кислоты, 15 кило кали и 30 кило азота, но этого еще мало, чтобы сказать, какъ слѣдуетъ удобрять нашу почву. Прежде всего мы должны спросить, на сколько данная почва нуждается въ удобреніи? Сколько кали, фосфорной кислоты и азота можетъ она, безъ удобрения, дать пшеницѣ? Какими количествами кали, фосфорной кислоты и пр. надо дополнить имѣющіяся въ почвѣ количества этихъ веществъ, чтобы получить требуемый эффектъ? Какъ опредѣлить *степень тучности* (Düngungszusand) почвы и первоначальный запасъ питательныхъ веществъ въ послѣдней? Прибѣгать ли здѣсь къ химическому анализу, къ опыту удобрения или же употребить какой-либо другой методъ? Сколько нужно, сообразно *химическому составу* почвы, содержанію извести, же-

лѣза, гумуса и пр., внести въ нее фосфорной кислоты въ видѣ суперфосфора или томасшлака, чтобы на опредѣленное количество повысить поглощеніе растеніемъ фосфорной кислоты? Какія требованія предъявляетъ культивируемое растеніе къ питательнымъ веществамъ почвы; принадлежитъ ли оно къ растеніямъ, требующимъ сравнительно *много* растворимой фосфорной кислоты, *много* растворимаго кали въ почвѣ, или къ растеніямъ, требующимъ этихъ веществъ въ сравнительно небольшомъ количествѣ?

На всѣ эти вопросы хозяинъ долженъ имѣть надежный отвѣтъ.

3. Удобрительныя вещества надо примѣнять въ подходящемъ видѣ и въ правильномъ взаимномъ отношеніи.

Кали можно употреблять въ видѣ очищенныхъ «концентрированныхъ» солей или въ видѣ солей неочищенныхъ, содержащихъ, кромѣ кали, еще соли магnezіи и натра. Кали можно покупать въ видѣ хлористой или же въ видѣ сѣрнокислой соли; фосфорную кислоту въ видѣ быстро или медленно дѣйствующихъ соединений, а азотъ въ видѣ амміачной соли, чилийской селитры или хлѣвнаго навоза и т. п. Который изъ этихъ удобрительныхъ матеріаловъ болѣе всего соотвѣтствуетъ различнымъ почвеннымъ условіямъ и особенностямъ даннаго растенія, гарантируя вмѣстѣ съ тѣмъ возможно высокій урожай въ качественномъ и количественномъ отношеніяхъ? Далѣе является вопросъ: въ какомъ взаимномъ отношеніи слѣдуетъ употреблять удобрительныя вещества? Чтобы вполне достигнуть намѣченной цѣли, употреблять ли на данной почвѣ и подъ данное растеніе туку, сравнительно богатый азотомъ, фосфорной кислотой или кали?

4. Усиленно питать слѣдуетъ прежде всего растенія, позволяющія раасчитывать на возможно выгодное использование удобренія

Каждые 100 кил. чилийской селитры, напр., въ состояніи дать избытокъ урожая, по расчету, стоимостью въ

23	марки	для	лугового	сѣна
42	»	»	рапса	
59	»	»	хлѣба	
72	»	»	свекловицы.	

Выгодность удобренія можетъ быть, такимъ образомъ, весьма различна, въ зависимости отъ того, много или мало питательныхъ веществъ требуетъ культурное растеніе для полученія 100 кило

урожая и какова рыночная стоимость этихъ 100 кило урожая. Тутъ является вопросъ: сколько урожая могутъ пшеница, рожь, овесъ, ячмень, свекла, картофель, рапсъ, клеверъ и пр. выработать изъ каждаго кило внесенныхъ въ почву азота, кали, фосфорной кислоты, и нельзя-ли заставить то или иное культурное растеніе лучше использовать *самое дорогое* питательное вещество, *азотъ*, путемъ внесенія въ почву нѣкотораго избытка болѣе дешевыхъ удобрительныхъ веществъ, кали и фосфорной кислоты?

5. Удобрительные туки надо примѣнять въ наиболѣе подходящемъ вышнемъ видѣ, въ надлежащее время и надлежащимъ образомъ.

Здѣсь являются слѣдующіе вопросы: Какое вліяніе оказываетъ на дѣйствительность питательныхъ веществъ *степень измельченія* удобрительныхъ туковъ, особенно *фосфатовъ* (томасшлакъ, костяная мука, суперфосфатъ)? Какъ дѣйствуетъ внесеніе въ почву суперфосфата и томасшлака *осенью*, сравнительно съ внесеніемъ этихъ туковъ *весною*? Не будетъ-ли выгодно разбросать по почвѣ томасшлакъ, назначенный для весенняго удобренія, уже осенью или зимою и оставить его на поверхности почвы? Можно-ли примѣнить къ клеверу *дополнительное* удобреніе томасшлакомъ? Когда слѣдуетъ удобрять каинитомъ заливные луга? Въ какое время удобрять азотомъ озимые хлѣба? Вносить-ли въ почву весь азотъ осенью въ видѣ амміака или часть его осенью, а другую часть весною, въ видѣ амміака или чилийской селитры? Какъ удобрять яровые хлѣба азотомъ (въ видѣ амміака или селитры?), при посѣвѣ или же частью при посѣвѣ, частью въ видѣ поверхностнаго удобренія? Можно-ли брать для поверхностнаго удобренія амміачныя соли? Какъ глубоко слѣдуетъ задѣлывать различные туки на различныхъ почвахъ и подъ различныя растенія? Slѣдуетъ-ли ихъ запахивать и какъ глубоко? Разсыпать-ли ихъ по бороздѣ или же часть запахивать, а остальное разбрасывать по поверхности?

6. Надо создавать условія и примѣнять средства, благопріятствующія дѣйствию удобренія и устраняющія потери питательныхъ веществъ.

Какія имѣются для этого средства? Какое вліяніе оказываютъ на дѣйствіе различныхъ туковъ разрыхленіе почвы, осушеніе, увеличеніе содержанія гумуса, извести и пр? Можетъ-ли известкованіе почвы мергелемъ усилить дѣйствіе амміака и ослабить дѣйствіе суперфосфата и въ какой мѣрѣ? Постоянно-ли уменьшается раство-

римость въ избыткѣ внесеннаго въ почву суперфосфата и постоянно ли увеличивается растворимость томасшлака? Какихъ размѣровъ достигаютъ эти явленія на различныхъ почвахъ? Можетъ ли произойти потеря фосфорной кислоты при удобреніи суперфосфатомъ очень легкихъ песчаныхъ почвъ? Можно ли ожидать потери азота при удобреніи осенью амміачными солями? Можетъ ли при очень обильномъ удобреніи произойти напрасная трата питательныхъ веществъ отъ поглощенія растеніями большого количества кали, фосфорной кислоты и азота, чѣмъ безусловно необходимо для полученія урожая.

Перечислять далѣе вопросовъ, касающихся удобренія, я не буду. Этихъ примѣровъ достаточно. Какъ сказано, я желалъ только вкратцѣ указать на сущность и цѣли предпринятыхъ мною изслѣдованій.

ОТДѢЛЪ II.

Методы изслѣдованія.

Вопросы, приведенные мною, въ видѣ примѣра, въ предшествующемъ отдѣлѣ, сельскій хозяинъ, какъ мною замѣчено, предъявляетъ *наукѣ*. Мы должны, такимъ образомъ, искать для правильнаго разрѣшенія этихъ вопросовъ метода, *основаннаго на данныхъ науки*.

Двѣнадцать слишкомъ лѣтъ тому назадъ я началъ искать такого метода, но очень долго поиски мои были тщетны. Лишь въ теченіе многихъ годовъ и въ большинствѣ случаевъ очень постепенно попалъ я на принципы, которымъ необходимо было слѣдовать, причемъ выяснились и мѣры предосторожности, безъ соблюденія которыхъ нельзя получить ясный, опредѣленный и выдерживающій критику отвѣтъ. Эти принципы явились слѣдствіемъ критическаго разсмотрѣнія и признанія затѣмъ негодными нѣсколькихъ тысячъ опытовъ. Неудачи первыхъ шести лѣтъ и полученные при этомъ результаты описаны мною въ «Journal für Landwirthschaft» за 1880 г. и въ «Landwirthschaftl. Jahrb.» за 1883 г. Эти статьи имѣютъ интересъ только для изслѣдователя, а такъ какъ названные журналы легко доступны, то я содержанія статей здѣсь повторять не буду. Я перехожу къ разсмотрѣнію требованій, положенныхъ въ основу выработаннаго мною метода производства опытовъ.

1. Опыты удобренія надо производить въ небольшомъ масштабѣ, притомъ въ замкнутыхъ, поставленныхъ подъ открытое небо, сосудахъ, и, кромѣ того, на мелкихъ участкахъ земли вполнѣ отдѣленныхъ отъ окружающей почвы.

Что полевые опыты на площадяхъ въ $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{2}$ десятины не могутъ дать результатовъ, удовлетворяющихъ научнымъ требованіямъ, должно быть всѣмъ извѣстно ¹⁾. Необходимо, однако, еще

¹⁾ Объ этомъ будетъ еще рѣчь ниже.

отвѣтить на вопросъ: нельзя ли вести точные опыты удобренія на небольшихъ участкахъ (грядкахъ, дѣлянкахъ) возможно однородной и обнесенной изгородью площади, обрабатывая участки заступомъ и отдѣляя другъ отъ друга удобренные ряды *двумя или тремя рядами растечій, не служащихъ для опредѣленія урожая?* На этотъ вопросъ надо дать отвѣтъ отрицательный. Опыты не привели къ цѣли по слѣдующимъ причинамъ:

а) Очень трудно найти участокъ поля или огорода на столько однородный, чтобы небольшія части его, обработанныя одинаковымъ образомъ, дали приблизительно одни и тѣ-же результаты.

б) Измѣреніе и ограниченіе участковъ, однородная обработка, удобреніе, заступъ и уборка, опредѣленіе вѣса урожая являются все работами, связанными съ большими источниками ошибокъ, почему онѣ и не могутъ быть выполнены вполне точно. Когда приходится имѣть дѣло съ большимъ числомъ участковъ, напр., нѣсколькими сотнями, большинство работъ (прокопка, удобреніе, посѣвъ, окучиваніе и пр.) будетъ производиться *нѣсколькими, значить различными* рабочими, почему едва ли возможно, чтобы всѣ эти работы были произведены вполне *одинаковымъ* образомъ.

в) Незбѣжныя и неравномѣрно распредѣляющіяся по участкамъ неточности вызываются поврежденіемъ растений насѣкомыми, кротами, мышами, птицами и пр.

г) Повышеніе урожая, обусловливаемое удобреніемъ, бываетъ обыкновенно слишкомъ ничтожно, сравнительно съ погрѣшностями опытовъ. Особенно это замѣтно при удобреніи кали и фосфорной кислотой, такъ какъ пахотный слой культурныхъ почвъ бываетъ обыкновенно богаче этими веществами, чѣмъ необходимо для полученія достаточно большаго, уничтожающаго погрѣшности, повышения урожая. Извѣстные до сихъ поръ результаты опытовъ на различной величины полевыхъ или огородныхъ участкахъ показываютъ, что отклоненія въ результатахъ параллельныхъ опытовъ бываютъ обыкновенно болѣе значительными, чѣмъ разница между результатами опытовъ на участкахъ удобренныхъ и неудобренныхъ.

д) При подобнаго рода опытахъ нельзя удовлетворить требованію, чтобы разница въ результатѣ двухъ опытовъ вызывалась не нѣсколькими факторами, а какимъ-нибудь однимъ, въ данномъ случаѣ испытываемымъ. Если, напр., желательно выяснитъ вліяніе извѣстнаго удобренія на почвахъ песчаныхъ и глинистыхъ, то опытомъ въ открытомъ полѣ мы не въ состояніи разрѣшить вопроса уже по одному тому, что нельзя найти почвы песчаной или глинистой въ

столь близкомъ сосѣдствѣ одну отъ другой, чтобы онѣ находились *въ одинаковыхъ условіяхъ погоды*. Разъ этого нѣтъ, обнаруженные различія въ урожаѣ на почвахъ песчаной и глинистой могутъ лишь *отчасти* зависѣть отъ почвы, частью-же они будутъ вызваны различіями въ условіяхъ *погоды*; опредѣлить-же, въ какой мѣрѣ вліяла въ данномъ случаѣ почва и въ какой погода, мы не можемъ.

е) Опыты въ полѣ ставятъ экспериментатора въ полную зависимость отъ данныхъ свойствъ почвы, подпочвы, условій влажности и пр., не позволяя выбирать для участковъ почву, быть можетъ, болѣе отвѣчающую требованіямъ опыта.

ж) Если опытное поле первоначально было вполне однородно, удовлетворяя, такимъ образомъ, требованіямъ опытовъ удобренія, то оно теряетъ эти особенности послѣ раздѣленія на участки, подвергающіеся неодинаковой обработкѣ. По окончаніи извѣстнаго ряда опытовъ, придется тогда ждать нѣсколько лѣтъ, прежде чѣмъ постоянной однородной обработкой участки будутъ приведены въ первоначальное состояніе и сдѣлаются снова пригодными для опытовъ.

Вопросъ о примѣнимости полевыхъ или огородныхъ участковъ для производства точныхъ опытовъ удобренія занималъ меня въ теченіе многихъ лѣтъ ¹⁾, и я пришелъ къ заключенію, что на такихъ участкахъ нельзя вести опытовъ, удовлетворяющихъ требованіямъ науки. Основнымъ условіемъ научности опыта должна быть возможность *полнаго управленія* всѣми обстоятельствами, которыя могли бы вліять на результатъ опытовъ. Такое управленіе, однако, невозможно, разъ дѣло идетъ объ опытахъ на открытыхъ участкахъ или на грядкахъ. Экспериментаторъ здѣсь или созсѣмъ не можетъ или можетъ лишь отчасти руководить вліяющими на растеніе обстоятельствами; не въ его власти устранить неблагопріятныя вліянія, создать благопріятныя или достигнуть уровновѣшиванія ихъ; онъ вынужденъ оставить свои опыты на произволъ случая, подвергать ихъ капризамъ погоды и нападенію враговъ растеній и всевозможныхъ животныхъ.

Размѣры участковъ,—не говоря уже о сомнѣніяхъ, высказанныхъ выше,—слишкомъ велики, чтобы уходъ за ними могъ быть вполне правильный. Но если опыты производить въ небольшомъ масштабѣ и съ особыми приспособленіями, въ смыслѣ «дифференціального метода», не трудно сравнить всѣ, вліяющіе на разви-

¹⁾ Landw. Jahrbücher 1883 г.

тѣ растений, факторы и получить, такимъ образомъ, надежные результаты.

Смотря по вопросу, требующему разрѣшенія, я пользуюсь при своихъ опытахъ различными приспособленіями, напр., съ обѣихъ сторонъ открытыми цинковыми цилиндрами (вышиною въ 133 сант. и діаметромъ въ 60 или 100 сант.); эти цилиндры до краевъ закапываются въ землю и наполняются почвою, служащею для опыта. Окруженная такимъ цилиндромъ почва представляетъ собою участокъ, отъ обыкновенныхъ полевыхъ участковъ отличающійся только тѣмъ, что онъ очень не великъ и допускаетъ вести опытъ точный во всѣхъ отношеніяхъ. Почва каждого участка, состоящая изъ тщательно перемѣшанной земли, всюду вполне однородная; кромѣ того, полной тождественности можно достигнуть и въ плотности и глубинѣ почвы, количествѣ и распредѣленіи удобрения, посѣвномъ матеріалѣ, глубинѣ посѣва, числѣ растений, разстояніи ихъ другъ отъ друга и пр. До глубины въ 133 сант. участки отдѣлены отъ окружающей почвы съ абсолютнымъ совершенствомъ, ихъ можно наполнить οποю почвою, причемъ подпочву можно приготовить изъ какого угодно матеріала. Если нѣтъ надобности испытывать дополнительное вліяніе удобрения на послѣдующія культуры, то, по окончаніи опытовъ почву можно вынуть, замѣнить ее новой почвою и приступить тотчасъ-же къ новому ряду опытовъ. Продолжительная засуха, отъ которой, какъ извѣстно, пропадаетъ столько полевыхъ опытовъ, не можетъ вредно повліять на опыты, такъ какъ, въ случаѣ надобности, участки можно поливать. Отъ птицъ, мышей, и пр. растенія можно защитить, тлю и гусеницъ не трудно уничтожить, а противъ пораженія грибными паразитами принять мѣры, — словомъ, растенія на участкахъ можно во всѣхъ отношеніяхъ охранить отъ вредныхъ внѣшнихъ вліяній, причемъ еще всякая потеря, также какъ и полученный урожай, поддаются точному опредѣленію.

Большое число такихъ участковъ можно размѣстить рядомъ, на небольшой площади, такъ что различныя почвы можно испытать *при абсолютно одинаковыхъ условіяхъ погоды*, то есть рѣшать задачи, совершенно неразрѣшимыя полевыми опытами. На нашихъ участкахъ легко получить отвѣтъ еще на другіе вопросы, также не поддающіеся разрѣшенію путемъ опытовъ въ полѣ или на небольшихъ грядкахъ, напр., вопросы о зависимости растительности или вліянія удобрения отъ характера подпочвы, о значеніи степени распредѣленія туковъ и глубины удобренного слоя.

Кромѣ цилиндровъ, зарываемыхъ въ землю, я пользуюсь также

замкнутыми жестяными сосудами различныхъ величины и конструкции (вмѣстимостью около 8 кило, 20 кило и 350 кило почвы). Самые большіе сосуды стоятъ на роликахъ и перемѣщаются по рельсамъ. Сосуды меньшихъ размѣровъ ставятся на тележки, длиною каждая въ 4 метра, которая въ бурную погоду, въ случаѣ продолжительнаго дождя или въ ожиданіи утренниковъ, могутъ быть на рельсахъ перевезены въ хорошо провѣтриваемое стеклянное помѣщеніе.

Оба рода приспособленій, сосуды и участки почвы, другъ друга дополняютъ. Почвенными участками я пользуюсь для опытовъ, при которыхъ требуется естественная циркуляція воды въ почвѣ, предвидится возможность просачиванія питательныхъ веществъ въ подпочву и т. д., какъ напр., при испытаніи дополнительнаго дѣйствія легкорастворимыхъ солей, при опытахъ съ осеннимъ удобреніемъ азотомъ и пр. Напротивъ, при опытахъ, гдѣ просачиваніе питательныхъ веществъ въ болѣе глубокіе слои желательно устранить и гдѣ необходимо управлять полною водою, могутъ быть примѣнены исключительно только замкнутые сосуды.

2. Всѣ условія, которыя могутъ оказать вліяніе на развитіе растенія, слѣдуетъ во всѣхъ опытахъ, на сколько можно, сравнивать.

Физическія и химическія свойства почвы, содержаніе питательныхъ веществъ и влаги, плотность почвы, распредѣленіе удобри- тельнаго матеріала, количество посѣвнаго зерна, глубина посѣва, число растений, разстояніе растений другъ отъ друга, свѣтъ, теплота, воздушныя теченія и т. д.,—все факторы, вліяющіе на развитіе растений. Различія въ этихъ факторахъ, превысивъ извѣстные предѣлы, вызываютъ соответствующія различія въ урожаѣ на сравниваемыхъ участкахъ и служатъ, такимъ образомъ, источникомъ ошибокъ. Поэтому, необходимо заботиться о томъ, чтобы всѣ эти факторы были въ каждомъ данномъ опытѣ тождественны для всѣхъ участковъ, чтобы различія въ урожаѣ на различныхъ участкахъ можно было приписать только различію въ *удобрѣніи*. Иначе было бы невозможно судить о дѣйствіи удобрения.

Указываю здѣсь на два момента, на которые слѣдуетъ обращать особенное вниманіе при производствѣ опытовъ, иначе опыты не удадутся или не дадутъ точныхъ результатовъ.

а) Степень плотности почвы должна быть во всѣхъ опытахъ одинаковая. Каждому хозяину извѣстно, какое вліяніе на развитіе растенія оказываетъ большая или мень-

шая рыхлость почвы. Понятно, однако, что весьма трудно наполнить сосуды землею такъ, чтобы почва имѣла вездѣ одинаковую плотность. Особенно большія затрудненія представляются въ тѣхъ случаяхъ, когда дѣло идетъ о полученіи большихъ количествъ почвы, слоевъ вышиною въ 133 сант. и массъ въ 10—20 центнеровъ на участокъ. Трудно было бы, конечно, достигнуть равномерности, если бы стали просто придавливать почву или ее утаптывать. Я стараюсь достигнуть равномернаго наслоенія почвы слѣдующимъ образомъ. Почва *отвѣшивается* въ опредѣленныхъ порціяхъ, которыя всыпаются въ сосудъ, тщательно разравниваются и затѣмъ сдавливаются подходящимъ аппаратомъ до полученія слоя опредѣленной толщины. Количество земли въ слояхъ и плотность будутъ, конечно, одинаковыми, причѣмъ всѣ неточности, которыхъ трудно избѣжать вполнѣ, сгладятся тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ каждая порція земли будетъ меньше, т. е. чѣмъ больше будетъ число отдѣльныхъ слоевъ.

б) Притокъ воды надо регулировать такъ, чтобы не образовалось вреднаго избытка воды и чтобы временный или продолжительный недостатокъ ея не повліялъ губительно на развитіе растенія.

Чтобы удовлетворить этому требованію, необходимы большое вниманіе и опытность, особенно въ жаркое время года и въ періодъ усиленнаго развитія растенія. Необходимо заботиться о томъ, чтобы отъ недостатка воды въ почвѣ растеніе не начало завядать. Съ другой стороны, притокъ воды долженъ быть согласованъ съ ежедневнымъ расходомъ ея, чтобы избѣжать вреднаго вліянія слишкомъ большой влажности почвы. Кромѣ того, необходимо, чтобы распределеніе воды въ почвѣ было, по возможности, равномерное. Разъ почва совершенно высохла, количество прибавляемой воды должно быть достаточно, чтобы равномерно увлажнить всю массу почвы. Если отдѣльныя мѣста въ почвѣ останутся сухими и еще болѣе высохнутъ подъ вліяніемъ дѣятельности корней, то это можетъ вредно отразиться на растительности, обуславливая различія въ ходѣ параллельныхъ опытовъ.

Количество испарившейся изъ сосуда воды опредѣляется ежедневнымъ взвѣшиваніемъ, причѣмъ ежедневное уменьшеніе вѣса сосуда указываетъ на количество израсходованной воды. Здѣсь необходимо, однако, имѣть въ виду источникъ погрѣшности. Положимъ, сосудъ *a*, наполненный землею, вѣситъ 10 кило, а сосудъ *b* также 10 кило. Если по прошествіи 8 недѣль въ сосудѣ *a* растительной массы (надземной + подземной) получилось 400 гр., а

въ сосудѣ б, благодаря болѣе усиленному удобренію, 800 кило, то разницу эту надо принять въ расчетъ, когда по результатамъ взвѣшиванія желаютъ судить объ имѣющемся и о потребномъ еще количествѣ воды. Точнымъ образомъ нельзя, однако, установить вѣсъ растительной массы, такъ какъ ее нельзя взвѣшивать, а надо опредѣлять приблизительно. Впрочемъ, вѣсъ этой массы можно довольно точно *вычислить*. Зная вѣсъ сосуда и паполняющей его почвы, зная, далѣе, процентное содержаніе влаги въ почвѣ при наполненіи ею сосуда и опредѣливъ дополнительнымъ опытомъ, до какой степени данное растеніе въ состояніи понизить содержаніе влаги во взятой почвѣ, прежде чѣмъ оно начнетъ вянуть, мы можемъ взвѣсить опытный сосудъ при началѣ завяданія растеній, послѣ чего вѣсъ данной растительной массы не трудно вычислить.

3. Предѣлы погрѣшностей опытовъ должны быть извѣстны; ихъ находятъ дополнительными опытами, причемъ каждый опытъ надо повторять до тѣхъ поръ, пока не будутъ получены достаточно точныя данныя.

Требованіе это чрезвычайно важно, но оно совершенно игнорировалось при производствѣ громаднаго большинства имѣющихся опытовъ удобренія. Я долженъ, поэтому, подробнѣе остановиться на немъ и указать на его необходимость.

Положимъ, желательно опредѣлить, на сколько урожай пшеницы повысится на площади въ 1 гектаръ отъ удобренія почвы 90 кило растворимой фосфорной кислоты и на сколько отъ удобренія 90 кило фосфорной кислоты въ видѣ томасшлака.

Съ этою цѣлью поле раздѣляютъ на 3 равныхъ части, на 3 «участка». Первый изъ этихъ участковъ удобряютъ 30 кило растворимой фосфорной кислоты, второй 30 кило томасшлака, третій-же не удобряютъ фосфорной кислотой. Всѣ три участка засѣваютъ затѣмъ равномѣрно пшеницей. Если *результатъ урожая каждого участка помножится на 3*, то мы опредѣлимъ, какой урожай получился бы со всего поля, еслибы оно было удобрено:

- 1) 90 кило растворимой фосфорной кислоты
- 2) 90 » фосфорной кислоты въ видѣ томасшлака, или же
- 3) совсѣмъ бы не было удобрено. Если вычестъ урожай 3 изъ урожаявъ 1 и 2, то избытокъ урожая 1 и 2 укажетъ на дѣйствіе фосфорной кислоты въ видѣ данныхъ удобреній

Но надежны ли результаты этого опыта? Нѣтъ, потому что онъ основанъ на двухъ невѣрныхъ предположеніяхъ. Предполагается,

что каждая треть поля, каждый изъ трехъ опытныхъ участковъ отличается тѣми же почвенными условіями, что и все поле; затѣмъ предполагается, что правильность разсчета ничѣмъ не была нарушена; что птицы, напр., не пользовались однимъ участкомъ больше чѣмъ другимъ; что всѣ надземные и подземные враги не испортили одного участка больше другаго; что были устранены всѣ неточности, связанныя съ установленіемъ границъ участковъ, съ удобреніемъ, посѣвомъ, опредѣленіемъ урожая, или что эти неточности падаютъ на всѣ участки въ одинаковой степени. Подобнаго рода предположенія, однако, неправильны, потому что всѣ приведенныя ошибки неизбежны. Мы допустили бы, поэтому, большую ошибку, если бы раздѣлили поле только на три части и удобрили каждую часть другимъ удобреніемъ. Мы тогда совершенно не были бы убѣждены въ вѣрности результата и могли бы допустить, что почвенныя условія были не вездѣ одинаковы, что тотъ или иной участокъ былъ поврежденъ врагами, что опыты ведены недостаточно точно и проч., словомъ, что погрѣшность въ опытахъ на участкахъ была очень велика, почему и разсчетъ могъ привести къ ошибочному результату. Опыты надо вести такъ, чтобы можно было быть убѣжденнымъ въ достовѣрности и точности полученныхъ результатовъ, а для этого поле надо раздѣлить не на 3, а хотя бы на 12 участковъ и оставлять неудобренными или удобрять фосфорной кислотой не по одному, а по четыре, равномерно распределенныхъ по полю, участка. Если затѣмъ каждый изъ четырехъ *параллельныхъ участковъ* даетъ приблизительно одинаковый урожай и если различія между этими параллельными участками будутъ значительно меньше, чѣмъ различія между ними и участками «сравниваемыми», т. е. *удобренными иначе*, то мы будемъ имѣть возможность судить о достоинствѣ опыта, мы будемъ знать, можно ли изъ результатовъ опытовъ дѣлать какіе-либо выводы. Вмѣстѣ съ тѣмъ — а это также важно — заложеніе параллельныхъ участковъ даетъ намъ средство сгладить или уменьшить неточности отдѣльнаго опыта суммированіемъ данныхъ съ параллельныхъ участковъ.

Чтобы уничтожить неравномѣрность урожаявъ на параллельныхъ участкахъ, чтобы сгладить отклоненія въ ту или иную сторону отъ дѣйствительной средней, результаты урожаявъ складываютъ и по суммѣ вычисляютъ средній урожай или урожай съ единицы площади, напр., съ 1 гектара.

Особенно настаиваю я, что суммировать урожайи съ тою цѣлью, чтобы сгладить погрѣшности, можно только въ томъ случаѣ, когда

имѣются на лицо дѣйствительно параллельные опыты, т. е. опыты, произведенные на одинаковой почвѣ и при одинаковыхъ условіяхъ, и что среднія числа нельзя выводить изъ сопоставленія результатовъ опытовъ различныхъ лѣтъ, различныхъ хозяйствъ и на различныхъ почвахъ. Объ этомъ будетъ еще рѣчь ниже.

4. Опыты надо ставить такъ, чтобы на почвахъ, удобренныхъ испытываемымъ тукомъ, урожаи значительно повышались, сравнительно съ почвами неудобренными, чѣмъ достигается увеличение точности результата.

Положимъ, погрѣшность опыта равняется 2⁰/₀. Это само по себѣ уже очень большая точность. Но она можетъ оказаться слишкомъ незначительной, если дѣйствіе удобренія или повышение урожая будетъ сравнительно мало. Если, напр., безъ удобренія получается 100 кило, а съ удобреніемъ 105 кило, то погрѣшности въ 2⁰/₀ слишкомъ велика, потому что при урожаѣ въ 100 кило она даетъ 2 кило, тогда какъ все повышение, вызванное удобреніемъ, достигаетъ 5 кило. Но если удобреніе повыситъ урожай со 100 на 150 кило, такъ что избытокъ будетъ равняться 50 кило, то погрѣшность въ 2⁰/₀ или въ 2—3 кило не будетъ имѣть почти никакого значенія.

Чтобы урожай поднять какъ можно сильнѣе, необходимо исполнить слѣдующія требованія.

5. Почва должна быть возможно бѣдна испытываемымъ питательнымъ веществомъ.

Предположимъ, что на участкѣ, выбранномъ для опыта съ фосфорной кислотой, можетъ быть полученъ максимальный урожай въ 500 гр. зерна. Если взять почву, на столько богатую фосфорной кислотой, что уже безъ удобренія получается 450 гр. зерна, то нельзя примѣнить удобренія больше, чѣмъ необходимо для полученія 50 гр. зерна. Увеличеніе урожая было бы тогда очень невелико, погрѣшность-же опыта, сравнительно съ увеличеніемъ урожая, очень велика, почему и результатъ не былъ бы точенъ. Если-же почва на столько бѣдна фосфорной кислотой, что въ состояніи дать безъ удобренія только 250 гр. зерна, то можно внести въ почву *въ 5 разъ* больше удобренія, увеличить избытокъ урожая въ 3 *разъ* (250 гр. вмѣсто 50) и получить, поэтому, гораздо болѣе точный результатъ.

Очень трудно, однако, найти почву, на столько бѣдную питательными веществами, особенно кали и фосфорной кислотой, чтобы

удобрение могло увеличить урожай вдвое. Правда, достаточно бѣденъ питательными веществами чистый кварцевый песокъ, но въ большинствѣ случаевъ его нельзя употреблять для опытовъ. Я на этомъ особенно настаиваю, потому что нѣкоторые изслѣдователи пользовались при производствѣ опытовъ удобрения промытымъ кварцевымъ пескомъ. Гелльригель, примѣнявшій методъ культуры въ пескѣ съ совершенно другою цѣлью, заставлялъ корни растений развиваться вплоть въ очищенномъ кварцевомъ пескѣ, который поливался питательными растворами. Эти опыты были приспособлены къ рѣшенію совершенно опредѣленныхъ физиологическихъ вопросовъ, а не вопросовъ практики, имѣющей дѣло съ настоящими культурными почвами.

Кварцевый песокъ, промытый соляной кислотой и водою, лишень свойствъ культурной почвы, влияющихъ на дѣйствіе удобрения, онъ лишень прежде всего поглотительной способности. Если, напр., растворимая фосфорная кислота кислой фосфорноизвестковой соли дѣйствуетъ на чистомъ пескѣ въ двадцать разъ энергичнѣе такого же количества фосфорной кислоты въ видѣ осажденной соли, то такой результатъ можетъ еще имѣть теоретическое значеніе, для полученія же практическихъ выводовъ о дѣйствіи удобрения фосфорной кислотой онъ, конечно, непримѣнимъ.

Само собою разумѣется, что растворимая фосфорная кислота будетъ совершенно иначе дѣйствовать на почвѣ, въ которой промывка соляной кислотой уничтожила все, что было бы въ состояніи нарушить удобоподвижность фосфорной кислоты, чѣмъ на почвѣ культурной, въ которой—даже если бы это былъ сыпучій песокъ—имѣется всегда столько извести или окиси желѣза или же глинозема, чтобы «связать», «осадить» фосфорную кислоту и сдѣлать ее малоподвижной. Питательное вещество подвижное будетъ въ почвѣ дѣйствовать, конечно, иначе, чѣмъ малоподвижное. Селитра, напр., сохраняетъ свою подвижность во всякой культурной почвѣ, почему все количество этой соли тотчасъ же поглощается и оказываетъ свое дѣйствіе, растворимая же фосфорная кислота становится во всякой культурной почвѣ малоподвижной, почему только часть внесеннаго въ почву количества ея можетъ быть поглощена растеніемъ и оказать свое дѣйствіе, тогда какъ остальное удерживается почвой.

Обстоятельства эти всегда слѣдуетъ имѣть въ виду и не употреблять, для рѣшенія практическихъ вопросовъ удобрения, «почвы», не встрѣчающейся въ природѣ и не имѣющей «химическихъ

свойствъ». Чистый же кварцевый песокъ является совершенно индифферентнымъ матеріаломъ.

Намъ представляется, такимъ образомъ, задача—найти почву, возможно бѣдную кали или фосфорной кислотой или азотомъ, но не лишенную свойствъ культурной почвы.

Гдѣ же такую почву найти?

Если взять пахотный слой поля, то почва будетъ отличаться свойствами культурной почвы, но содержаніе питательныхъ веществъ въ ней будетъ слишкомъ велико. Удаливъ же пахотный слой и взявъ землю изъ подпочвы, мы, правда, получимъ во многихъ случаяхъ матеріалъ, бѣдный питательными веществами, но онъ не будетъ обладать физическими свойствами нормальной культурной почвы. Земля изъ подпочвы «мертва», недѣятельна, легко «слеживается», недоступна провѣтриванію, лишена рыхлости, не содержитъ гумуса и пр.

Какъ же помочь горю?

Полагаю, что сдѣлать это не такъ трудно. Самымъ лучшимъ матеріаломъ служить во всякомъ случаѣ пахотный слой почвы, которая лишена была только кали, только фосфорной кислоты или только азота. Если такую почву трудно найти, то ее можно приготовить. Я przygotowую грядки, площадью около 30 кв. метр., насыпанные изъ пахотнаго слоя почвы до глубины въ 60 сантим. Эти грядки, отдѣленные другъ отъ друга кирпичными стѣнами, доходящими до той же глубины, засѣваются растеніями, истощающими почву въ отношеніи или кали, или фосфорной кислоты, или азота. Почва, у которой нужно отнять кали, ежегодно удобряется азотомъ и фосфорной кислотой и до тѣхъ поръ засѣвается картофелемъ, свеклой и т. д., пока явственно не обнаружится большой недостатокъ въ кали. Чтобы отнять фосфорную кислоту, почву удобряютъ кали и азотомъ, а для удаленія азота удобряютъ фосфорной кислотой и кали, засѣвая каждый разъ растеніями, расходующими много того или иного вещества. Такимъ путемъ не трудно получить почву, вполне пригодную для опытовъ. Самый способъ полученія почвы едва-ли встрѣтитъ возраженія.

6. Для опытовъ надо выбирать растенія, расходующія много того именно вещества, удобрительное дѣйствіе котораго желаютъ испытать.

Это условіе понятно само собой. Говоря, что для опытовъ съ калийнымъ удобреніемъ требуется почва, бѣдная кали, а для опы-

товъ съ удобреніемъ фосфорной кислотой почва, бѣдная фосфорной кислотой, мы не должны забывать, что «бѣдность» понятіе *относительное* и примѣнимо не только къ почвѣ, но и къ растенію. Одна и та же почва можетъ быть въ одномъ случаѣ «бѣдна», а въ другомъ богата кали, смотря по культивируемому на ней растенію. Для растенія, требующаго много кали въ растворимомъ видѣ, почва можетъ быть *бѣдна* кали, но она можетъ быть *богата* этимъ веществомъ, если растущее на ней растеніе требуетъ растворимаго кали лишь въ небольшомъ количествѣ. Если для опыта съ калийнымъ удобреніемъ надо брать почву, бѣдную кали, а для опыта съ удобреніемъ фосфорной кислотой почву, бѣдную фосфорной кислотой, то вмѣстѣ съ тѣмъ необходимо, чтобы и опытные растенія требовали много кали или много фосфорной кислоты въ растворимомъ видѣ.

7. Вещество, дѣйствіе котораго испытывается, не слѣдуетъ вносить въ почву въ избыткѣ, который остался бы безъ дѣйствія.

Положимъ, удобреніе 20 кило фосфорной кислоты въ видѣ суперфосфата увеличило урожай на 100 кило, также какъ и удобреніе 20 кило фосфорной кислоты въ видѣ шлака Томаса. Развѣ отсюда можно выводить заключеніе, что фосфорная кислота въ видѣ шлака Томаса оказываетъ такое же дѣйствіе, что и въ видѣ суперфосфата? Нѣтъ, такое заключеніе было бы совершенно ошибочно. Если удобреніе 20 кило фосфорной кислоты въ видѣ суперфосфата повысило урожай на 100 кило, то отсюда еще не слѣдуетъ, чтобы *для полученія такого повышенія требовались бы 20 кило фосфорной кислоты*: вѣдь, возможно, что тотъ же результатъ получился бы и при 10 кило растворимой фосфорной кислоты. Удобреніе могло быть внесено въ почву въ избыткѣ, почему результаты урожая еще не отвѣчаютъ дѣйствительности и не указываютъ на сравнительное достоинство обоихъ видовъ фосфорной кислоты. Одна изъ главныхъ задачъ экспериментатора заключается въ томъ, чтобы, сравнительно съ испытываемыми питательными веществами, всѣ остальные факторы урожая были въ избыткѣ, иначе этотъ испытываемый факторъ не могъ бы проявить полного своего дѣйствія. Только при такомъ условіи найденное дѣйствіе удобрительнаго вещества можетъ служить указаніемъ на его способность дѣйствовать.

Для объясненія сказаннаго, позволю себѣ привести примѣры. Положимъ, испытывается сила великана и карлика. Съ этою цѣлью обоимъ даютъ въ руки по фунтовой гирѣ, затѣмъ изъ факта, что

оба они въ состояніи держать эту гирю, дѣлается заключеніе о равенствѣ ихъ силы. Развѣ такое заключеніе справедливо? Нѣтъ, ибо даже ребенокъ нашелъ бы такое заключеніе смѣшнымъ. Поднять фунтовую гирю можетъ карликъ также, какъ и великанъ. По данному проявленію силы судить объ ихъ способности ея проявленія было бы нелѣпо. Чтобы опредѣлить силу великана и силу карлика, каждого изъ нихъ надо, полагая, нагружать до тѣхъ поръ гирями, пока они въ состояніи ихъ удержать, т. е. пока не будутъ напряжены всѣ ихъ силы. Затѣмъ, сосчитавъ число гирь, удержанныхъ карликами, и число удержанныхъ великанами, мы узнаемъ силу каждого.

Чтобы испытать производительность фосфорной кислоты въ видѣ томасшлака сравнительно съ производительностью ея въ видѣ суперфосфата, необходимо объ формы фосфорной кислоты заставить проявить *полную* ихъ производительность. Если при той или другой формѣ или при обѣихъ (какъ это бывало и происходитъ еще и теперь съ безчисленнымъ множествомъ опытовъ удобренія) окажется *избытокъ* силъ, лишенный возможности проявить свое дѣйствіе по недостатку мѣста, воды или другихъ питательныхъ веществъ, то сравненіе результатовъ опытовъ будетъ, конечно, нелепо.

Довольно трудно, впрочемъ, удовлетворить требованію, чтобы, за исключеніемъ испытываемаго, всѣ необходимыя для развитія растений вещества имѣлись на лицо въ количествахъ, достаточныхъ для увеличенія урожая до предѣловъ возможнаго, и чтобы не было избытка ихъ, который могъ бы вредно повліять на растенія. При опредѣленіи количества этихъ добавочныхъ удобреній необходимо сообразоваться:

- 1) Съ количествомъ испытываемаго удобренія.
- 2) Съ богатствомъ данной почвы, доступными растенію питательными веществами.
- 3) Съ поглонительною способностью почвы.
- 4) Съ потребностью опытнаго растенія въ данномъ питательномъ веществѣ.
- 5) Съ отношеніемъ опытнаго растенія къ избытку даннаго вещества.
- 6) Съ количествомъ растительной массы, которое можно получить съ данной площади.

Надо хорошо быть знакомымъ съ данной почвой и со свойствами даннаго растенія, надо имѣть и навыкъ въ производствѣ опытовъ, чтобы здѣсь не ошибиться и вести правильно все развитіе растенія; только въ такомъ случаѣ различія въ урожай мо-

гутъ быть объяснены вліяніемъ именно *испытываемаго* питательнаго вещества или другихъ какихъ нибудь факторовъ развитія. Культуры должны все время находиться подъ наблюденіемъ знающаго лица, такъ какъ задача экспериментатора состоитъ въ устраненіи всякихъ случайностей, въ возможности быть *полнымъ хозяиномъ опыта*, и въ этомъ заключается, главнымъ образомъ, разница между опытомъ научнымъ и опытомъ полевымъ. При полевомъ опытѣ дѣйствіе удобрительнаго вещества поставить внѣ вліянія всевозможныхъ случайностей, тогда какъ опытъ научный позволяетъ руководить всѣми факторами, способными затемнить результаты. Только тщательное наблюденіе за ходомъ опытовъ можетъ, поэтому, дать точный и надежный результатъ.

Но, спрашивается, какимъ-же способомъ можетъ экспериментаторъ убѣдиться самъ и убѣдить другихъ въ выполненіи поставленныхъ выше требованій? Если я скажу, что, напр., для сравненія, дѣйствія фосфорной кислоты въ видѣ суперфосфата съ дѣйствіемъ ея въ видѣ томасшлака, я бралъ по 1 гр. фосфорной кислоты на каждый сосудъ, въ примѣсъ 1 гр. кали и 2 гр. азота, то хозяинъ развѣ будетъ въ состояніи рѣшить, насколько опыты поставлены правильно и сравнимы-ли они между собою? Конечно. нѣтъ. Взятыхъ, въ видѣ добавочнаго удобрения, 2 гр. азота и 1 гр. кали могло быть какъ разъ достаточно; нельзя быть, однако, увѣреннымъ, чтобы этихъ количествъ не было слишкомъ *мало* или же слишкомъ *много*. Приведу одинъ примѣръ. Положимъ, я выбралъ для опыта пшеницу, которую удобрилъ 1 гр. фосфорной кислоты на сосудъ. Чтобы дать урожай нормальнаго состава, пшеница должна поглотить на каждый гр. фосфорной кислоты по $1\frac{1}{2}$ гр. кали и по 3 гр. азота. Но отсюда еще не слѣдуетъ, чтобы на каждый гр. фосфорной кислоты надо было брать $1\frac{1}{2}$ гр. кали и 3 гр. азота, такъ какъ

а) Намъ неизвѣстно, сколько фосфорной кислоты можетъ поглотить пшеница изъ внесеннаго въ почву 1 гр. Если она используетъ только 50 или 25% фосфорной кислоты и только 60, 70 или 80% кали и азота, то добавочныхъ удобреній было, очевидно, взято слишкомъ много.

б) Намъ неизвѣстно, сколько доступной для растенія фосфорной кислоты заключается во взятой для опыта *почвѣ*. Если она можетъ дать 1 или даже 2 гр. фосфорной кислоты, то съ внесенными нами 1 гр. получится 3 гр. фосфорной кислоты, которые требуютъ не менѣе $5\frac{1}{2}$ гр. кали и 9 гр. азота. При удобреніи почвы всего

1½ гр. кали и 3 гр. азота, фосфорная кислота не могла бы, конечно, проявить своего дѣйствія.

в) Возможно, однако, что во взятой для опыта почвѣ нѣтъ избытка фосфорной кислоты, а есть только избытокъ кали, пожалуй, и азота, притомъ избытокъ на столько значительный, что удобрение 1 гр. фосфорной кислоты можетъ проявить свое дѣйствіе безъ употребленія кали и азота. Въ такомъ случаѣ добавочное удобрение 1½ гр. кали и 3 гр. азота могло бы оказаться не только бесполезнымъ, но даже и вреднымъ.

г) Возможно, далѣе, что 1½ гр. кали и 3 гр. азота въ почву внести необходимо, чтобы удобрение фосфорной кислотой могло проявить свое дѣйствіе, но что пшеница нуждается во внесеніи добавочнаго удобрения не разомъ при *посѣвѣ*, а въ различные періоды, напр., одной трети при посѣвѣ, другой послѣ образованія куста, а третьей во время колошенія.

Факторы, имѣющіе здѣсь важное значеніе, можно было бы еще болѣе разнообразить, но уже сказаннаго достаточно, чтобы понять всю необходимость знакомства съ выбранною для опыта почвою, съ растеніемъ и пр., безъ чего нельзя получить результатовъ сравнимыхъ и не вызывающихъ возраженій.

Такимъ образомъ, одного указанія количества питательныхъ веществъ, взятыхъ для «основнаго» и добавочныхъ удобрений, еще недостаточно для того, чтобы рѣшить, выполнены ли поставленныя выше требованія: каждый граммъ фосфорной кислоты можетъ проявить свое дѣйствіе послѣ прибавленія, смотря по обстоятельствамъ, то ½ гр., то 1 гр., то 1½ гр. и болѣе кали или азота. Чтобы не давать повода къ ошибкамъ и неправильнымъ выводамъ, я намѣренно не дѣлалъ при описаніи своихъ опытовъ числовыхъ указаній о количествахъ «добавочныхъ удобрений». Какъ *доказать*, правильно ли примѣнялось добавочное удобрение, было ли достаточно воды въ распоряженіи растенія и пр., будетъ ясно изъ слѣдующаго, чрезвычайно важнаго требованія.

8. Испытываемое питательное вещество примѣняется въ различныхъ количествахъ, изъ полученныхъ же результатовъ берутся для сравненія только результаты, въ которыхъ увеличеніе урожая приблизительно соответствуетъ усиленію удобрения.

Положимъ, послѣдовательныя удобрения

1, 2, 3, 4, 5 гр. азота увеличивали урожай на 100, 200, 300, 400, 420 гр. Отсюда сразу видно, что до четвер-

таго случая увеличеніе урожая соотвѣтствуетъ усиленію удобренія, тогда какъ въ случаѣ пятомъ взятый азотъ не проявилъ своего полного дѣйствія. Слѣд. при опытѣ 5-мъ недоставало кали, азота, извести, воды или какого-либо другаго фактора, *при опытахъ же съ 1-го по 4-ый, правильное повышеніе урожая доказываетъ, что—за исключеніемъ испытываемаго питательнаго вещества, азота — всѣ необходимыя для развитія растенія факторы имѣлись на-лицо въ достаточномъ количествѣ и что слѣд. выполнено требованіе, выраженное въ п. 7. Изъ полученныхъ результатовъ можно, по этому, принять только результаты опытовъ съ 1-го по 4-ый. Повторяю, что при опытахъ удобренія, гдѣ испытываемое вещество бралось не въ *различныхъ* количествахъ, получаютъ результаты, о надежности которыхъ нельзя судить, если только не явится возможность доказать *другимъ* путемъ, что ничто не препятствовало проявленію дѣйствія взятаго количества питательнаго вещества. Объ этомъ рѣчь будетъ еще ниже.

9. Опыты удобренія надо ставить такъ, чтобы разница въ урожаяхъ отъ двухъ сравниваемыхъ удобреній могла быть вызвана не нѣсколькими составными частями удобрительнаго матеріала, а только одною, въ данномъ случаѣ испытываемою.

Если, напр., мы поставимъ себѣ задачей испытать дѣйствіе фосфорной кислоты, заключающейся въ перувианскомъ гуано, сравнительно съ фосфорною кислотою суперфосфата, то надо, конечно, принять во вниманіе, что перувианское гуано содержитъ, кромѣ фосфорной кислоты, еще *азотъ* и *кали*, которые не должны оказывать вліянія на результатъ урожая, такъ какъ испытывается значеніе только *фосфорной кислоты*, а не значеніе гуано. Повышеніе урожая, полученное при опытѣ съ удобреніемъ гуано, должно, по-этому, выражать только дѣйствіе *фосфорной кислоты*. Но какимъ путемъ можно парализовать дѣйствіе кали и азота гуано? Удалить эти составныя части, конечно, нельзя, но возможно устранить ихъ *дѣйствіе*. Для этого стоитъ только данные участки удобрить избыткомъ азота и кали. Разъ въ почвѣ имѣется избытокъ кали и азота, дальнѣйшее прибавленіе ихъ уже не можетъ оказать дѣйствія. Если, слѣдовательно, сравнивать удобрительное дѣйствіе суперфосфата съ одной стороны и перувианскаго гуано — съ другой, на почвѣ, содержащей избытокъ азота и кали или удобренной ими въ избыткѣ, то азотъ и кали перувианскаго гуано окажутся безъ дѣйствія, почему повышеніе урожая надо будетъ приписать исключительно только дѣйствію фосфорной кислоты.

Что касается практическаго выполненія опытовъ, отвѣчающихъ всѣмъ поставленнымъ выше требованіямъ, то различныя операціи, какъ, напр., смѣшиваніе земли, наполненіе сосудовъ, удобреніе, посѣвъ, поливка водою, предохраненіе отъ поврежденій, уборка, сушка урожая, отдѣленіе зерна отъ соломы и др., сопряжены съ большими или меньшими затрудненіями, устраненіе которыхъ стоило автору многолѣтняго труда и не обошлось безъ пожертвованія многихъ опытовъ. Входить здѣсь въ подробности я не могу, такъ какъ это повело бы насъ слишкомъ далеко. Да я и не имѣю въ виду давать руководство къ выполненію моихъ опытовъ на практикѣ, а желаю сообщить о производствѣ опытовъ лишь столько, сколько необходимо для критики полученныхъ мною результатовъ и вытекающихъ изъ нихъ выводовъ. Въ этомъ отношеніи важны *принципы*, согласно которымъ велись опыты, оцѣнивались результаты и дѣлались изъ нихъ выводы. Принципы же своихъ опытовъ я изложилъ выше и подробно обосновалъ.

Интересъ представлять, быть можетъ, еще слѣдующія замѣчанія:

1) Сосуды для выращиванія и цилиндры, окружающіе участки почвы, сдѣланы изъ толстаго листоваго цинка. Употреблять можно также и цинкованные желѣзные листы. Внутреннюю поверхность сосудовъ я покрываю асфальтовымъ лакомъ, но нахожу, что въ этомъ нѣтъ настоящей надобности. Цинкъ сохраняется хорошо и безъ лака, на растенія же онъ не оказываетъ вреднаго дѣйствія ни въ чистомъ видѣ, ни покрытый лакомъ.

2) Свободные сосуды устроены такъ, чтобы воду можно было приливать и снизу, т. е. черезъ боковое отверстіе, дабы она распредѣлялась по дну сосуда. Полезно подливать воду попеременно то сверху, то снизу, особенно когда удобряютъ солями, не поглощаемыми почвой. Основанія такого пріема понятны сами собой.

3) Дно свободныхъ сосудовъ покрывается сначала до высоты въ $2\frac{1}{2}$ сантим. гранитнымъ хрящемъ (съ попереникомъ зерна отъ 2 до 6 мм.), на который уже насыпается почва.

4) Для растеній, нуждающихся въ поддержкѣ (горохъ, вика), мы пользуемся, когда сосуды невелики, рамками или лѣсенками изъ покрытой асфальтомъ желѣзной проволоки, которыя ставятся на сосудъ; когда сосуды или участки велики въ цѣло идутъ еловые палочки достаточныхъ длины и толщины.

5) Что касается глубины заделки удобренія, то мы придерживаемся обычныхъ въ сельскохозяйственной практикѣ нормъ. Удобреніе тщательно перемѣшивается со слоемъ почвы, доходящимъ до глубины 20—25 сантим.

6) Высѣваются всегда доброкачественныя, всхожія сѣмена, очищенные, на сколько нужно и возможно, отъ недоразвитыхъ или порченныхъ зеренъ.

7) Сѣмена помѣщаются въ почву въ обыкновенномъ видѣ, безъ предварительнаго намачиванія въ водѣ или выращиванія. Чтобы каждое зерно попало при всѣхъ опытахъ на одинаковую глубину, зерна равномернѣе распредѣляются на тщательно выровненной и приглаженной деревяннымъ пестомъ землѣ, слегка придавливаются пестомъ и прикрываются затѣмъ просѣянной землей въ количествѣ, отвѣчающемъ роду и величинѣ зерна.

8) Густота посѣва у насъ, вообще, та же, что и въ сельскохозяйственной практикѣ. Обыкновенно мы беремъ *максимальное* количество зерна, а иногда и большее, чтобы достигнуть возможно равномернаго развитія и возможно полнаго сравненія индивидуальныхъ различій. Такъ какъ всходятъ не всѣ зерна, а нѣкоторыя растенія повреждаются насекомыми и погибають, только что успѣвъ взойти, то, для полученія одинаковаго числа растеній на всѣхъ участкахъ, мы черезъ нѣсколько дней обыкновенно срѣзываемъ или вырываемъ лишніе всходы.

Замѣчу, что количество растеній, необходимое для совершеннаго использованія удобрения, колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ. Всходы сравнительно рѣдкіе лучше разрастаются и развиваются, чѣмъ всходы густые, такъ что различія сглаживаются, почему вопросъ о густотѣ посѣва не представляетъ особыхъ затрудненій. Практика очень скоро даетъ тутъ необходимыя указанія.

Что предѣлы довольно широки показываютъ слѣдующія числа.

При опытахъ съ овсомъ получено сухаго вещества.

	Соломы гр.	Зерна гр.
Посѣяно по 1 гр. зерна.	24,1	13,5
	25,3	17,8
	25,1	11,9
	24,1	14,5
Среднее	24,7	13,2
	Соломы.	Зерна.
Посѣяно по $\frac{1}{2}$ гр. зерна.	24,6	12,9
	25,6	12,8
	25,4	13,7
	24,7	14,3
Среднее	25,1	13,4

Посѣвъ $\frac{1}{2}$ гр. зерна на сосудъ далъ, слѣдовательно, тотъ же урожай, что и посѣвъ 1 гр.

9) Чтобы устранить или сравнять вліяніе вѣтра и отѣненія, сосуды ставятся въ 1 или 2 ряда внѣ сферы вліянія затѣняющихъ или задерживающихъ воздушныя теченія предметовъ, причемъ необходимо, чтобы растенія одного опыта не затѣняли или не прикрывали отъ вѣтра растеній другого опыта. Такъ какъ растенія, въ зависимости отъ удобренія, развиваются различно, а сильнѣе развившіяся даютъ больше *тѣни*, то для сравненія *освѣщенія и воздушныхъ теченій*, сосуды ставятся подальше другъ отъ друга, причемъ распредѣленіе ихъ отъ времени до времени мѣняется.

10) Для защиты отъ птицъ, растенія прикрываютъ во время созрѣванія сѣмянъ проволоочной сѣткой. Другія, испытанныя нами средства, оказались неудовлетворительными.

11) Рѣшеніе вопроса о времени посѣва и о періодѣ развитія, когда можно приступить къ уборкѣ растенія, зависитъ отъ цѣли опыта. Мы обыкновенно высѣваемъ растенія въ то время, когда они высѣваются и въ поляхъ, а уборку производимъ, когда сѣмена вполне созрѣютъ, также какъ то принято и при работахъ въ полѣ. При нѣкоторыхъ опытахъ мы убирали, однако, растенія въ *различныя* стадіи развитія, частью во время цвѣтенія, частью въ началѣ, частью въ концѣ созрѣванія сѣмянъ. Такъ поступали мы, напр., при опытахъ удобренія фосфорной кислотою. Опредѣленіе дѣйствія фосфатовъ до и послѣ окончанія періода произрастанія интересно въ томъ отношеніи, что даетъ средство судить о быстротѣ дѣйствія, а зная быстроту, мы въ состояніи сказать, не даетъ ли быстродѣйствующій фосфатъ большій эффектъ въ теченіе короткаго періода произрастанія, чѣмъ фосфатъ, дѣйствующій медленно, хотя оба фосфата быть можетъ, дадутъ тождественный результатъ, когда дѣйствовать на растеніе они будутъ въ теченіе болѣе продолжительнаго періода.

12) Я разсмотрю здѣсь еще не маловажный вопросъ объ *опредѣленіи* урожая.

Въ полученномъ урожаѣ необходимо прежде всего опредѣлить сухое вещество *высушенное при 100° Ц.*, такъ какъ одного взвѣшиванія *воздушно сухаго* вещества недостаточно. Содержаніе влаги не бываетъ одинаковымъ въ различныхъ пробахъ, пролежавшихъ даже нѣсколько мѣсяцевъ, ибо въ зависимости отъ колебаній относительной влажности воздуха, измѣняется и гѣсь воздушно сухаго вещества. Я поступаю слѣдующимъ образомъ

Воздушно сухое вещество взвѣшивается, послѣ чего оно, если это солома или листва, измельчается на специально предназначенной для этого рѣзкѣ. Измельченная масса собирается, тщательно перемѣшивается и переносится затѣмъ, въ количествѣ отъ 20—30 до 50 граммъ, въ сушильный сосудъ. Этотъ сосудъ взвѣшивается и помѣщается въ особый аппаратъ, гдѣ и сушится при постоянной температурѣ, до тѣхъ поръ, пока не перестанетъ терять вѣса. Зерна и плоды сушатся также въ измельченномъ или же въ неизмельченномъ видѣ.

На сколько такой способъ опредѣленія точенъ, будетъ показано ниже.

Во всѣхъ ли, однако, случаяхъ достаточно одного опредѣленія сухого вѣса соломы и зерна или листвы и клубней? Можно ли удовлетвориться имъ, напр., при установленіи относительнаго достоинства различныхъ фосфатовъ? Нисколько. Чтобы получить ясное и точное представленіе объ относительномъ достоинствѣ фосфатовъ, надо опредѣлить еще *содержаніе фосфорной кислоты* въ урожаѣ. Дѣло вотъ въ чемъ.

Если, напр., удобрение 10 частями *растворимой* фосфорной кислоты увеличиваетъ урожай на 100 частей, а удобрение 10 частями фосфорной кислоты въ видѣ *шлака Томаса* на 50 частей, то принимаютъ, что растеніе усвоило изъ внесенной въ почву растворимой фосфорной кислоты вдвое болѣе, чѣмъ изъ такого же количества фосфорной кислоты въ видѣ *шлака Томаса*; слѣд. дѣлаютъ предположеніе, что растеніе перерабатываетъ въ органическое вещество все поглощенное изъ почвы количество фосфорной кислоты, или, что оно поглощаетъ фосфорной кислоты не больше того количества, какое въ состояніи переработать,—иначе мы-бы не имѣли права дѣлать первое заключеніе. Сомнительно, однако, чтобы такое предположеніе было во всѣхъ случаяхъ справедливо.

Что растеніе можетъ, изъ того или другого фосфата, поглотить фосфорной кислоты больше, чѣмъ сколько въ состояніи переработать въ органическое вещество, этого отрицать нельзя. Цѣль точной постановки опытовъ заключается, правда, въ тщательномъ обереганіи растенія отъ всякаго измѣненія условій произростанія, препятствующаго полной переработкѣ принятыхъ изъ почвы питательныхъ веществъ, но *абсолютное* устраненіе мелкихъ неправильностей является все-же лишь идеальной цѣлью, достижимой не вполне, а только *приблизительно*. Важно, поэтому, опредѣленіе содержанія фосфорной кислоты въ урожаѣ, ибо оно увеличиваетъ точность опыта и позволяетъ относиться къ нему критически. Кромѣ того,

возможно, что *малорастворимый* фосфатъ, напр., грубый остатокъ отъ просѣиванія томасшлака, вызоветъ увеличеніе урожая, причемъ, *не смотря на фактическое устраненіе всякихъ неправильностей въ развитіи растенія*, это увеличеніе будетъ меньше нормальнаго, соотвѣтствующаго количеству поглощенной изъ почвы фосфорной кислоты. Это объясняется тѣмъ, что малорастворимый фосфатъ заставляетъ растеніе голодать въ самомъ началѣ развитія, когда оно требуетъ сравнительно *много* фосфорной кислоты, давая въ болѣе позднюю стадію развитія больше фосфорной кислоты, чѣмъ угнетенное голодомъ растеніе въ состояніи переработать. Отсюда слѣдуетъ, что процентное содержаніе фосфорной кислоты въ урожаѣ можетъ быть у растенія, подъ которое было удобрено малорастворимымъ фосфатомъ, больше, чѣмъ у растенія, удобреннаго фосфатомъ легкорастворимымъ. Обстоятельство это нельзя не принимать въ соображеніе при изслѣдованіи удобрительнаго достоинства фосфатовъ, и потому не можетъ подлежать также сомнѣнію, что важно, а иногда и *необходимо* опредѣленіе не только *количества растительной массы*, полученной послѣ удобрения фосфорной кислотой, кали или азотомъ, но и *содержанія* въ ней питательныхъ веществъ.

Я долженъ устранить теперь нѣсколько возраженій, сдѣланныхъ моему методу.

Меня упрекали въ томъ, что я поставилъ себѣ задачей возвести опытъ удобрения, что касается точности, на степень физическаго эксперимента; мою точку зрѣнія называли «гиперкритической», говорили, что «раціональнѣе» и «выгоднѣе» довольствоваться *меньше точными* опытами, но не рѣшать никакого вопроса прежде, чѣмъ «при одинаковыхъ условіяхъ не будетъ получаться все одинъ и тотъ-же результатъ». Въмѣсто того, чтобы доказательность отдѣльнаго опыта доводить до крайности, лучше «добиваться *доказательности суммированіемъ результатовъ опытовъ въ отдѣльности недоказательныхъ.*»

На это замѣчу, что я ничего не имѣю противъ указаннаго способа сглаживанія ошибокъ, потому, что и я слѣдовалъ тому-же принципу (см. выше, п. 3). Чтобы воспользоваться, для своихъ выводовъ, *отдѣльными опытами*, не лишенными большихъ погрѣшностей, я повторяю каждый опытъ отъ трехъ до шести разъ, получая достаточно точные средніе результаты, въ которыхъ суммированіе результатовъ отдѣльныхъ опытовъ сглаживаетъ погрѣшности въ ту или другую сторону. Но я примѣняю этотъ методъ только

къ опытамъ, выполненнымъ при *одинаковыхъ* условіяхъ почвы, погоды, времени и т. д., тогда какъ другіе примѣняли его и къ опытамъ на *различныхъ поляхъ, въ различныхъ мѣстностяхъ, даже въ различные годы*. Такъ поступать, по моему мнѣнію, *не слѣдуетъ*. Важность этого вопроса заставляетъ меня нѣсколько остановиться на немъ.

Такъ называемый *методъ «суммированія» полевыхъ опытовъ удобрения*, о которомъ здѣсь идетъ рѣчь, заключается въ слѣдующемъ. Опыты удобрения производятся на различныхъ поляхъ, въ различныхъ хозяйствахъ и въ различные годы, причемъ результаты, даже сильно отличающіеся другъ отъ друга, складываются, а изъ полученной суммы результатовъ или изъ ихъ средняго выводится основаніе для рѣшенія встрѣчающихся въ практикѣ вопросовъ. Методомъ суммированія пользуются не только въ отдѣльныхъ случаяхъ, гдѣ, напр., недостаетъ параллельныхъ опытовъ, выполненныхъ на *той-же* почвѣ и при возможно *одинаковыхъ* условіяхъ, но и изъ принципа. При этомъ выражается желаніе, чтобы отдѣльные опыты были произведены въ *различныхъ* хозяйствахъ, съ *«возможно разнообразными почвенными условіями»*; тогда, говорятъ, различія въ почвенныхъ условіяхъ и «неравномѣрное распредѣленіе воздуха, влаги и теплоты», «до извѣстной степени затемняющія» результаты полевыхъ опытовъ, сглаживаются и получится болѣе вѣрное среднее.

Я полагаю, что такой принципъ ошибоченъ.

Неточность или ошибка опыта въ хозяйствѣ А могутъ быть, по моему, сглажены или исправлены не опытомъ въ хозяйствѣ В, а только параллельными опытами въ хозяйствѣ А. Приведу одинъ примѣръ.

Положимъ, хозяинъ А желаетъ опредѣлить, на сколько удобреніе 40 кило фосфорной кислоты можетъ повысить урожай пшеницы въ зернѣ. Онъ дѣлаетъ опытъ и находитъ, что повышеніе урожая будетъ въ 400 кило. Результатъ этотъ, предположимъ, не отвѣчаетъ дѣйствительности и контрольные опыты показали, что на самомъ дѣлѣ 40 кило фосфорной кислоты повышаютъ на данной почвѣ урожай не на 400, а только на 300 кило зерна.

Положимъ, далѣе, хозяинъ В производитъ опытъ въ томъ-же или *другомъ* году, на другой почвѣ и въ другомъ хозяйствѣ и находитъ, что 40 кило фосфорной кислоты увеличиваютъ урожай на 1000 кило зерна. И этотъ результатъ, положимъ, не точенъ; контрольные опыты показали, что въ дѣйствительности урожай увеличивается на 1100 кило. Хозяева А и В складываютъ полу-

ченные ими результаты и вычисляют *среднее* по «методу сложения». Среднее изъ 400 и 1000 будетъ 700.

Спрашивается: кому нужно это среднее въ 700 кило? Хозяину А? Онъ опредѣлилъ у себя урожай въ 400 кило зерна, тогда какъ его поле можетъ на самомъ дѣлѣ дать только 300 кило. Среднее 700 не имѣетъ, поэтому, для него никакого значенія. Или хозяину В? Онъ получилъ урожай въ 1000 кило, хотя на дѣлѣ можетъ получить со своего поля 1100 кило, почему и для него среднее 700 не имѣетъ значенія. Но кому-же оно нужно? Быть можетъ хозяину С, еще не производившему опыта удобренія фосфорной кислотой? Полагаю, что и онъ не можетъ воспользоваться найденнымъ среднимъ, потому что почва у С будетъ такая-же, что у А, и дастъ, поэтому, 300 кило, или такая, какъ у В, дающая 1100 кило, или-же она будетъ отличаться совершенно иными свойствами, почему и дастъ совершенно *иной* урожай. Трудно, вообще, допустить съ долей вѣроятности, чтобы какая нибудь неизвѣстная почва дала *средній* урожай, выведенный изъ одного, двухъ, десяти или двадцати опытовъ, произведенныхъ различными экспериментаторами на различныхъ почвахъ, въ различныхъ хозяйствахъ, въ различные годы, при различныхъ условіяхъ погоды и климата.

Для большей ясности приведу еще одинъ примѣръ, взятый изъ практики.

Удобрение 120 кило чилийской селитры и 200 кило суперфосфата повысило урожай картофеля

въ 1876 г., въ хозяйствѣ	I	на 2655 кило.
» 1876 » » »	II	» 400 »
» 1876 » » »	III	» 1160 »
» 1876 » » »	IV	» 3330 »
» 1876 » » »	V	» 564 »
» 1877 » » »	I	» 1940 »
» 1878 » » »	I	» 2130 »
» 1878 » » »	VI	» 480 »

Отсюда получается среднее въ 1582 кило.

Что можетъ дать такое среднее? Развѣ оно сгладитъ ошибки отдѣльныхъ опытовъ? Развѣ урожай въ 400, 564 480 кило, полученные въ хозяйствахъ II, V и VI, не означаютъ дѣйствительности и требуютъ исправленія путемъ суммированія съ числами урожаевъ, полученныхъ въ другіе годы и въ другихъ хозяйствахъ? Или развѣ урожай въ 2655 и 3330 кило въ I и IV хозяйствахъ ошибочны и нуждаются въ уменьшеніи до 1582 кило, т. е. *вдвое*, на томъ осно-

ваніи, что въ другіе годы и въ другихъ хозяйствахъ урожаи были *значительно ниже*? Или-же среднее въ 1582 кило указываетъ урожай, который можно съ большею вѣроятностью получить въ другихъ хозяйствахъ даннаго района при употребленіи того-же удобрения? Но на чемъ, спрашиваю, основывается эта вѣроятность? На томъ-же фактѣ развѣ, что средній урожай въ 1582 кило не полученъ *ни въ одномъ* изъ имѣній, производившихъ опыты, гдѣ урожай обнаруживали *громадныя отклоненія* отъ этого средняго?

Трудно сказать, какое значеніе могутъ имѣть среднія, выведенныя изъ опытовъ, которые производились при совершенно различныхъ условіяхъ. Во всякомъ случаѣ ошибочно мнѣніе, будто подобныя среднія могутъ сгладить *неточности, ошибки* отдѣльнаго опыта. Среднія, вычисленныя по даннымъ точныхъ опытовъ, могли-бы еще имѣть значеніе, если-бы опредѣленное удобреніе давало каждый годъ, на всякой почвѣ и при всевозможныхъ условіяхъ одинъ и тотъ-же результатъ. Но этого не бываетъ. Если одно и то-же удобреніе даетъ на одномъ поле 400 кило, а на другомъ 3330 кило картофеля, то такая громадная разница должна обуславливаться болѣе коренными причинами, а не погрѣшностью опыта, которую можно было-бы устранить вычисленіемъ средняго. При опредѣленныхъ мѣстныхъ условіяхъ почвы и погоды опредѣленное удобреніе даетъ одинъ результатъ, а на *другой* почвѣ, при *другихъ* условіяхъ, въ *другомъ* имѣніи, да еще въ *другой* годъ и результатъ долженъ быть другой.

Результатъ А полученъ при особыхъ условіяхъ хозяйства А, а результатъ Б при особыхъ условіяхъ хозяйства Б, но гдѣ-же, спрашивается, получится *среднее* изъ результатовъ А и Б? Отвѣтъ: Въ условіяхъ, которыя, согласно *логикѣ*, должны быть средними между А и Б. А каковы эти условія? Они совершенно неизвѣстны; ихъ нельзя опредѣлить ни прямо, ни косвенно. Но разъ они неизвѣстны, какое, спрашивается, значеніе могутъ имѣть среднія числа, выведенныя изъ результатовъ опытовъ, произведенныхъ при совершенно различныхъ условіяхъ? Они, по моему мнѣнію, не только не имѣютъ никакого практическаго значенія, но могутъ еще дать поводъ къ ошибочнымъ заключеніямъ и вызвать путаницу понятій.

Суммирование разнородныхъ среднихъ основывается на ошибочномъ предположеніи, будто извѣстное удобреніе дастъ всегда и во всѣхъ случаяхъ одинъ и тотъ-же урожай, будто отношеніе между дѣйствіемъ двухъ различныхъ удобреній останется постояннымъ

при всевозможныхъ условіяхъ почвы, погоды и пр., почему уклоненія отъ нормальнаго дѣйствія или отъ нормальнаго отношенія слѣдуетъ считать *погрѣшностью*, которую можно сгладить полученіемъ средняго числа. Если-бы такое предположеніе было справедливо, то можно было-бы полученное на полѣ А отношеніе между дѣйствіями двухъ различныхъ удобреній сравнивать съ данными, полученными на полѣ В, и вывести такимъ образомъ среднее. Точно также мы были въ правѣ, сдѣлавъ, скажемъ, въ 1887 г. опытъ удобренія селитрой въ имѣніи А, въ 1888 г. опытъ удобренія амміачною солью въ имѣніи В, а въ 1889 г. опытъ удобренія гуано въ имѣніи С, и сравнивъ затѣмъ результаты этихъ трехъ опытовъ, вывести заключеніе объ относительномъ достоинствѣ различныхъ формъ азотистыхъ удобреній.

«Методъ суммированія полевыхъ опытовъ», основанный на ошибочномъ предположеніи, и самъ не можетъ не быть ошибочнымъ. Сравнивать можно только опыты, произведенные въ одномъ и томъ-же году и на одной и той-же почвѣ; только при такихъ *параллельныхъ* опытахъ сгладятся погрѣшности и ошибки вычисленіемъ среднихъ.

Но я пошелъ еще дальше. Я утверждалъ, что «методъ суммированія полевыхъ опытовъ», не дающій отвѣта на вопросы удобренія, не только ошибоченъ, но что и вообще полевой опытъ не въ состояніи рѣшить этихъ вопросовъ съ такою обстоятельностью, какую я требую отъ точнаго опыта.

Въ подтвержденіе этого требованія, многими энергично оспариваемаго, я указывалъ прежде всего на тотъ *фактъ*, что полевые опыты не дали пока удовлетворительныхъ результатовъ.

Еще въ 1880 году ¹⁾ я говорилъ слѣдующее:

«На безчисленное множество чрезвычайно важныхъ вопросовъ, возникающихъ при разведеніи растений, земледѣльческая химія еще не въ состояніи дать хозяину строго обоснованнаго отвѣта.

Какими веществами растеніе питается, какія изъ нихъ должны быть прежде всего внесены въ почву для полученія хорошаго урожая, это намъ уже достаточно извѣстно. Но если хозяинъ пожелаетъ получить отъ насъ отвѣтъ на вопросъ изъ практики удобренія, если онъ спроситъ, какое *удобреніе фосфорной кислотой*, какая *калійная соль* болѣе пригодны для извѣстныхъ растеній и почвъ, при данномъ климатѣ, въ данное время и пр.; подъ какія

¹⁾ Journal f. Landw. 1880.

растенія, при какихъ условіяхъ почвы и климата слѣдуетъ отдать предпочтеніе *илійской селитры*, когда *амміачной соли*, когда *перувианскому гуано*, мясной мукѣ, кровяной мукѣ или иному азотистому удобренію; въ какомъ количествѣ прибавлять азотъ къ фосфорной кислотѣ при различныхъ условіяхъ почвы и культуры, въ какое время и какъ глубоко вносить эти удобрения, и т. д.—если, говорю, хозяинъ предложить намъ такіе вопросы, то мы вынуждены будемъ откровенно сознаться, что мы въ большинствѣ случаевъ не въ состояніи дать на нихъ надежнаго и строго обоснованнаго отвѣта.

Правда, уже не мало произведено работъ для выясненія законовъ удобрения, и въ ежегодникахъ земледѣльской химіи помѣщено большое число опытовъ удобрения. Но, разсмотрѣвъ результаты этихъ опытовъ и сдѣланные изъ нихъ выводы, мы найдемъ безчисленное множество противорѣчій. На основаніи прежнихъ работъ невозможно, поэтому, дать ясный и опредѣленный отвѣтъ даже на ближайшіе и важнѣйшіе вопросы, такъ что самымъ надежнымъ результатомъ множества опытовъ удобрения является какъ-бы доказательство *невозможности* достигнуть цѣли тѣми путями, какими шли до сихъ поръ. Что опыты удобрения велись вполне тщательно и добросовѣстно, показываютъ имена изслѣдователей; если-же, несмотря на тщательность и добросовѣстность выполнения, большое число работъ, часто весьма обширныхъ и связанныхъ съ большими затрудненіями, оказались безуспѣшными, то причина этого явленія должна заключаться въ недостаткамъ *метода*.

Это я говорилъ десять лѣтъ тому назадъ, но и теперь я не знаю фактовъ, способныхъ поколебать мое убѣжденіе. Напротивъ, я думаю, что высказанные тогда мною взгляды нашли теперь новое *подтвержденіе*. Путемъ точныхъ опытовъ удалось выяснить цѣлый рядъ вопросовъ—укажу только на опыты проф. Гелльригеля—тогда какъ всѣ старанія найти рѣшенія этихъ вопросовъ путемъ полевыхъ опытовъ оказались тщетными.

Примѣровъ можно было-бы привести очень много.

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ—кажется, около восьми—опытные станціи рѣшили разработать вопросъ объ относительномъ достоинствѣ удобреній различно растворимыми соединеніями фосфорной кислоты, заключающимися въ суперфосфатахъ и преципитатахъ (полученныхъ осажденіемъ). Труда было затрачено не мало, притомъ нашими лучшими изслѣдователями и при участіи выдающихся хозяевъ, особенно въ саксонской провинціи. Результаты большаго

числа полевыхъ опытовъ не дали, однако, возможности рѣшить поставленный вопросъ, такъ какъ этому препятствовали недостаточная точность и ненадежность метода.

Опыты показали, что шлакъ Томаса оказываетъ очень энергичное дѣйствіе, иногда чрезвычайно сильно повышая урожай, особенно на луговыхъ и болотныхъ земляхъ. Но каково его достоинство сравнительно съ суперфосфатомъ и костяной мукой, уже пріобрѣвшими на рынкѣ право гражданства, и какую цѣну можно дать за фосфорную кислоту въ видѣ шлака Томаса при извѣстной цѣнѣ за суперфосфатъ, этихъ вопросовъ полевые опыты не были въ состояніи рѣшить удовлетворительнымъ образомъ.

Болѣе надежнаго результата не дадутъ и обширные опыты, предпринятые нѣсколько лѣтъ тому назадъ для рѣшенія вопроса о достоинствѣ удобрения *стърнокислымъ аммоніемъ* сравнительно съ удобреньемъ *чилийской селитрой*. Результаты — какъ это и было до сихъ поръ — будутъ колебаться въ ту или другую сторону и заключать въ себѣ не мало противорѣчій, такъ что сельскій хозяинъ не будетъ въ состояніи получить изъ нихъ какія-либо указанія.

Я считаю лишнимъ еще разъ возвращаться здѣсь къ причинамъ малой надежности полевыхъ опытовъ. Ограничусь указаніемъ только двухъ *главныхъ* причинъ.

Одна изъ нихъ заключается въ томъ, что на большинствѣ почвъ дѣйствіе удобренья слишкомъ невелико, сравнительно съ размѣрами погрѣшностей. Это справедливо особенно при удобреньи кали и фосфорною кислотою, не въ такой степени при удобреньи азотомъ.

Какъ бы велико ни было число луговъ и полей, гдѣ удобренье фосфорной кислотою окажетъ свое дѣйствіе и будетъ выгоднымъ, но очень мало почвъ, гдѣ бы удобренье фосфорной кислотою повысило урожай въ размѣрѣ, достаточномъ для *опыта удобрения*.

Объясню это численнымъ примѣромъ.

Положимъ, мы имѣемъ дѣло съ почвой, дающей въ дѣйствительности:

- | | | | | | | |
|----|---------------------------------------|------|------|-------|----|---------|
| а) | Безъ удобрения фосфорной кислотою | 3000 | кил. | зерна | на | гектаръ |
| б) | При удобр. 50 кил. фосф. кисл. раств. | 3400 | » | » | » | » |
| в) | » » 100 » въ видѣ томашл. | 3400 | » | » | » | » |

Увеличеніе урожая на 400 кило зерна, вызванное 50 кило растворимой фосфорной кислоты, какъ въ настоящемъ случаѣ, совершенно достаточно для покрытія стоимости удобрения; но оно не удовлетворяетъ требованіямъ опыта удобрения. Положимъ, что пре-

дѣлы погрѣшностей опытовъ не превышаютъ $\pm 5\%$, а такая погрѣшность, вѣдь, *очень мала*; но она будетъ причиной весьма крупныхъ различій въ результатѣ, смотря по тому, будутъ ли результаты сложены съ ошибкой въ положительную или же въ отрицательную сторону. Между какими крайними предѣлами могутъ въ такомъ случаѣ колебаться результаты, показываетъ слѣдующій расчетъ:

1. Прибавляя къ урожаю *a* и *b* ошибку въ 5% въ сторону плюса, а къ урожаю *e* 5% въ сторону минуса, получимъ:

Урожай.	Получено больше, чѣмъ безъ удобре- нiя, на:	Если дѣйствiе раств. фосф. кисл. принять за 100, то дѣй- ствiе фосфор. кислоты въ шлакѣ Тома- са выразится:
Безъ удобренiя	3150 кило	—
50 кил. фосф. кисл. раств.	3570 »	420 кил.
100 » въ шлакѣ Томаса	3230 »	80 » 10

2. Если же къ урожаю *a* и *e* прибавить ошибку въ 5% въ сторону плюса, а къ урожаю *b* ошибку въ 5% въ сторону минуса, то получимъ:

Безъ удобренiя	3150 кило	—	
50 кил. фосф. кисл. раств.	3230 »	80	
100 » въ шлакѣ Томаса.	3570 »	420	262

Въ зависимости отъ случайнаго распредѣленiя ошибки хотя бы всего въ 5% дѣйствiе фосфорной кислоты въ томасшлакѣ выражается числами, колеблющимися въ нашемъ примѣрѣ между 10 и 262. Но погрѣшности полевыхъ опытовъ бываютъ обыкновенно *гораздо* больше, чѣмъ $\pm 5\%$, повышение же урожая отъ фосфорной кислоты бываетъ нерѣдко *меньше* принятаго въ нашемъ примѣрѣ. Понятно, что уже по одному этому нельзя надѣяться рѣшить при помощи полевого опыта вопросъ объ относительномъ достоинствѣ томасшлака.

Фактическая безрезультатность производившихся до сихъ поръ опытовъ находить въ сказанномъ вполне удовлетворительное объясненiе.

Лишь въ *редкихъ* случаяхъ удастся найти почву, на столько бѣдную фосфорной кислотой, чтобы она могла дать повышение урожая достаточно значительное, въ сравненiи съ предѣлами погрѣшностей.

Положимъ, однако, что мы имѣемъ дѣло съ почвой, въ которой прибавленіе фосфорной кислоты вызываетъ на столько значительное повышеніе урожая, что, въ сравненіи съ этимъ повышеніемъ, погрѣшности опытовъ должны считаться ничтожными. Развѣ мы *въ такомъ случаѣ* не были бы въ состояніи рѣшить поставленной задачи при помощи полевыхъ опытовъ? Нѣтъ.

Объясню это примѣромъ.

Положимъ,
участокъ 1 не удобренъ фосфорной кислотой
» 2 удобренъ 20 кило фосфор. кислоты растворимой
» 3 » 20 » » » въ шлакъ Томаса.

Положимъ, что участки эти засѣяны овсомъ

По прошествіи 6 недѣль состояніе участковъ пусть выразится слѣдующими числами:

участокъ 1	участокъ 2	участокъ 3
100	140	120

Теперь устанавливается сухая и жаркая погода, факторъ «влага», имѣвшійся до сихъ поръ въ избыткѣ, начинаетъ все болѣе и болѣе уменьшаться, такъ что въ концѣ-концовъ обнаруживается въ немъ недостатокъ.

Приростъ растительной массы будетъ теперь зависѣть уже не отъ фосфорной кислоты, а отъ *количества воды*, имѣющагося въ распоряженіи растеній.

Но развѣ на всѣхъ участкахъ количество воды одно и то-же? Нѣтъ, ни абсолютно, ни относительно. Если мы изслѣдуемъ почву участковъ, то найдемъ, что тамъ, гдѣ растенія развиты сильнѣе всего, т. е. на участкѣ 2, земля всего суше, потому что здѣсь воды израсходовано всего болѣе, затѣмъ уже слѣдуютъ участки 3 и 1. Это, однако еще не все. Положимъ, что абсолютное содержаніе воды на участкахъ не измѣнилось, но оно не могло не измѣниться относительно, такъ какъ на участкѣ, гдѣ растенія развиты лучше всего, воды требовалось болѣе, чѣмъ на остальныхъ участкахъ. Факторъ «влага» на трехъ участкахъ различный; тамъ, гдѣ его менѣе всего, т. е. на участкѣ 2, онъ всего болѣе будетъ препятствовать приросту растительной массы, затѣмъ идутъ участки 3 и 1. Очень скоро сравнительное состояніе участковъ выразится уже слѣдующими числами:

участокъ 1.	участокъ 2.	участокъ 3.
100	130	125

Участки 1 и 3 приблизились, такимъ образомъ, къ участку 2, израсходовавшему больше воды.

Теперь, положимъ, снова выпадаетъ дождь, вода находится на всѣхъ участкахъ опять въ избыткѣ, такъ что фосфорная кислота можетъ снова проявлять свое дѣйствіе. Но развѣ первоначальное соотношеніе въ развитіи различно удобренныхъ растений теперь возстановится? Нѣтъ, потому что участокъ 2, гдѣ при наступленіи засухи растенія были развиты всего сильнѣе и гдѣ поэтому недостатокъ воды отразился рѣзче всего, долженъ былъ, естественно, пострадать болѣе другихъ и оправиться медленнѣе ихъ. Участокъ 2 отстанетъ въ своемъ развитіи болѣе участковъ 3 и 1, такъ что ко времени уборки отношеніе между ними будетъ слѣдующее:

участокъ 1.	участокъ 2.	участокъ 3.
100	130	120 ¹⁾

Вычисливъ теперь отношеніе фосфорной кислоты томасшлака къ растворимой фосфорной кислотѣ, мы получимъ весьма различный результатъ, смотря по тому, какую изъ трехъ стадій развитія растений положимъ въ основаніе разсчета. Принявъ относительное достоинство растворимой фосфорной кислоты равнымъ 100, мы получили бы для фосфорной кислоты томасшлака

въ первую стадію развитія число	50
» вторую » » »	83
» третью » » »	67

Что вытекаетъ изъ этого примѣра? Онъ показываетъ, что нельзя опредѣлить относительное достоинство двухъ видовъ фосфорнаго удобренія при помощи опытовъ, въ которыхъ одно изъ данныхъ соединеній фосфорной кислоты было временно или надолго *задержано* въ своемъ дѣйствіи. Для большей наглядности позволю себѣ привести здѣсь слѣдующій примѣръ.

Положимъ великанъ и карликъ бѣгаютъ въ запуски. Давъ великану обогнать соперника на 100 метровъ, его задерживаютъ до тѣхъ поръ, пока карликъ не приблизится къ нему на разстояніе 10 метровъ. Развѣ мы имѣли бы право поступать такъ съ великаномъ? Нѣтъ. Но столь же ошибочный результатъ получится, если растворимая фосфорная кислота, конкурирующая съ нераствори-

¹⁾ Это, вѣроятно, ошибка, потому что участокъ 2 долженъ, по словамъ автора, отстать въ своемъ развитіи сильнѣе участка 3; по приведеннымъ же числамъ участокъ 3 (120) отсталъ сильнѣе участка 2 (130). *Прим. Перевод.*

мой и уже обогнавшая ее, встрѣтитъ внезапно препятствіе въ видѣ продолжительной засухи, устраняемое дождемъ уже въ такое время когда фосфорная кислота нерастворимая успѣла ее въ значительной степени нагнать.

Всякое различіе въ развитіи различно удобренныхъ растений вызываетъ различіе въ содержаніи воды въ почвѣ, потому что сильно развитыя растенія болѣе иссушаютъ почву, чѣмъ растенія, развитыя слабѣе. Пока влаги въ почвѣ достаточно, эти различія не могутъ имѣть вреднаго вліянія на растительность, но они приобретаютъ значеніе, разъ содержаніе влаги дойдетъ до «относительнаго минимума», разъ оно сдѣлается важнымъ факторомъ. Если, такимъ образомъ, содержаніе влаги въ почвѣ приобрететъ во время развитія растений господствующее значеніе — хотя бы только на короткое время — то разницу въ урожаѣ двухъ различно удобренныхъ участковъ нельзя приписывать исключительно только вліянію различныхъ удобреній, ибо она вызывается другимъ факторомъ, содержаніемъ влаги въ почвѣ; вліяніе его будетъ сильнѣе всего на участкѣ, на которомъ всего энергичнѣе дѣйствовало удобрение. Но опредѣлить вліяніе этого задерживающаго фактора на развитие растенія совершенно невозможно, откуда слѣдуетъ, что *для рѣшенія поставленнаго нами вопроса непригодны опыты, не позволяющіе регулировать содержаніе почвенной влаги.*

Итакъ, мы пришли къ заключенію, которое можемъ формулировать слѣдующимъ образомъ:

Для опредѣленія достоинства томасилака, сравнительно съ другими фосфатами, нельзя примѣнять опытовъ удобренія, подверженныхъ всевозможнымъ случайностямъ и при которыхъ на развитіе растенія вліяютъ условія, не поддающіяся урегулированію и численному выраженію.

То же самое справедливо, конечно, для всѣхъ подобнаго рода вопросовъ удобренія.

Пока мнѣ не будетъ доказана нелогичность приведенныхъ выше соображеній — а это еще сдѣлано не было — до тѣхъ поръ я буду считать себя вправѣ отвергать полевой опытъ удобренія, какъ методъ изслѣдованія, до тѣхъ поръ буду на *фактическую безуспѣшность* выполненнхъ по настоящее время опытовъ смотрѣть какъ на доказательство справедливости моего мнѣнія.

Спрашивается, однако: *развѣ я этимъ совершенно отвергаю полевые опыты, не признаю за ними никакого практическаго значенія?* Нѣтъ, нисколько, этого я никогда не говорилъ. Если меня

считаютъ врагомъ всякихъ полевыхъ опытовъ, то это объясняется недоразумѣніемъ, въ которомъ я отнюдь неповиненъ. Во всѣхъ своихъ статьяхъ по этому вопросу, гдѣ я настаивалъ на непригодности полевыхъ опытовъ для цѣлей *изслѣдованія*, я говорилъ, что не умаляю значенія полевыхъ опытовъ, но только для совершенно другихъ цѣлей. Для какихъ же цѣлей? Въ чемъ задача полевыхъ опытовъ?

Скажу объ этомъ вкратцѣ слѣдующее.

Цѣль полевыхъ опытовъ не заключается въ рѣшеніи общихъ вопросовъ удобренія. Ученіе объ удобреніи должно быть построено не на результатахъ полевого опыта, а на данныхъ точнаго изслѣдованія. Полевой опытъ долженъ выяснитъ мѣстныя условія, особенности опредѣленной почвы, которыя хозяинъ долженъ знать, чтобы имѣть возможность правильно примѣнять у себя выводы науки. Полевой опытъ долженъ показать хозяину, вѣрно ли имъ поняты выводы науки и такъ ли они примѣнены къ даннымъ условіямъ почвы, хозяйства, сѣвооборота, климата и пр.; хозяинъ долженъ рѣшить при помощи опыта, совпадаетъ ли полученный результатъ удобренія съ ожидавшимся и заранѣе вычисленнымъ.

Задача научнаго изслѣдованія заключается въ выясненіи дѣйствія удобренія, *независимо отъ различныхъ неизвѣстныхъ мѣстныхъ условій и случайностей*. Задача изслѣдованія заключается, далѣе, въ отысканіи тѣхъ именно условій и случайностей, которыя могутъ вліять на дѣйствіе удобренія, и въ опредѣленіи *степени и способа* этого вліянія. Изъ результатовъ такихъ изслѣдованій хозяинъ выводитъ свои заключенія, создаетъ раціональный планъ удобренія и опредѣляетъ, пользуясь полевыми опытами, вѣрный ли былъ сдѣланный выводъ и на сколько правиленъ расчетъ.

Ошибочно было бы думать, что цѣль полевого опыта заключается въ «провѣркахъ» результатовъ научнаго изслѣдованія. Полевой опытъ провѣряетъ не результаты изслѣдованія, а правильность и примѣнимость къ даннымъ условіямъ практическихъ *сообщеній*, выведенныхъ изъ этихъ результатовъ. Провѣрка правильности *результатовъ изслѣдованія* дѣло не хозяина, а самого изслѣдователя, да хозяинъ и не можетъ задаваться такою задачею. Напротивъ, наука должна подвергать критическому освѣщенію результаты полевыхъ опытовъ, добытыя практикою; она должна отыскивать, разъяснять и устанавливать причины замѣченныхъ явленій, рѣшать, на сколько извѣстные результаты практики могутъ быть обобщены и на сколько они обусловливаются мѣстными вліяніями. Обратная

постановка дѣла, конечно, невозможна. Нельзя провѣрять результатовъ точнаго опыта опытомъ неточнымъ. Строго и обдуманно ведя свои наблюденія, умѣя критически относиться къ явленіямъ и пользуясь результатами правильно и тщательно поставленнаго опыта, хозяинъ, какъ мы уже замѣтили, можетъ рѣшить, на сколько данныя научнаго изслѣдованія или сдѣланные изъ этихъ данныхъ выводы и совѣты примѣнимы къ опредѣленнымъ условіямъ почвы и хозяйства. Если практика поразить въ опытахъ какая-либо неожиданность, если онъ получить результатъ необъяснимый и, быть можетъ, какъ бы противорѣчащій выводамъ науки, то онъ долженъ объ этомъ сообщить изслѣдователю, который уже долженъ будетъ найти объясненіе для замѣченныхъ явленій и разрѣшить кажущіяся противорѣчія между наукой и практикой.

Въ этомъ взаимномъ дополненіи и обмѣнѣ между научнымъ изслѣдованіемъ и выводами практики я вижу единственный путь, ведущій къ быстрому развитію ученія объ удобреніи.

Я долженъ указать еще на нѣсколько возраженій, сдѣланныхъ на мои опыты. На этомъ я долго останавливаться не буду.

Въ прекрасной статьѣ «Ein Beitrag zur Prüfung und Vervollkommenung der exacten Versuchsmethode zur Lösung schwebender Pflanzen- und Bodenkulturfragen, 1887, Ф. Вольтманъ (F. Wohltmann), говоря о нѣкоторыхъ сдѣланныхъ имъ измѣненіяхъ въ моихъ приборахъ для опытовъ, считаетъ эти измѣненія «усовершенствованіемъ».

Вольтманъ говоритъ на стр. 27: «нашъ методъ, какъ уже замѣчено, въ принципѣ вполне совпадаетъ съ методомъ П. Вагнера; мы пытались его только усовершенствовать:

- 1) примѣненіемъ большихъ площадей, большаго объема взятыхъ почвы и подпочвы;
- 2) приспособленіемъ къ естественнымъ условіямъ, для чего мы сосуды погружали въ землю, выбирая естественную подпочву, устраивая дренажъ и обсаживая ящики растеніями;
- 3) употребленіемъ аппаратовъ, позволяющихъ контролировать и регулировать уровень грунтовыхъ водъ и содержаніе влаги въ почвѣ;
- 4) удаленіемъ стѣсняющей проволоочной рамки, тщательнымъ устраненіемъ вредныхъ вліяній и принятіемъ другихъ мѣръ предосторожности;
- 5) принятіемъ мѣръ отъ поврежденія культуры птицами, для чего мы держали хищную птицу;

6) установкой термометрическихъ и дождемѣрныхъ наблюдений, а затѣмъ и наблюдений относительно состоянiя погоды и поглощительной способности почвы».

На эту замѣчу:

По п. I. Вольтманъ пользуется сосудами, площадью въ 0,4 кв. метра, тогда какъ я уже 8 лѣтъ примѣняю, кромѣ малыхъ, еще и *большіе* сосуды и участки (всего въ числѣ 475), площадью въ 0,3 кв. м. и въ 0,8 кв. м. Для нѣкоторыхъ опытовъ я беру, слѣдовательно, еще большіе сосуды, чѣмъ Вольтманъ. Тоже скажу и объ объемѣ почвы. Сосудъ Вольтмана вышиною въ 1 метръ, тогда какъ мои участки отдѣлены отъ окружающей почвы до глубины 1,33 метра.

По пп. 2 и 3. Вольтманъ требуетъ «большаго приспособленiя къ естественнымъ условiямъ», указывая, что почва моихъ свободныхъ сосудовъ нагрѣвается сильнѣе, чѣмъ на участкахъ въ полѣ. Чтобы создать болѣе естественныя условiя, онъ погружаетъ въ землю жестяные сосуды, снизу замкнутые и снабженные снарядомъ для дренированiя почвы и поддержанiя въ ней постояннаго уровня грунтовыхъ водъ.

Замѣчу на это, что, для контролированiя опытовъ въ свободныхъ сосудахъ я веду опыты и на участкахъ почвы, отдѣленныхъ отъ окружающей земли, какъ и у Вольтмана, стѣнками изъ листового цинка. Я погружаю, слѣдовательно, свои приборы въ землю также, какъ и Вольтманъ. Разница заключается въ томъ, что мои участки не закрыты снизу, какъ у Вольтмана, жестянымъ дномъ, почему они еще ближе подходятъ къ естественнымъ условiямъ, чѣмъ у Вольтмана. Дренажъ, примѣняемый Вольтманомъ и все время поддерживаемый имъ относительно высокій уровень грунтовыхъ водъ, нельзя считать, при сравненiи съ моими участками, полнымъ приспособленiемъ къ естественнымъ условiямъ. При разработкѣ большаго числа вопросовъ удобренiя приборъ Вольтмана можетъ даже мѣшать ходу опыта.

Вольтманъ считаетъ, далѣе, усовершенствованiемъ выборъ «естественной подпочвы» и устройство защитныхъ посадокъ. Что касается «естественной подпочвы», то и я не беру почвы неестественной. Подобно Вольтману, я беру обыкновенно бесплодный песокъ, но могу, въ зависимости отъ требованiй разрабатываемаго вопроса, брать и всякій другой матеріалъ—суглинокъ, глину, хрящъ и пр. Въ первые годы я клалъ на дно сосуда, слоемъ въ нѣсколько сантиметровъ, кусочки кокса, но уже семь лѣтъ я отдаю предпочтенiе просѣянному гранитному хрящу, который легче достать и обраще-

нѣ съ которымъ удобнѣе. Дѣйствуютъ они одинаково, т. е. оба матеріала индифферентны.

Вольтманъ обсаживаетъ опытные площади растеніями, считая это усовершенствованіемъ метода. Посадка защитныхъ растеній легко возможна и у меня, и въ первые годы я дѣйствительно обсаживалъ свои участки ¹⁾. Впослѣдствіи я, однако, отказался отъ посадокъ, увидѣвъ въ нихъ источникъ ошибокъ. Что обсадка участковъ растеніями можетъ быть источникомъ ошибокъ, понять нетрудно. Если, напр., участокъ, засѣянный овсомъ, окружить посадкой овса, то послѣдняя, служа щитомъ отъ свѣта и теплоты, будетъ оказывать вліяніе на растенія участковъ. Само собою разумѣется, мы должны были бы *уравнять* это вліяніе для всѣхъ участковъ, потому что неравномѣрныя освѣщеніе и нагрѣваніе участковъ солнцемъ могли бы быть источникомъ ошибокъ. Но развѣ уравненіе такого вліянія возможно? Нѣтъ. Представимъ себѣ слѣдующій случай. Участокъ 1 пусть будетъ не удобренъ; участокъ 2 удобренъ. Пусть высота овса на участкѣ 1 будетъ равна $\frac{1}{2}$ м., а на участкѣ 2, благодаря удобренію, 1 м. Какова должна быть высота овса, окружающаго участки, чтобы онъ не вліялъ на участокъ 1 иначе, чѣмъ на участокъ 2? Отвѣтъ: окаймляющая участки полоса овса должна быть точно такой же высоты, какъ растенія на участкахъ. Если высота ея равна высотѣ растеній участка 2, т. е. равна 1 м., то она будетъ затѣнять участокъ 1, гдѣ растенія имѣютъ высоту всего въ $\frac{1}{2}$ м., болѣе, чѣмъ растенія участка 2; если же высота этой полосы будетъ равна высотѣ неудобреннаго участка 1, т. е. всего $\frac{1}{2}$ м., то это будетъ опять-таки причиной неравномѣрнаго вліянія, потому что растенія участка 2 будутъ тогда находиться подъ вліяніемъ защитной полосы овса только до половины своей высоты, а растенія участка 1 до самого верха.

Развитіе защитной полосы надо было бы, поэтому, вести такъ, чтобы оно не отличалось отъ развитія растеній на различно удобренныхъ участкахъ. Но такъ какъ выполнить это требованіе, само собою разумѣется, невозможно, то обсаживаніе участковъ защитною полоскою не только совершенно излишне, но оно можетъ быть причиной ошибокъ.

По п. 4. Вольтманъ считаетъ усовершенствованіемъ моихъ приспособленій «удаленіе стѣсняющей проволочной лѣсенки, тщательное устраненіе вредныхъ вліяній и принятіе другихъ мѣръ предо-

¹⁾ Landw. Jahrb. 1883, стр. 588.

сторожности». Отвѣчу на это, что для гороха, вики и т. д. я пользуюсь то проволочными лѣсенками, то тонкими еловыми палочками, какъ окажется удобнѣе; то и другое одинаково пригодно. Какимъ образомъ проволочныя лѣсенки могутъ «стѣснять», для меня совершенно непонятно. Если бы, однако, лѣсенка и могла оказывать какое-нибудь вліяніе на развитіе растений, то это вліяніе, вѣдь, вездѣ одинаково, почему оно и не можетъ быть вреднымъ. Точно также Вольтманъ мнѣ еще не доказалъ, чтобы я не стремился къ «тихательному устраненію вредныхъ вліяній и не принималъ другихъ мѣръ предосторожности» или чтобы принимаемая мною мѣры были недостаточны.

По п. 5. Вольтманъ считаетъ дальнѣйшимъ усовершенствованіемъ моего метода «примѣненіе хищной птицы для защиты культуръ отъ поврежденія птицами». Замѣчу, что и у меня растенія вполне защищены отъ птицъ проволоочною сѣткою, которою растенія прикрываются во время образованія сѣмянъ.

По п. 6. Температурныя и дождемѣрныя наблюденія, если бы оказались необходимыми, возможны и у меня¹⁾.

Мнѣ остается еще отвѣтить на нѣсколько мелкихъ возраженій.

Многіе дѣлаютъ мнѣ странный упрекъ, будто *незначительность* размѣровъ моихъ участковъ служить источникомъ большихъ ошибокъ. Погрѣшность въ нѣсколько граммовъ, говорятъ, превращается, при переводѣ на гектаръ, въ величину «ужасающихъ» размѣровъ.

Но ошибка заключается не въ малыхъ размѣрахъ участковъ, а въ самомъ *возраженіи*. Вѣдь здѣсь важна величина погрѣшности не *абсолютная*, а *относительная*. Если урожай, полученный съ 1 кв. м., перевести на гектаръ (=10,000 кв. м.), то на 10,000 помножается не только погрѣшность, но и урожай, почему погрѣшность нисколько не измѣнится относительно. Погрѣшность въ 5 гр., отнесенная къ полученному въ моихъ опытахъ урожаю въ 100 гр., остается погрѣшностью въ 5%, переведу ли я урожай небольшаго участка на 1 гектаръ, на тысячу или на миллионъ гектаровъ. Въ опытѣ на небольшомъ участкѣ я получаю 100 гр., при погрѣшности въ 5 гр.; на большомъ же участкѣ я получу 100 центнеровъ, причемъ погрѣшность составитъ 5 центн. Точность же результата будетъ въ обоихъ случаяхъ одна и та же.

Какъ мало обоснована бываетъ иногда критика, показываетъ слѣ-

¹⁾ Въ нѣсколькихъ дальнѣйшихъ строкахъ, не имѣющихъ существеннаго значенія для русскаго читателя, потому и выпущенныхъ нами, авторъ только указываетъ на крупныя научныя достоинства труда Вольтмана. *Пр. перев.*

дующій примѣръ. Есть опыты, произведенныя на грядкахъ, подъ землею не огороженныхъ, а отдѣленныхъ другъ отъ друга незасѣянною полосою, въ 60 сант. ширины. Понятно, что при такой постановкѣ опытовъ было замѣчено, что крайнія растенія грядокъ, имѣвшія возможность пользоваться питательными веществами и влагою незасѣянной полосы, оказывались лучше развитыми, чѣмъ растенія въ средней части грядки. Экспериментаторъ говоритъ, что 20 экземпляровъ изъ средней части вѣсили 16 гр., а 20 экземпляровъ съ краю 154 гр.! Это общеизвѣстное и легко понятное явленіе, служащее прекраснымъ подтвержденіемъ непригодности участковъ безъ подземныхъ стѣнокъ, приводятъ въ доказательство непригодности моихъ приспособленій, утверждая, что на моихъ участкахъ (подъ землею огороженныхъ до глубины $1\frac{1}{3}$ м.) имѣются только «краевыя растенія»; а такъ какъ краевыя растенія составляютъ лишь «ничтожную дробную часть встрѣчающихся въ сельскомъ хозяйствѣ культуръ, то полученные мною результаты и не поддаются сравненію съ результатами культуръ на площадяхъ! Сказанное будто бы подтверждается еще и тѣмъ, что «горшечныя растенія» въ Дармштадтѣ, «сами не въ состояніи держаться», почему ихъ приходится подпирать проволочными рамками. «Извѣстно, однако, что въ сельскомъ хозяйствѣ такія рамки не примѣняются».

Полагаю, что подобныя возраженія могу оставить безъ отвѣта, также какъ и нѣкоторыя другія замѣчанія, обнаруживающія лишь *своеобразное* остроуміе и странную логику авторовъ. Такъ, говорили, что удобреніе 1 частью суперфосфата, увеличившее урожай на сто частей, нельзя сравнивать съ удобреніемъ 3 частями костяной муки, отъ котораго урожай повысился всего на 30 частей, такъ какъ удобреніе 1 частью костяной муки, вѣдь, могло обнаружить болѣе энергичное дѣйствіе; говорили, будто я утверждаю, что густота посѣва безразлична въ моихъ опытахъ, тогда какъ я только говорилъ, что она можетъ для многихъ растеній колебаться въ довольно широкихъ предѣлахъ; меня упрекали еще въ томъ, что для опытовъ удобрения фосфорной кислотой я бралъ *хлѣбные злаки*, тогда какъ всѣмъ-де извѣстно, что для хлѣбовъ имѣетъ значеніе только азотъ, а не фосфорная кислота; было высказано мнѣніе, будто дѣйствіе удобрительныхъ веществъ совершенно невозможно установить точнымъ опытомъ, такъ какъ этотъ вопросъ въ состояніи рѣшить только практика хозяина и т. д., и т. д.... Полагаю что подобнаго рода возраженія найдутъ достойную оцѣнку и безъ моего содѣйствія, почему на нихъ останавливаться и не буду.

ОТДѢЛЪ III.

Результаты изслѣдованія.

1. Правда-ли, что горохъ, люцерна и другія бобовыя обладаютъ способностью черпать азотъ изъ источниковъ его въ атмосферномъ воздухѣ.

Лѣтъ восемь тому назадъ, производя опыты надъ питаніемъ культурныхъ растений азотомъ, я нашелъ, о чемъ тогда же и опубликовалъ, что люпины, горохъ, вика, клеверъ и т. под. растенія отличаются совершенно иною способностью усвоенія азота, чѣмъ хлѣба, картофель, свекла, ленъ, рапсъ и др.

«Первыя — говорилъ я тогда — черпаютъ азотъ изъ источника, для хлѣбовъ, картофеля и др. *недоступнаго*, притомъ въ такомъ количествѣ, что при нормальныхъ условіяхъ они совсѣмъ не нуждаются въ удобреніи солями азота».

Тѣмъ временемъ обширныя и точныя работы Гелльригеля на столько выяснили этотъ вопросъ, что я могу не останавливаться на своихъ собственныхъ изслѣдованіяхъ. Сообщу лишь въ краткихъ словахъ о результатахъ моихъ опытовъ, чтобы показать ихъ полное совпаденіе съ результатами, полученными Гелльригелемъ, которые также устанавливають поразительное различіе между бобовыми и небобовыми растеніями.

Привожу здѣсь выводы изъ опытовъ (всего 128 отдѣльныхъ опытовъ) съ горохомъ, викой, люцерной, ячменемъ, рапсомъ и рожью, причѣмъ почвой служилъ очень бѣдный азотомъ *песокъ*, частью прокаленный, частью непрокаленный. Песокъ былъ на столько бѣденъ азотомъ, что въ 6,6 кило, помѣщавшихся въ одномъ сосудѣ, содержалось азота всего 1,056 гр. въ непрокаленномъ пескѣ и 0,693 гр. въ прокаленномъ. Остальныхъ питательныхъ веществъ было прибавлено къ песку столько, сколько необходимо для полученія максимальнаго урожая. Мѣнялось только удобреніе азотомъ:

а)	удобреніе	0	гр. азота
б)	»	0,25	» »
в)	»	0,5	» »

Сосуды были засѣяны названными выше растеніями. Вода, которой каждый сосудъ содержалъ при посѣвѣ по $\frac{3}{4}$ литра, приливалась ежедневно по мѣрѣ испаренія.

Опишу вкратцѣ явленія, наблюдавшіяся во время развитія растеній.

1. Ячмень и рапсъ, неудобренные азотомъ.

Растенія взошли нормально; всходы имѣли свѣжій и зеленый видъ, но они скоро перестали расти. По прошествіи дней десяти, они стали чахнуть, листья пожелтѣли, растенія голодали, развили всего еще пару блѣднозеленыхъ листьевъ, и то на счетъ болѣе старыхъ частей, все сморщивавшихся. Собственно образованія растительной массы—это было хорошо видно—почти совсѣмъ не происходило. Въ 33 дневномъ возрастѣ растенія были убраны и взвѣшены. Корни были также собраны, для чего все содержимое сосудовъ было помѣщено на частую проволочную сѣтку, которая погружалась нѣсколько разъ въ воду, для отдѣленія песка отъ корней; оставшіеся на сѣткѣ корни были осторожно собраны, высушены, а для опредѣленія приставаго къ нимъ песка превращены въ золу и взвѣшены.

Всего подземныхъ и надземныхъ частей получено:

6,3 гр. для ячменя и 2,8 гр. для рапса.

2. Ячмень и рапсъ, удобренные азотомъ.

Очень рано, уже вскорѣ послѣ появленія всходовъ эти растенія обнаружили большое отличіе отъ неудобренныхъ азотомъ. Всходы развились гораздо лучше, были темнозеленаго цвѣта, росли быстро и роскошно, образовали здоровые, широкіе листья и крѣпкіе стебли и соломинны, пока, наконецъ, и у нихъ не появились признаки голоданія, притомъ сначала у удобренныхъ 0.25 гр. азота, а затѣмъ и у удобренныхъ 0,5 гр. Опыты эти ясно показали, что растенія хорошо развивались лишь до тѣхъ поръ, только до тѣхъ поръ не теряли здороваго зеленого цвѣта и вообще только до тѣхъ поръ вырабатывали органическое вещество, пока не было израсходовано азотистое удобреніе (внесенное въ видѣ селитры). Когда азотъ былъ израсходованъ, растенія начали голодать, причемъ дальнѣйшій ростъ ихъ заключался въ образованіи новыхъ листьевъ и стеблей на счетъ органическаго вещества болѣе старыхъ частей растенія.

Урожай показалъ съ очевидностію всю зависимость количества

выработанной органической массы отъ количества азотистаго удобренія, такъ какъ

а) Ямень далъ:

Безъ удобренія азотомъ.	6,3 гр. растит. массы,	съ 0,083 гр. азота
Съ 0,25 гр. азота.	. . . 15,9 «	« « 0,324 « «
« 0, 5 «	« . . . 20,2 «	« « 0,558 « «

б) Рапсъ:

Безъ удобренія азотомъ.	2,6 гр.	« « « 0,047 « «
Съ 0,25 гр. азота.	. . . 13,4 «	« « « 0,277 « «
« 0, 5 «	« . . . 20,5 «	« « « 0,513 « «

3. Горохъ, вика и люцерна безъ удобренія азотомъ.

Растенія взошли нормально, были темно-зеленаго цвѣта и развивались хорошо, пока сѣмя давало имъ пищу. Когда вещество сѣмени было израсходовано, произошла пріостановка въ развитіи. Листья поблѣднѣли, такъ что и горохъ, и вика и люцерна, казалось, страдаютъ отъ недостатка азота и, подобно ячменю и рапсу, не пойдутъ далеко въ своемъ развитіи, а начнутъ чахнуть. Но по прошествіи недѣли стало замѣчаться чрезвычайно интересное, оставшееся сначала вполне загадочнымъ, явленіе. Почти внезапно произошла поразительная перемѣна въ развитіи растений, точно они за ночь были удобрены селитрой. Исчезла блѣдная окраска листьевъ, уступившая мѣсто темнозеленой, и растенія стали энергично развиваться. Стебли гороха набухли, листья стали мясистыми и поражали сочностью своей зелени. Вика, уже сморщившаяся было и имѣвшая вообще плачевный видъ, дала новые, здоровые побѣги, а по прошествіи нѣкотораго времени всѣ растенія имѣли видъ, точно они развивались на самой тучной, богатой азотомъ, почвѣ. Результатъ урожая приведу ниже.

4. Горохъ, вика и люцерна, удобренные азотомъ.

И эти культуры развивались совершенно иначе, чѣмъ ямень и рапсъ. Вначалѣ развитіе шло, правда, одинаково. Горохъ, вика и люцерна, удобренные азотомъ, обогнали растенія неудобренные, дольше оставаясь зелеными и продолжая безпрепятственно расти болѣе продолжительное время, чѣмъ растенія неудобренные, какъ то было и съ ячменемъ и рапсомъ. Но скоро обнаружилось рѣзкое различіе. Ямень и рапсъ, израсходовавъ все внесенное въ почву количество азота, перестали расти, тогда какъ горохъ, вика и лю-

черна обнаруживали лишь *временную* приостановку въ ростѣ. Бобовыя развивались медленно только какую-нибудь недѣлю, а затѣмъ, точно найдя обильный источникъ азота, они пошли энергично въ ростъ, такъ что очень скоро растенія удобренные едва ли чѣмъ отличались отъ растеній неудобренныхъ — это справедливо, по край-мѣрѣ, для гороха на *не прокаленномъ* пескѣ.

Результатъ урожая былъ слѣдующій:

Люцерна безъ удобренія азотомъ	33,3	гр. растит. массы, содерж.	1,34	гр. азота
Вика	40,2	« « « «	1,65	« «
Горохъ	98,0	« « « «	3,71	« «
Горохъ, удобренный 0,25 гр. азота	99,8	« « « «	3,73	« «
« « 0, 5 « «	96,8	« « « «	3,66	« «

Числа эти рѣзко отличаются отъ чиселъ, полученныхъ для ячменя и рапса. Ячмень, какъ мы видѣли, далъ въ неудобренномъ пескѣ урожай всего 6,3 гр. съ 0,083 гр. азота, *горохъ-же* выработалъ при тѣхъ же условіяхъ 98,0 гр. растительнаго вещества, содержавшаго 3,71 гр. азота. Кромѣ того, удобреніе ячменя 0,5 граммами азота повысило урожай на 14,1 гр. съ 0,475 гр. азота, тогда какъ такое же удобреніе гороха не оказало на урожай никакого вліянія; здѣсь удобреніе не измѣнило урожая растительной массы и содержанія въ ней азота.

Различія эти настолько очевидны, что мы смѣло можемъ высказать слѣдующее положеніе.

Горохъ, вика и люцерна черпаютъ азотъ изъ особаго источника, для ячменя и рапса недоступнаго или доступнаго въ меньшей степени.

Гдѣ, однако, искать этотъ источникъ? Въ *почву*? Нѣтъ, потому что въ собраномъ горохѣ азота оказалось 3,71 гр., тогда какъ въ данной почвѣ его было всего 0,69 гр.; если и прибавить еще 0,19 гр. азота взятыхъ для посѣва сѣмянъ, то все же останется 2,83 гр. азота, который горохъ не могъ получить ни изъ сѣмянъ, ни изъ почвы, ни изъ *воды*, служившей для поливки, ибо вода была чиста и азота совсѣмъ не содержала.

Но разъ горохъ не могъ получить этихъ 2,83 гр. азота ни изъ воды, ни изъ сѣмянъ, ни изъ почвы, то ничего другаго не остается, какъ допустить, что источникомъ азота служилъ атмосферный воздухъ. Справедливо ли, однако, такое допущеніе? Да, проф. Гелльригелъ первый установилъ точнымъ образомъ, что атмосферный воздухъ служитъ для бобовыхъ источникомъ азота.

Основываясь на работахъ Гелльригеля, съ результатами которыхъ

вполнѣ совпадаютъ результаты нашихъ изысканій, можно сказать слѣдующее.

1. Въ періодъ проростанія ячменнаго зерна и появленія всходовъ, молодое растеніе живетъ на счетъ веществъ, заключающихся въ зернѣ. Когда эти вещества будутъ израсходованы, растеніе начинаетъ искать пищи въ воздухѣ и почвѣ. Изъ воздуха оно получаетъ угольную кислоту, изъ почвы все остальное. Если въ почвѣ недостаегъ азота или если растворимаго азота въ почвѣ *мало*, то растеніе развивается лишь до тѣхъ поръ, пока азотъ не будетъ израсходованъ. Затѣмъ, когда питаніе растенія и новообразование органическаго вещества станеть невозможнымъ, растеніе образуетъ необходимыя для дальнѣйшаго развитія органы (корневыя мочки, листья, стебли, цвѣты, наконецъ, и плоды) на счетъ вещества болѣе *старыхъ* органовъ, изъ листьевъ и корней, образовавшихся въ предшествующія стадіи развитія. Подобно тому, какъ ростокъ живетъ на счетъ сѣмени, такъ и растеніе, голодающее отъ недостатка азота, живетъ на счетъ ранѣе образованныхъ листьевъ и корней, чтобы какъ нибудь пройти всѣ, назначенныя ему природой стадіи развитія и дотянуть до созрѣванія сѣмянъ.

Если почва, въ которой развивалось растеніе, совсѣмъ не содержитъ азота, то въ полученномъ урожаѣ будетъ азота лишь столько ¹⁾, сколько его было во взятомъ сѣмени. Но если въ почвѣ было *немного* растворимаго азота, то въ собранномъ урожаѣ будетъ заключаться азота столько, сколько было въ сѣмени и почвѣ, взятыхъ вмѣстѣ, потому что другаго источника азота, кромѣ почвы, для ячменя не существуетъ.

2. Когда прорастаетъ *горохъ* и развивается въ растеніе, то первоначально присходитъ то же самое, что мы говорили о развитіи ячменя. Различія въ законахъ питанія азотомъ ячменя и гороха не существуетъ. Что сказано о ячменѣ, справедливо и для гороха. И горохъ, израсходовавъ запасъ питательныхъ веществъ сѣмени, начинаетъ отыскивать самъ азота въ почвѣ, а если его здѣсь нѣтъ, онъ начинаетъ блѣднѣть, голодать, развиваясь нисколько не лучше ячменя.

3. *Горохъ*, голодающій отъ недостатка азота, обладаетъ, однако, способностью иступать съ нѣкоторыми микроскопически малыми организмами культурной почвы въ *союзъ*, извѣстный подъ названіемъ «симбіоза». Признакомъ такого симбіоза служатъ бородавчатые на-

¹⁾ Строго говоря, *меньше*, но объ этомъ послѣ.

росты на корняхъ гороха, т. н. *клубеньки*, *благодаря появлению которыхъ*, свободный (химически не связанный) азотъ атмосфернаго воздуха начинаетъ принимать участіе въ процессѣ питанія гороха.

Горохъ, слѣдовательно, поглощаетъ и перерабатываетъ свободный азотъ воздуха не самъ по себѣ, а только при содѣйствіи особаго рода микроорганизмовъ почвы. Разъ ихъ нѣтъ, горохъ питается азотомъ точно также, какъ и ячмень.

4. Участіе атмосфернаго азота въ питаніи культурныхъ растений при содѣйствіи микроорганизмовъ происходитъ — сколько извѣстно до сихъ поръ — только у гороха и другихъ бобовыхъ. Ячмень и другіе злаки этимъ источникомъ азота пользоваться не могутъ.

Я не могу здѣсь останавливаться подробнѣе на опытахъ Гельригеля и на частныхъ выводахъ изъ полученныхъ имъ результатовъ ¹⁾. Я только желалъ выяснитъ исходную точку для дальнѣйшаго изложенія. Надѣюсь, что меня поймутъ, если я буду далѣе, ради краткости, говорить о «*способностяхъ*» бобовыхъ «поглощать атмосферный азотъ». Что подъ этимъ слѣдуетъ подразумѣвать, я вкратцѣ указалъ, а теперь перехожу къ другому вопросу.

2. Всѣ ли бобовыя и исключительно ли только бобовыя обладаютъ способностью поглощать и перерабатывать атмосферный азотъ?

Гельригель пользовался для своихъ опытовъ горохомъ, люпинами, сераделлой, съ одной стороны, и овсомъ, ячменемъ, гречихой, съ другой. Поэтому, чтобы рѣшить чрезвычайно важный вопросъ, *всѣ ли бобовыя и исключительно ли только бобовыя* обладаютъ способностью поглощать атмосферный азотъ, необходимо было распространить опыты на различные виды клевера, на бобы, вику, чину, люцерну, рожь, пшеницу, ленъ, горчицу, рапсъ, шпегель, табакъ, свекловицу, картофель, морковь и др.

Вмѣстѣ съ тѣмъ мнѣ казалось полезнымъ повторить опыты Гельригеля, пользовавшагося вполнѣ индифферентнымъ, лишеннымъ организмовъ, кварцевымъ пескомъ, на обыкновенной почвѣ, богатой всевозможными организмами. Я желалъ этимъ путемъ получить отвѣтъ на слѣдующіе вопросы:

1. Всѣ-ли, безъ исключенія, бобовыя даютъ и на обыкновенной,

¹⁾ Работы Гельригеля напечатаны въ прибавленіи къ Zeitschrift des Vereins Rübenzucker-Industrie des D. R., November 1888.

бѣдной азотомъ, почвѣ гораздо больше азота въ урожаѣ, чѣмъ у не-бобовыхъ растеній, выросшія при тѣхъ же условіяхъ?

2. Окажутся-ли и при культурахъ на обыкновенной почвѣ, что у *не-бобовыхъ* будетъ увеличеніе урожая въ идти параллельно увеличенію количества удобренія азотомъ и что у бобовыхъ такого увеличенія или совсѣмъ не будетъ, или оно будетъ неправильное, непостоянное.

3. Всѣ ли бобовыя и небобовыя, взятые для опытовъ, обнаружатъ различія указанныя въ пп. 1 и 2.

Перехожу теперь къ результатамъ опытовъ, предпринятыхъ мною для рѣшенія этихъ вопросовъ, на различныхъ почвахъ, въ различные годы, частью въ сосудахъ, частью на участкахъ. Прежде всего останавлиюсь на опытахъ по вопросу 1.

Чтобы не нарушать наглядности текста, я помѣщу здѣсь лишь результаты, отвѣчающіе на поставленный нами вопросъ, то есть, приведу числа показывающія, сколько при прочихъ равныхъ условіяхъ, различные растенія дали урожая и азота.

Числа въ нашей таблицѣ среднія изъ 3, 4 или 6 параллельныхъ опытовъ на почвѣ, не удобренной азотомъ.

	Культурныя растенія.	Урожай получено.
15-ый рядъ опытовъ 1886 г. Изветковистый суглинокъ. Опыты производились въ горшкахъ.	ячмень	15,1 граммъ.
	пшеница	21,5 »
	ленъ	22,6 »
	вика	105,7 »
	горохъ	145,9 »
	пунцовый клеверъ	72,1 »
	люцерна	152,4 »
	торица (шпергель)	17,9 »

Въ полученномъ урожаѣ заключалось азота.

Граммъ.

27-ой рядъ опытовъ 1887 г. Прокаленный песокъ. Опыты въ горшкахъ.	рожь	0,263
	рапсъ	0,183
	горохъ	1,896
7-ой рядъ опытовъ 1887 г. Суглинокъ. Опыты на участкахъ почвы.	рожь	1,849
	пшеница	1,343
	ячмень	1,145
	овесъ	0,529
	рапсъ	0,347
	горчица	1,182
	ленъ	0,930
	табакъ	0,709
	морковь	1,729



Въ полученномъ урожаѣ
 заключалось азота.
 Грамм.

Рядъ опытовъ 34-ый а 1888 г. Суглинокъ. Опыты на участкахъ почвы.	фасоль	9,997	
	руссіе бобы	13,132	
	овесъ	1,250	
	ячмень	1,156	
	пшеница	1,518	
	табакъ	1,577	
	чина лѣсная (Lathyrus silvestris)	5,820	
	(Первый годъ развитія).		
	картофель	2,256	
	морковь	2,042	
	овесъ	0,905	
	ячмень	0,840	
	картофель	2,900	
	свекловица	3,266	
	чина лѣсная (второй годъ развитія).	12,03	
Рядъ опытовъ 41-ый а 1888 г. Суглинокъ. Опыты въ горшкахъ.	овесъ	0,101	
	пшеница	1,132	
	рожь	0,111	
	ячмень	0,079	
	рапсъ	0,038	
	картофель	0,417	
	морковь	0,143	
Рядъ опытовъ 4-ый 1885 г. Песчаная почва, богатая из- вестью; опыты на участкахъ.	} На зел. удобр.	вика	5,87
		горохъ	8,03
		овесъ	0,75
1886 г.; продолженіе на тѣхъ же участкахъ, по снятіи яровой ржи, бывшей главнымъ растен.	} На зел. удобр.	вика	14,71
		горохъ	9,37
		горчица и гречиха	1,85
1887 г.; продолженіе на тѣхъ же участкахъ, по снятіи бѣлой горчицы, бывшей главнымъ раст.	} На зел. удобр.	вика	10,27
		горохъ	18,10
		горчица	1,60
1888 г.; продолженіе на тѣхъ же участкахъ, по снятіи овса, бывшаго главн. растеніемъ.	} На зел. удобр.	вика	6,12
		горохъ	6,04
		гречиха	0,40
Рядъ опытовъ 42-ой; 1888 г. Песчаная почвы. Опыты въ горшкахъ.	} На зел. удобр.	гречиха	0,270
		бѣлая горчица	0,123
		сераделла	0,914
		люпины	2,077
		горохъ	3,087
		вика	2,641

Эти результаты едва-ли требуютъ еще какихъ-либо объясненій. Достаточно одного взгляда на таблицу, чтобы убѣдиться въ громад-

ной разницѣ, существующей между бобовыми и небобовыми, такъ какъ, *при прочихъ равныхъ условіяхъ культуры*, тѣ и другія дали совершенно различныя количества азота. Бобовыя (вика, горохъ, клеверъ, люпина, фасоль, бобы, чина) дали, всё *безъ исключенія*, въ четыре, шесть и десять разъ больше азота, чѣмъ небобовыя (ячмень, овесъ, пшеница, рожь, горчица, рапсъ, гречиха, ленъ, табакъ, морковь, свекловица, картофель). Въ опытахъ культуры 7 различныхъ бобовыхъ и 12 различныхъ небобовыхъ, частью въ горшкахъ, частью на участкахъ, причѣмъ почвою служила обыкновенная полевая земля, мы получили, такимъ образомъ, во всѣхъ, безъ исключенія, случаяхъ такіе же результаты, какіе Гелльригелъ получилъ при опытахъ съ прокаленнымъ, почти совершенно не содержащимъ азота, пескомъ. Мы можемъ, основываясь на такомъ результатѣ опытовъ, отвѣтить безусловно утвердительно на поставленный выше вопросъ о различіяхъ въ питаніи азотомъ бобовыхъ и небобовыхъ. На обыкновенной полевой землѣ бобовыя точно также даютъ больше азота въ урожаѣ, чѣмъ небобовыя, развивавшіяся при одинаковыхъ условіяхъ.

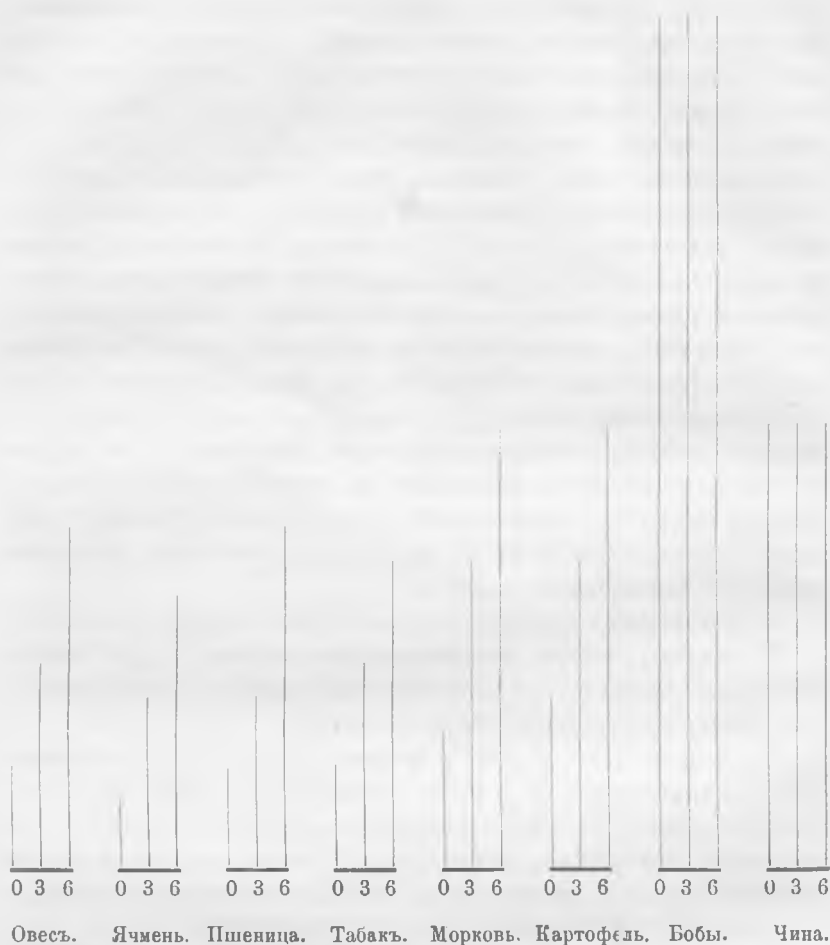
О дальнѣйшихъ выводахъ изъ нашей таблицы рѣчь будетъ ниже.

Я перехожу теперь къ разсмотрѣнію вопроса 2. Для этого я сопоставлю, пользуясь результатами ряда опытовъ 34-го а, урожаи, полученные при *усилении удобренія азотомъ*.

Для большей наглядности, я помѣщаю здѣсь, вмѣсто числовыхъ таблицъ, графическое изображеніе результатовъ опыта. Высота линий, выведенная изъ 3—4 параллельныхъ опытовъ, указываетъ на количество полученнаго азота, причѣмъ каждый миллиметръ высоты соотвѣтствуетъ 0,1 грамма азота. Числа подъ линиями указываютъ, въ граммахъ, на количество азотистаго удобренія.

Чертежъ говоритъ вполне ясно, что урожай небобовыхъ увеличивался вмѣстѣ съ увеличеніемъ количества удобренія, чего при удобреніи бобовыхъ *не* наблюдается. Другіе опыты (ряды 1, 27, 34b, 2, 14, 13, 6, 7, 12, 17, 41a, 41b, 40, 6b, 9a, 9b, 10a, 10b, 10c, 29, 30a, 31a и 31b) показали, что удобреніе азотомъ *бобовыхъ* производить на урожай весьма непостоянное дѣйствіе; то повышенія урожая совершенно не было, то такое повышеніе вызывалось только болѣе слабымъ удобреніемъ ¹⁾.

¹⁾ О дальнѣйшихъ выводахъ будетъ рѣчь ниже.



Такимъ образомъ на вопросъ 2-ой: окажется ли и при культурахъ на обыкновенной полевой землѣ, что у не бобовыхъ увеличеніе урожаевъ будетъ почти пропорціонально усиленію удобрения, и что у бобовыхъ такого увеличенія или совсѣмъ не будетъ или оно будетъ неправильное, непостоянное? — мы должны дать утвердительный отвѣтъ. Поэтому, и на вопросъ, поставленный у насъ въ началѣ настоящей рубрики, мы должны отвѣтить:

Изъ 7 различныхъ бобовыхъ и 12 различныхъ небобовыхъ, служившихъ для нашихъ опытовъ, всѣ, безъ исключенія, бобовыя показали, что они могутъ пользоваться гораздо болѣе обильнымъ источникомъ азота (по Гелльригелю, свободнымъ азотомъ

воздуха), чѣмъ всѣ небобовыя. Ни разу не было констатировано исключенія изъ правила, гласящаго:

Всѣ бобовыя и только бобовыя обладаютъ способностью пользоваться, какъ источникомъ азота, атмосфернымъ воздухомъ.

Перехожу къ слѣдующему вопросу.

Изъ какого источника скорѣе всего черпаютъ бобовыя азотъ: изъ почвы, т. е. изъ солей азота, или изъ атмосфернаго воздуха?

Въ «Journal für Landwirthschaft» нѣсколько лѣтъ тому назадъ появилась статья о «теоріи удобренія». Въ этой статьѣ (годъ 1884, стр. 71) говорится:

«Опытами П. Вагнера было уже съ достаточною убѣдительностью доказано, что потребности растенія въ питательныхъ веществахъ удобренія зависятъ прежде всего отъ специфическихъ особенностей растенія въ *ассимиляции* питательныхъ веществъ. Такъ, напр., *горохъ оказался неспособнымъ* (или мало способнымъ) *черпать азотъ изъ удобренія*, удобреніе азотомъ почти совершенно не вліяетъ на горохъ, тогда какъ ячмень обнаружилъ способность черпать изъ удобренія все потребное ему количество азота».

Эти слова, послужившія поводомъ къ появленію въ сельскохозяйственной литературѣ статей сбивчиваго содержанія, заключаютъ въ себѣ ошибку. Я нигдѣ не говорилъ, будто горохъ *неспособенъ* поглощать и ассимилировать внесенное въ почву азотистое удобреніе, я только показалъ, что, въ противоположность ячменю, горохъ можетъ обходиться и безъ селитры, потому что онъ обладаетъ способностью «черпать азотъ изъ источника, недоступнаго для хлѣбныхъ злаковъ». Если ячмень и горохъ растутъ на почвѣ, бѣдной азотомъ, а горохъ даетъ максимальный урожай, безъ удобренія селитрой, тогда какъ ячмень надо предварительно удобрить селитрой, чтобы получить максимальный же урожай, то отсюда еще не слѣдуетъ, будто горохъ «неспособенъ» пользоваться селитрой, а слѣдуетъ лишь, что онъ не нуждается въ селитрѣ, для доставленія урожая, вообще возможнаго при данныхъ условіяхъ. Горохъ имѣетъ въ своемъ распоряженіи другой источникъ азота, которымъ онъ можетъ пользоваться, если нѣтъ селитры, такъ что въ большинствѣ случаевъ совершенно безразлично, удобрять горохъ селитрой или нѣтъ. Чтобы бобовыя были *неспособны* поглощать и перерабатывать азотъ изъ селитры, и чтобы это доказывалъ я, совершенно невѣрно. Бобовыя очень энергично поглощаютъ селитру, даже слишкомъ энергично, ибо извѣстно, что какъ разъ *бобовыя* скорѣе страдаютъ отъ сильныхъ дозъ селитры, чѣмъ злаки и другія небобовыя.

Если горохъ удобрять постепенно увеличивающимися количествами селитры, то слабое удобреніе оказываетъ съ самаго начала до конца хорошее вліяніе, тогда какъ отъ очень сильнаго удобренія горохъ окрашивается, правда, въ густой зеленый цвѣтъ, но на долго задерживается въ развитіи.

На злаки-же сильное удобреніе селитрой или совсѣмъ не оказываетъ, при тѣхъ же условіяхъ, вреднаго вліянія, или же оказываетъ, но въ гораздо меньшей степени.

Безусловно вѣрно, что бобовыя точно также поглощаютъ и перерабатываютъ растворимый азотъ почвъ, какъ и всѣ другія растенія. Они поглощаютъ его даже скорѣе, чѣмъ азотъ воздуха. Если на очень бѣдой азотомъ почвѣ культивировать люцерну или вику (у нихъ это обнаруживается особенно рѣзко) и удобрять почву все увеличивающимися количествами солей азота, то во всѣхъ случаяхъ можно будетъ видѣть, что временное голоданіе отъ недостатка азота наступаетъ раньше у удобренныхъ слабо, у растеній же, удобренныхъ сильнѣе, гораздо позже, т. е. во всѣхъ случаяхъ лишь тогда, когда внесенный въ почву азотъ будетъ *израсходованъ*. Пока въ почвѣ еще есть азотъ, бобовыя берутъ его изъ почвы, и только тогда, когда запасъ его будетъ здѣсь истощенъ, они начинаютъ черпать азотъ изъ атмосферы. Послѣ уборки бобовыхъ, сравнительно сильно удобренныхъ селитрой и амміакомъ, мы промывали почву водою, выпаривали воду, а остатокъ подвергали изслѣдованію на азотную кислоту и амміакъ; при этомъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ мы совсѣмъ не находили азота, а въ другихъ находили лишь слѣды азотной кислоты, но ни разу количество растворимаго въ водѣ азота не было на столько велико, чтобы допускать количественное опредѣленіе. Бобовыя, такимъ образомъ, до-чиста расходовали азотъ почвы,—фактъ, какъ мы увидимъ ниже, имѣющій большое практическое значеніе въ тѣхъ случаяхъ, когда идетъ рѣчь объ обогащеніи почвы азотомъ путемъ культуры растеній, дающихъ зеленое удобреніе.

Если-же считать несомнѣннымъ, что бобовыя легче поглощаютъ азотъ изъ вносимаго въ почву удобренія, чѣмъ изъ воздуха, то спрашивается:

4. Рационально ли удобрять бобовыя солями азота?

Если, какъ мы видѣли выше, дароваго источника азота въ атмосферномъ воздухѣ достаточно для полученія максимальнаго урожая бобовыхъ, то, казалось бы, будетъ совершенно нераціонально удобрять азотомъ горохъ, вику, клеверъ, люцерну, эспар-

цетъ и т. д., такъ какъ удобреніе солями азота обходится дорого, а азотъ воздуха не стоитъ ничего.

Приведенные выше результаты опытовъ показываютъ, что иногда удобреніе азотомъ нѣсколько повышаетъ урожай бобовыхъ, но повышение бываетъ обыкновенно на столько ничтожно, не обнаруживая притомъ никакого постоянства, что едва-ли кто рѣшится, основываясь на этихъ результатахъ, удобрять бобовыя азотомъ.

Тѣмъ не менѣе, въ прежнихъ моихъ работахъ я дѣлалъ *оговорку*, давая совѣтъ *не* удобрять бобовыя азотомъ. Я говорилъ: «*При нормальныхъ условіяхъ культуры нерационально удобрять бобовыя азотомъ*».

Ипачитъ, могутъ быть ненормальныя условія, когда удобрять бобовыя азотомъ рационально? Да, такія условія могутъ встрѣтиться въ практикѣ, хотя, вѣроятно, очень рѣдко. Ниже я это разясняю.

Укажу на приведенное выше описаніе развитія бобовыхъ въ бѣдномъ азотомъ пескѣ. Если этотъ песокъ не удобрять, то очень скоро обнаруживаются явственные признаки голоданія отъ недостатка азота, которые черезъ нѣсколько времени снова исчезаютъ. Но если песокъ нѣсколько удобрить азотомъ, то голоданіе наступаетъ позднѣе, когда растенія успѣютъ уже окрѣпнуть и будутъ въ состояніи успѣшнѣе вести борьбу за существованіе. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ голоданіе, переходъ отъ питанія почвеннымъ азотомъ къ питанію азотомъ изъ воздуха, проявляются менѣе рѣзко, чѣмъ при развитіи растенія въ почвѣ, не содержащей азота или содержащей его очень немного. Это обстоятельство имѣетъ большое практическое значеніе, потому что весьма *опасно* подвергать растеніе голоданію, хотя — какъ это показали наши опыты — горохъ, вика, клеверъ и т. д. и обладаютъ способностью, не получая азота изъ почвы, переходить, нѣкоторое время голодая, къ питанію на счетъ атмосфернаго азота. При такомъ голоданіи много растеньицъ погибаетъ. Для борьбы съ врагами они оказываются недостаточно окрѣпшими; они поражаются грибными болѣзнями, засыхаютъ, не успѣвъ достаточно укорениться; кромѣ того, они могутъ ослабѣть и погибнуть прямо отъ недостатка азота. На очень бѣдныхъ азотомъ, сильно истощенныхъ почвахъ можетъ быть, слѣдовательно, выгоднымъ удобрять азотомъ и бобовыя, но дача удобренія, приуроченная къ самымъ первымъ стадіямъ развитія растенія, должна быть невелика.

Въ подтвержденіе сказаннаго приведу здѣсь результаты нѣсколькихъ опытовъ

1) Въ рядѣ опытовъ 1 мы получили, культивируя вику въ бѣдномъ азотомъ пескѣ, слѣдующіе результаты:

Безъ удобренія азотомъ, получено	40,2	гр. ур. при	1,65	гр. азота					
При удобр. 0,25 гр. азота	»	65,1	»	»	»	2,77	»	»	
» » 0,5 » »	»	61,5	»	»	»	2,51	»	»	

Удобрение 0,25 гр. азота здѣсь, такимъ образомъ, повысило урожай, давъ вмѣстѣ съ тѣмъ излишекъ азота въ 0,87 гр., какъ видно изъ слѣдующаго разсчета:

При удобреніи 0,25 гр. азота, получено.	2,77	гр. азот.
Безъ удобренія — » » »	1,65	» »
Остается излишекъ.	1,12	» »
Отсюда долой 0,25 гр., внесенныхъ съ удобреніемъ,	0,25	» »
Получается <i>излишекъ</i> .	0,87	гр. азот.

Удобрение селитрой заставило вику усиленнѣе поглощать атмосферный азотъ. При этомъ максимальный урожай полученъ уже съ болѣе *слабымъ* удобреніемъ (0,25 гр.), такъ что болѣе сильное удобрение уже не было въ состояніи еще увеличить урожай азота.

2) Опыты на известковистомъ суглинкѣ (рядъ 15) также показываютъ, что уже очень слабое удобрение азотомъ (всего 0,098 гр. на горшокъ) способствовало болѣе равномѣрному развитію вики, значительно повысивъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, ея урожай.

Безъ удобрения азотомъ получено, въ среднемъ, 105,7 гр. урожая, при удобреніи же 0,098 гр. азота—148,6 гр., причемъ болѣе сильное удобрение и здѣсь не было въ состояніи еще повысить урожай. То же самое можно сказать о пунцовомъ клеверѣ (рядъ 15). Получено:

безъ удобрения,	72,1	гр. урожая,
при удобреніи 0,098 гр. азота	87,2	» »
» » 0,172 » »	89,1	» »
» » 0,246 » »	85,9	» »

И здѣсь, слѣдовательно, болѣе сильная доза азота уже не могла еще болѣе увеличить урожая.

3. Я позволю себѣ привести еще опыты культуры гороха въ пескѣ (рядъ 27). Мы получили:

безъ удобрения	1,896	гр. азота,
при удобреніи 0,5 гр. азота	2,672	» »
» » 0,75 » »	2,416	» »
» » 1,0 » »	2,41	» »

И этотъ результатъ, такимъ образомъ, подтверждаетъ сказанное.

Само собою разумѣется, при условіяхъ, къ которымъ относится числа пунктовъ 1, 2 и 3, удобреніе азотомъ злаковъ и другихъ небобовыхъ оказывалось вполне дѣйствительнымъ, данное же количество его еще не было въ состояніи вызвать *максимальный урожай* этихъ растений.

Приведенные примѣры, полагаю, съ достаточною ясностью показываютъ, что на практикѣ могутъ встрѣтиться случаи, въ которыхъ удобреніе *бобовыхъ* небольшимъ количествомъ селитры или амміачныхъ солей будетъ вполне рационально. Удобреніе это должно быть, впрочемъ, очень невелико, около 1 центнера чилийской селитры на гектаръ или еще менѣе; цѣль дачи такого удобренія заключается только въ быстромъ укрѣпленіи молодыхъ растеньицъ, въ содѣйствіи быстрому росту ихъ, такъ чтобы они скорѣе пережили критическую стадію развитія и успѣли благополучно перейти отъ питанія почвеннымъ азотомъ къ питанію азотомъ атмосфернымъ.

Задача хозяина—опредѣлить въ каждомъ частномъ случаѣ, если нужно, то и путемъ опыта — имѣетъ ли онъ дѣло съ почвой, на столько бѣдной азотомъ или на столько истощенной, что даже удобреніе азотомъ бобовыхъ можетъ оказаться выгоднымъ.

Мнѣнія практиковъ объ удобреніи бобовыхъ селитрой весьма различны. То хвалятъ дѣйствіе удобренія, то говорятъ, что селитра не оказала никакого дѣйствія. Объясненіе противорѣчивости мнѣній объ этомъ вопросѣ не должно, послѣ сказаннаго, представлять затрудненій. Вполнѣ естественно, что результатъ удобренія бобовыхъ селитрой не можетъ быть постояннымъ, сильно колеблется въ зависимости отъ ближайшихъ условій. Если почва не истощена и всѣ остальные условія произростанія растений нормальны, то удобреніе азотомъ совсѣмъ или почти совсѣмъ не окажетъ дѣйствія на бобовыя; во всякомъ же случаѣ такое удобреніе будетъ *невыгоднымъ*. Но если почва бѣдна и развитію бобовыхъ препятствуютъ еще другія неблагоприятныя условія, то вліяніе удобренія азотомъ должно быть весьма замѣтно. Тогда остается только опредѣлить, продолжится ли дѣйствіе удобренія до конца періода произростанія—оно обыкновенно скоро проходитъ, что, послѣ сказаннаго выше, объяснить не трудно—и достаточно-ли оно велико, чтобы быть выгоднымъ.

Основываясь на данныхъ опытовъ я по-прежнему убѣжденъ, что удобреніе бобовыхъ солями азота можетъ быть выгоднымъ лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

5. Что мы должны имѣть въ виду при удобреніи культурныхъ растений азотомъ?

Поставить такой вопросъ насъ заставляетъ сказанное въ предшествующей главѣ. Отвѣтъ на него я даю слѣдующій.

При удобреніи культурныхъ растений азотомъ надо имѣть въ виду двѣ, существенно отличающіяся другъ отъ друга, цѣли, но въ каждомъ данномъ случаѣ мы будемъ стремиться достигнуть то обѣихъ, то лишь одной изъ нихъ.

Во-первыхъ, давая молодому растенію обильную и удобоусвояемую пищу, мы стараемся возможно скорѣе довести его до той стадіи развитія, когда оно будетъ въ состояніи успѣшно бороться со всѣми вредными вліяніями и когда начинается весьма интенсивная производительность растенія. Во-вторыхъ, въполнѣ развитому и способному вырабатывать вещество растенію мы даемъ соли азота съ тою цѣлью — строго отличающеюся отъ первой — чтобы эти соли послужили ему *сырымъ матеріаломъ* для образованія продуктовъ урожая. Первую цѣль можно сравнить съ постройкой машины, а вторую — со снабженіемъ машины сырымъ матеріаломъ.

При удобреніи *бобовыхъ*, т. е. гороха, вики бобовъ, клевера и т. д. важна только первая цѣль; надо заботиться только о возможно быстрой и совершенной постройкѣ «машины», производительнаго растенія, а для этого, если окажется надобность, можно прибѣгать и къ солямъ азота. Питать сырымъ азотистымъ матеріаломъ уже готовую, работающую машину, нѣтъ надобности, потому что бобовыя черпаютъ, даже при самой усиленной работѣ, азотъ изъ запаса его въ атмосферномъ воздухѣ.

Напротивъ, при удобреніи небобовыхъ, т. е. злаковъ, картофеля, свеклы, рапса, льна и т. д., обыкновенно надо имѣть въ виду обѣ цѣли. Необходимо, при содѣйствіи солей азота, достигнуть не только быстрого и роскошнаго развитія растеній, но и дать растенію азотистый сырой матеріалъ. Но и здѣсь могутъ быть случаи, въ которыхъ значеніе имѣетъ лишь одна изъ этихъ цѣлей.

Когда дѣло идетъ объ укрѣпленіи озими весною, о возбужденіи усиленнаго развитія растеній, плохо взшедшихъ, пострадавшихъ отъ наскочныхъ, отъ неблагоприятной погоды и т. д., то поверхностное удобреніе селитрой оказываетъ, какъ извѣстно, прекрасное дѣйствіе.

Средство это можетъ быть, однако, примѣнено съ успѣхомъ не только на почвахъ бѣдныхъ азотомъ, но иногда и на богатыхъ азотомъ, на почвахъ, азота которыхъ было бы, при нормальныхъ

условіяхъ, вполне достаточно для полученія предѣльнаго урожая. Изъ органическаго азота почвы образуется ежедневно лишь небольшое количество растворимой соли, а гдѣ это количество слишкомъ невелико и не въ состояніи вызвать быстраго развитія растенія, тамъ, чтобы временно усилить питаніе молодаго растенія, можетъ быть въ нѣкоторыхъ случаяхъ выгоднымъ примѣнить удобреніе даже на почвахъ, богатыхъ азотомъ и не требующихъ удобрения въ позднѣйшія стадіи развитія этого растенія.

Точно также можетъ случиться, что, наоборотъ, усиленное развитіе растенія въ первый періодъ его произростанія, напр., чрезмѣрная кустистость у хлѣбныхъ злаковъ — окажется пожелательнымъ и что главное вниманіе будетъ обращено на дальнѣйшія стадіи развитія, на образованіе плода. Объ этомъ рѣчь будетъ ниже.

Итакъ, повышеніе урожая въ азотистаго удобрения достигается:

1) когда ускоряются первыя стадіи развитія растенія примѣненіемъ растворимаго азота;

2) когда уже достаточно развитое растеніе получить сырой матеріалъ для образованія обильнаго урожая;

3) когда одновременно ускоряется развитіе молодаго растенія и уже развитое растеніе получаетъ возможность пользоваться обильнымъ источникомъ сыраго матеріала.

Сельскій хозяинъ долженъ, слѣдовательно, въ каждомъ данномъ случаѣ выяснить цѣль примѣненія азотистаго удобрения, чтобы затѣмъ уже опредѣлить количество удобрения и время внесенія его въ почву. Но спрашивается:

6. Какія растенія болѣе всего нуждаются въ азотистомъ удобреніи?

Менѣе всего требовательны въ этомъ отношеніи, какъ мы видѣли, *бобовыя*, ибо только въ самомъ молодомъ возрастѣ они нуждаются въ растительномъ азотѣ почвы, а позднѣе они получаютъ возможность черпать азотъ изъ неисощимаго запаса его въ атмосферномъ воздухѣ, почему въ это время и нѣтъ надобности вносить въ почву азотъ въ видѣ чилийской селитры, амміачной соли и т. д.

Но иначе относятся къ азоту небобовыя. Эти растенія никогда не приобрѣтаютъ способности черпать азотъ изъ какого-либо инаго источника, кромѣ заключающихся въ почвѣ растворимыхъ соединеній азота.

Злаки, картофель, свекла, рапсъ, горчица, ленъ, табакъ и т. д. болѣе всего, слѣдовательно, нуждаются въ азотѣ. Эти растенія приходится питать азотомъ въ теченіе всего періода ихъ произростанія.

Спрашивается однако:

Всѣ ли эти растенія въ одинаковой степени нуждаются въ азотѣ и нѣтъ ли между ними какихъ-либо различій?

Посмотримъ, что на это можно отвѣтить.

Въ таблицахъ удобрения, составленныхъ Э. Лирке (E. Lierke), показано, что для полученія средняго урожая:

Ячменя,	требуется,	въ кругл. числахъ,	60	кило	азота	на	гектаръ,
Ржи	»	»	60	»	»	»	»
Овса	»	»	70	»	»	»	»
Пшеницы	»	»	80	»	»	»	»
Картофеля	»	»	100	»	»	»	»
Табака	»	»	110	»	»	»	»
Моркови	»	»	130	»	»	»	»

Мы видимъ, такимъ образомъ, что потребность растеній въ азотѣ весьма различна. Одни изъ нихъ требуютъ вдвое меньше азота, чѣмъ другія.

Но спрашивается: выражаютъ ли эти числа указывающія на потребность растеній въ азотѣ, и потребность растеній въ удобреніи азотомъ?

Необходимо ли, напр., удобрять морковь, требующую не менѣе 130 кило азота, вдвое большимъ количествомъ азота, чѣмъ ячмень, выросшій на томъ же полѣ, но довольствующійся всего 60 кило? Полагаю, что намъ ничего другаго не остается, какъ дать на этотъ вопросъ утвердительный отвѣтъ. Въ самомъ дѣлѣ, если атмосферный воздухъ одинаково недоступенъ для ячменя и моркови, такъ что оба растенія должны довольствоваться азотомъ почвы, изъ которой они могутъ получать только растворимый азотъ, то морковь мы должны удобрить вдвое большимъ количествомъ азота, чѣмъ ячмень, иначе мы не получили бы, при прочихъ равныхъ условіяхъ, средняго урожая. Тѣмъ не менѣе, рассмотримъ ближе этотъ, столь важный въ практическомъ отношеніи, вопросъ.

Приведу слѣдующія числа, выведенныя изъ нашихъ опытовъ.

На почвахъ, не удобренныхъ азотомъ, получено:

Рядъ опытовъ 6-й опыты на участкахъ почвы 1887	овса	267	гр. сух.,	зещ. съ	2,844	гр. аз.
	картофеля .	414,2	»	»	»	3,891
	свекловицы	681,8	»	»	»	7,262
	ржи	204,3	»	»	»	1,848
Рядъ опытовъ 7-й опыты на участкахъ 1887	пшеницы .	139,8	»	»	»	1,343
	овса	109,6	»	»	»	1,145
	рапса . . .	28,3	»	»	»	0,347
	горчицы .	69,7	»	»	»	1,182
	льна	85,5	»	»	»	0,930
	табака . . .	66,9	»	»	»	0,709
	моркови . .	246,6	»	»	»	1,729

Рядъ опытовъ 12-й опыты въ горшкахъ 1887	овса	205,1	гр. сух., вещ. съ	1,429	гр. аз.
	рапса	90,4	» » » »	1,076	» »
	ржи	187,8	» » » »	1,114	» »
	льна	171,9	» » » »	1,694	» »
Рядъ опытовъ 34 а опыты на участкахъ 1888	овса	156,6	» » » »	1,256	» »
	ячменя . . .	125,4	» » » »	1,156	» »
	пшеницы . .	157,0	» » » »	1,518	» »
	табака . . .	97,2	» » » »	1,577	» »
Рядъ опытовъ 34 в. опыты на участкахъ 1889	картофеля .	220,7	» » » »	2,256	» »
	моркови . .	334,4	» » » »	2,042	» »
	овса	110,6	» » » »	0,905	» »
	ячменя . . .	87,8	» » » »	0,840	» »
	картофеля .	224,2	» » » »	2,900	» »
	свекловицы	245,2	» » » »	3,266	» »

Приведу еще слѣдующіе результаты.

Въ рядахъ опытовъ 10 а, 10 б, 10 с, на почвѣ не удобренной азотомъ, получено *яровой ржи*:

217 гр. сухаго вещества, съ 1,690 гр. азота.

Въ 1888 г. было на тѣхъ же участкахъ получено, также безъ удобренія азотомъ, *яровой пшеницы*

67,8 гр. сухаго вещества, съ 0,705 гр. азота.

Въ 1889 г. тамъ же, безъ удобренія азотомъ, получено моркови

286,4 гр. сухаго вещества, съ 1,809 гр. азота.

Культура ржи въ 1887 г. настолько истощила почву азотомъ, что въ 1888 г. пшеница могла извлечь изъ почвы всего 0,705 гр. азота. Изъ почвы истощенной еще пшеницею, морковь могла въ 1889 г. извлечь, однако, не меньше 1,809 гр. азота.

Полагаю, что эти числа весьма интересны и имѣютъ большое практическое значеніе.

Они показываютъ, что количества азота, поглощаемыя различными культурными растеніями изъ почвы, удобренной азотомъ, могутъ быть, при одинаковыхъ условіяхъ весьма различны, почему и потребность культурныхъ растеній въ азотѣ, т. е. потребность въ *растворимомъ* азотѣ, должна быть различная. Для большей наглядности, я возьму овесъ, ячмень и картофель изъ рядовъ опытовъ 34-а и 34-в и вычислю изъ результатовъ опытовъ относительное среднее.

Если количество азота, извлеченное изъ удобренной почвы ячменемъ принять равнымъ — 100, то при тѣхъ же условіяхъ, овесъ поглотитъ изъ почвы 108, а картофель 258 частей азота.

Овесъ могъ, слѣдовательно, извлечь изъ неудобренной почвы на 8% болѣе азота, чѣмъ ячмень, а *картофель слишкомъ вдвое болѣе овса!*

Чѣмъ это объяснить?

Если бы дѣло шло не объ азотѣ, а о кали или фосфорной кислотѣ, то найти объясненіе было бы нетрудно. Мы могли бы тогда просто сказать, что корень картофеля сильнѣе растворяетъ фосфаты и калийныя соли почвы и легче утилизируетъ трудно растворимыя фосфаты и калийныя соединенія, тогда какъ овесъ обладаетъ этою способностью въ меньшей, а ячмень въ гораздо меньшей степени. Въ данномъ случаѣ такое объясненіе, однако, непримѣнимо. Мы не имѣемъ основаній предполагать, чтобы картофель могъ пользоваться «малорастворимыми» соединеніями азота. Изъ чего же состоятъ эти малорастворимыя соединенія азота въ почвѣ? Изъ гумуса, изъ неразложившихся частей растений, изъ неразложившихся остатковъ хлѣвнаго навоза или другихъ удобрений органическаго происхожденія. Но мы знаемъ, что этихъ органическихъ соединеній не могутъ поглощать ни ячмень, ни картофель; всѣ они должны предварительно подвергнуться процессамъ гніенія и разложенія; прежде чѣмъ заключающійся въ нихъ азотъ послужить питательнымъ матеріаломъ для растений, онъ долженъ перейти въ амміакъ и азотную кислоту. Изъ доступныхъ растенію соединеній азота въ почвѣ имѣются только азотно-кислыя соли и амміакъ, быстро превращающійся въ азотную кислоту.

Но развѣ мы имѣемъ право предполагать, чтобы картофель быстрѣе и полнѣе поглощалъ и лучше использовалъ азотнокислыя соли почвы, чѣмъ ячмень и овесъ? Ни въ какомъ случаѣ. Эти растенія одинаково быстро и совершенно поглощаютъ изъ почвы азотнокислыя соли, перерабатывая ихъ съ одинаковою скоростью въ органическое вещество.

Но какъ-же въ такомъ случаѣ объяснить явленіе? Почему, при совершенно одинаковыхъ условіяхъ, ячмень даетъ въ урожаѣ (въ зернѣ и соломѣ) только 100 гр. азота, а картофель 258 гр. (въ клубняхъ и ботвѣ)?

Полагаю, что дать здѣсь удовлетворительный отвѣтъ не такъ ужъ трудно.

Прежде всего мы не должны забывать, что, имѣя дѣло съ картофелемъ, морковью, свекловицей, забирающими, сравнительно, большее количество азота, мы принимаемъ въ расчетъ не только *надземныя*, но и *подземныя* части. Эти растенія оставляютъ въ почвѣ гораздо

меньше корневыхъ волосковъ, а вмѣстѣ съ ними гораздо меньше азота, чѣмъ зерновые хлѣба. Но этого еще не достаточно, потому что по количеству оставляемаго въ почвѣ азота, между картофелемъ и свеклой, съ одной стороны, и колосовыми хлѣбами, съ другой, совсѣмъ ужъ не такая большая разница, чтобы объяснить разницу въ полученныхъ нами числахъ. Тутъ важно еще одно обстоятельство, какъ покажетъ слѣдующее соображеніе.

Изъ приведенныхъ чиселъ видно, что ячмень поглотилъ изъ удобренной почвы 100 гр. азота, картофель-же, при тѣхъ-же условіяхъ, 258 гр. Но въ какомъ видѣ поглощенъ азотъ картофелемъ? Въ видѣ азотнокислыхъ солей. Но когда почва предоставила въ распоряженіе картофеля эти 258 гр. азота? Уже при посѣвѣ картофеля? Нѣтъ, при посѣвѣ почва заключала всего около 30 гр. азота въ видѣ азотнокислыхъ солей, остальные-же 228 гр. *образовались постепенно въ теченіе 3 или 4 мѣсяцевъ изъ органическихъ соединений почвы*; ежедневно же картофель получалъ только около 2 гр. растворимаго азота.

Представимъ себѣ теперь на томъ-же полѣ ячмень. И здѣсь въ почвѣ заключалось, при посѣвѣ ячменя, 30 гр. растворимаго азота, которыми и могъ пользоваться ячмень; и здѣсь ежедневно образовывались новыхъ 2 гр. азота, но—и это имѣетъ большое практическое значеніе—ячмень не имѣлъ возможности поглощать въ теченіе трехъ или четырехъ мѣсяцевъ ежедневно, образующійся растворимый азотъ. Періодъ произрастанія ячменя гораздо короче, чѣмъ у картофеля: дней для поглощенія постепенно растворяющагося азота онъ имѣлъ вдвое меньше или еще меньше, чѣмъ картофель. Но прошествіи этихъ дней, ему нечего дѣлать съ притекающимъ затѣмъ азотомъ; ячмень его совсѣмъ не трогаетъ или поглощаетъ часть его, *не перерабатывая, однако, въ растительное вещество и не увеличивая урожая* ¹⁾).

Это объясняетъ, почему картофель, при прочихъ равныхъ условіяхъ, поглощаетъ изъ почвы и перерабатываетъ вдвое больше азота, чѣмъ ячмень.

Но посмотримъ, вѣрно-ли такое объясненіе. Если оно вѣрно, то послѣ ячменя почва будетъ богаче *легкорастворимымъ азотомъ*,

¹⁾ Либшеръ (G. Liebscher, Journ. f. Landw., 1887, 35,2, S. 335) указывалъ еще въ 1887 году на возможность объяснить неодинаковую потребность различныхъ растений въ удобреніи—различіями въ ходѣ поглощенія питательныхъ веществъ различными растеніями. Большіе запасы азота у бобовыхъ онъ старался объяснить продолжительностью періода ихъ произрастанія. Какъ мы видѣли, такое объясненіе не совсѣмъ справедливо.

чѣмъ послѣ *картофеля*, почему послѣдующее растеніе должно на ячменномъ полѣ развиваться быстрее, чѣмъ на полѣ картофельномъ. Такъ-ли это?

Отвѣтъ мы находимъ въ рядѣ опытовъ 34 а. По снятіи ячменя, картофеля, моркови, участки были, безъ удобрения, засѣяны бѣлой горчицей, которая снята зеленою въ среднихъ числахъ октября. Собрано было, въ среднемъ,

32,9	гр.	сухого	вещества	на	участкѣ	изъ	подъ	ячменя,
15,9	»	»	»	»	»	»	»	картофеля,
3,1	»	»	»	»	»	»	»	моркови.

Эти результаты вполне подтверждаютъ данное выше объясненіе. Ячмень скорѣ всего утратилъ способность поглощать азотъ, постепенно переходящій въ растворимое состояніе, за нимъ идетъ картофель, а потомъ морковь. Поэтому ячмень менѣе всего истощилъ почву азотомъ, а морковь болѣе всего, такъ что на участкѣ изъ-подъ ячменя горчица дала 33 *гр.* сухого вещества, а на участкѣ изъ-подъ моркови только 3 *гр.*

Приведу еще одинъ примѣръ, подтверждающій сказанное.

Если морковь, произрастающая дольше, лучше утилизируетъ почвенный азотъ, чѣмъ злаки, періодъ произрастанія которыхъ короче, то тоже самое должно быть и съ использованием азота, вносимаго въ почву съ хлѣвнымъ навозомъ, потому что и навозъ не сейчасъ-же даетъ много доступнаго растенію азота, а лишь постепенно переводить нерастворимый органическій азотъ въ растворимыя соли азотной кислоты. Мы вправѣ, поэтому, ожидать, что морковь гораздо лучше злаковъ используетъ и азотъ въ навозѣ.

Такъ оно и есть на самомъ дѣлѣ.

Если степень использования хлѣвнаго навоза злаками, культивированными въ первый годъ по удобрению, принять за 100, то

а) въ рядѣ опытовъ 39

овесъ далъ . . . 100 въ первый годъ

морковь . . . 370 во второй годъ послѣ вторичнаго удобрения

б) въ рядѣ опытовъ 10

рожь: 100 въ первый годъ

пшеница: 132 во второй годъ послѣ вторичнаго удобрения

морковь: 464 въ третій годъ, опять послѣ удобрения.

Такимъ образомъ, морковь (какъ и картофель, свекла и всѣ растенія съ продолжительнымъ періодомъ произрастанія) обладаетъ способностью гораздо лучше утилизировать не только почвенный

азотъ, но и азотъ въ навозѣ (вообще, во всѣхъ трудно разлагающихся соединеніяхъ азота),—фактъ, не безизвѣстный и практикамъ, хотя они и не всегда объясняли его правильно.

Полагаю, мы можемъ теперь дать на поставленный въ заголовкѣ вопросъ слѣдующій отвѣтъ:

Растенія съ сравнительно *короткимъ* періодомъ произрастанія: хлѣбные злаки, рапсъ озимый и яровой, горчица и т. п. отличаются *наибольшею* потребностью въ усвоеномъ почвенномъ азотѣ, значить, въ удобреніи чилийской селитрой, аммиачною солью и быстро разлагающимся ограниченнымъ азотистымъ веществомъ. Растенія же съ болѣе продолжительнымъ періодомъ произрастанія, напр., картофель, свекла, марковь, луговые злаки и т. д., требуютъ *меньшихъ* количествъ *быстро* усвояемаго азота, ибо они успѣютъ воспользоваться *медленнее* разлагающимися соединеніями азота, гумусомъ, хлѣвнымъ навозомъ, костяной мукой. Наконецъ, бобовыя *менѣе* всѣхъ нуждаются въ растворимомъ азотѣ, ибо они отличаются не только сравнительно долгимъ періодомъ развитія, но и *способностью поглощать* азотъ изъ воздуха.

Таблицы Лирке, послужившія намъ исходною точкою при изложеніи настоящей главы, выражаютъ, такимъ образомъ, *валовую* потребность каждаго даннаго растенія въ азотѣ, а не потребность въ удобреніи азотомъ, т. е. не потребность въ азотѣ почвы или удобренія и не относительную потребность въ *удобоусвоеномъ* азотѣ почвы и удобренія.

Поэтому, таблицами Лирке нельзя пользоваться безъ оговорокъ. Но на сколько онѣ намъ могутъ служить при рѣшеніи вопроса о количествѣ удобренія, необходимомъ для того, чтобы получить извѣстное увеличеніе урожая, мы разсмотримъ въ слѣдующей главѣ.

7. Какимъ количествомъ солей азота надо удобрять культурныя растенія, чтобы достигнуть опредѣленнаго повышенія урожая?

Выше мы говорили о культурныхъ растеніяхъ очень нуждающихся въ быстро ассимилируемомъ азотѣ почвы. Нормальная культурная почва, даже наиболѣе богатая гумусомъ и не истощенная, въ большинствѣ случаевъ не удовлетворяетъ подобнымъ требованіямъ растенія. Если она и будетъ богата органическимъ азотомъ, все-же превращеніе этого азота въ соли азотной кислоты идетъ слишкомъ медленно, почему растеніе, особенно въ молодомъ возрастѣ, и не можетъ достаточно быстро развиться и окрѣпнуть. Къ тому-же у насъ нѣтъ средствъ, по крайней мѣрѣ, средствъ дѣйствующихъ до-

статочно энергично, чтобы ускорить разложеніе органическихъ веществъ въ почвѣ.

Мы вынуждены, поэтому, прибѣгать къ быстро усвояемымъ соединеніямъ азота, чтобы удобрять растенія, неимѣющія возможности черпать азотъ изъ воздуха. Первое мѣсто въ числѣ такихъ соединеній занимаетъ *чилійская селитра*. О ней мы и скажемъ прежде всего, чтобы затѣмъ съ селитрой сравнить дѣйствіе сѣрнокислаго аммонія и различныхъ органическихъ удобреній (кровяной муки, роговой муки, мясной муки, костяной муки гуано, шерстяной пыли и т. п.).

Чтобы разъяснить поставленный въ заголовкѣ вопросъ, я возьму одинъ примѣръ.

Положимъ, какойнибудь хозяинъ получаетъ въ среднемъ изъ ряда лѣтъ около 3000 кило зерна пшеницы съ гектара; положимъ, что сосѣдь его, имѣющій больше скота и лучше удобряющій свои поля, получаетъ около 4000 кило. Такъ какъ почвенныя условія въ сосѣднемъ имѣніи одинаковы, почему лучший урожай можно приписать только усиленному удобренію, то первый хозяинъ ставитъ себѣ задачей повысить урожай у себя также до 4000 кило зерна. Положимъ, что фосфорной кислоты и кали было въ почву внесено въ достаточномъ количествѣ, и что не достаетъ только азота. Спрашивается, сколько нужно внести въ почву азота, чтобы повысить урожай зерна съ 3000 до 4000 кило?

Отвѣтъ на этотъ вопросъ не представляетъ затрудненій, потому что намъ здѣсь нѣтъ надобности принимать въ расчетъ неизвѣстный факторъ, «почвенный азотъ». Имѣющееся количество азота и соединенія азота, которые могли бы попасть въ почву съ росой, дождемъ и т. п., даютъ, какъ дознано опытомъ, 3000 кило зерна и соотвѣтствующее количество соломы. Если, слѣдовательно, мы желаемъ повысить урожай на 1000 кило, то растеніе нужно удобрить такимъ количествомъ азота, какое необходимо для полученія 1000 кило зерна съ соотвѣтствующимъ количествомъ соломы.

Разсчетъ тутъ очень простой. Въ таблицахъ Лирке показано, что для полученія 1000 кило пшеницы зерномъ съ соотвѣтствующимъ количествомъ соломы, необходимо 30 кило азота, такъ что пшеницу нужно было бы удобрить 200 кило чилійской селитры, въ которой и заключается около 30 кило азота.

Но такъ ли это? Нѣтъ. А почему? Потому что пшеница не можетъ употребить на образованіе зерна и соломы всѣхъ 30 кило азота, которые мы ей дадимъ въ видѣ чилійской селитры. Если

растеніе должно дать на 1000 кило зерна болѣе, то оно должно образовать и больше *корней*, на что, конечно, должна уйти часть азота.

Мы должны, поэтому, прежде всего спросить:

Сколько изъ каждаго 100 частей внесеннаго въ почву азота расходуетъ пшеница на образованіе урожая и сколько остается въ корняхъ или пропадаетъ съ отваливающимися листьями и пр.?

Этотъ вопросъ — съ чѣмъ, вѣроятно, всѣ согласятся — имѣетъ большое практическое значеніе, потому что на немъ основывается расчетъ о выгодности удобренія азотомъ; надо только удивляться, что — какъ увидимъ ниже — работъ, стремящихся разъяснить вопросъ, имѣется такъ мало, что имѣющіяся работы весьма мало пригодны.

Мы произвели, поэтому, большое число опытовъ въ горшкахъ и на участкахъ почвы. Среднія изъ результатовъ этихъ опытовъ я здѣсь и приведу.

Изъ каждаго 100 частей внесеннаго въ почву азота растенія возвратили въ собранныхъ продуктахъ урожая слѣдующія количества азота.

А. Опыты въ сосудахъ.

1. Рядъ опытовъ 14	{	овесъ	72 частей
		рапсъ	53 »
		горчица	55 »
2. " " 12	{	овесъ	74 »
		рапсъ	59 »
		рожь	66 »
		ленъ	79 »
3. " " 41a	{	овесъ	75 »
		пшеница	60 »
		рожь	55 »
		ячмень	61 »
		рапсъ	50 »
		картофель	90 »
4. " " 41b	{	морковь	86 »
		пшеница	66 »
5. " " 35	{	рожь	58 »
		пшеница	61 »
6. " " 39a и b	{	овесъ	78 »
		морковь	91 »
7. " " 29		рапсъ	64 »
8. " " 42		овесъ	82 »
" " 31a и b		овесъ	76 »

Б. ОПЫТЫ НА УЧАСТКАХЪ.

1. Рядъ опытовъ 34b	{ овесъ 74 частей
	{ ячмень. 67 »
	{ картофель. 80 »
2. » » 13	{ овесъ 69 »
	{ овесъ 70 »
3. » » 3a, b, c	{ » 69 »
	{ » 76 »
	{ яровая рожь. 64 »
4. » » 9a и b	{ ленъ 74 »
	{ овесъ 69 »
5. » » 60	{ ячмень. 65 »
	{ яровая рожь. 61 »
6. » » 10a, b, c	{ яровая пшеница. 53 »
	{ морковь 95 »
7. » » 30	{ яровая пшеница 62 »

В ы в о д ы.

Если принять количество внесеннаго въ почву удобренія равнымъ = 100, то вмѣстѣ съ продуктами урожая получено обратно:

при культурѣ овса 72, 74, 75, 78, 82, 76, 74, 69, 70, 69,

76, 69. Среднее: 74

» яровой ржи 66, 56, 58, 64, 62. Среднее: 61

» яровой пшеницы 60, 66, 61, 53, 62.

Среднее: 60

» ячменя 61, 67, 65. Среднее: 64

» горчицы 55

» рапса 53, 59, 60, 64. Среднее: 57

» льна 79, 74. Среднее: 77

» картофеля 90

» моркови 86, 91, 95. Среднее: 91

Въ круглыхъ числахъ, культурныя растенія израсходовали, такимъ образомъ, на образованіе продуктовъ урожая изъ каждаго 100 частей внесеннаго въ почву азота.

Горчица и рапсъ 55 част.

Ячмень, яр. пшеница и яр. рожь . 60 »

Ленъ и овесъ 75 »

Морковь и картофель. 90 »

Прежде, однако, чѣмъ рѣшить, на сколько эти среднія примѣнимы въ сельскохозяйственной практикѣ, мы должны спросить, совпадаютъ-ли результаты опытовъ въ *сосудахъ* съ результатами опытовъ на *участкахъ*.

Отвѣтъ на этотъ вопросъ дать слѣдующая таблица:

	Среднія изъ результатовъ:	
	Опытовъ въ сосудахъ.	Опытовъ на участкахъ.
Овесъ	76	71
Яров. пшеница . . .	62	58
Яров. рожь	60	63
Ячмень	61	66
Ленъ	79	74
Морковь	89	95
Среднее	71	71

Опыты на участкахъ дали, такимъ образомъ, въ среднемъ тотъ же результатъ, что и опыты въ сосудахъ, что должно быть особенно интересно для тѣхъ, кто высказывалъ мнѣнiе—никогда не давая доказательствъ—будто опыты въ сосудахъ должны привести къ существенно иному результату, чѣмъ опыты на участкахъ, почему первые опыты и не могутъ, будто бы, имѣть значенiя для практики.

Мы должны, далѣе, спросить, почему изъ каждаго 100 частей азота морковь и картофель возвращаютъ съ урожаемъ не менѣе 90 частей, а ячмень, пшеница и рожь только 60 частей? Отвѣтитъ на этотъ вопросъ не трудно. Я уже выше обратилъ вниманiе на то, что послѣ картофеля, моркови и свеклы въ почвѣ остается очень мало корней, а послѣ зерновыхъ хлѣбовъ гораздо больше, почему съ первыми изъ этихъ растений и должно уноситься, сравнительно, болѣе азота, чѣмъ съ хлѣбами. Различiя въ питанiи различныхъ культурныхъ растений не представляютъ, такимъ образомъ, ничего удивительнаго.

Но на наши опыты можно было бы сдѣлать еще одно возраженiе.

Невозможно, что колебанiя въ усвоенiи азота различными культурными растениями объясняются отчасти внесенiемъ въ почву большаго избытка натра, одной изъ составныхъ частей чилийской селитры. Можно подумать, что и натръ не остается безъ влiянiя на растения, изъ которыхъ одно страдаетъ отъ его избытка болѣе другаго, почему и использованiе азота будетъ не вездѣ одинаково. Чтобы разъяснить этотъ вопросъ, мы произвели рядъ сравнительныхъ опытовъ, не примѣняя въ азотистомъ удобренiи натра или вообще какихъ-либо побочныхъ веществъ, а пользуясь исключительно азотнокислымъ аммонiемъ, состоящимъ, какъ извѣстно, только изъ азота и элементовъ воды.

Результаты этихъ опытовъ, въ среднемъ, слѣдующiе:

Изъ каждаго 100 частей внесеннаго въ почву азота растенія вернули въ продуктахъ урожая слѣдующія количества азота:

Рядъ опытовъ 7	рожь	55
	пшеница	60
	ячмень	54
	овесь	62
	рапсъ	41
	горчица	51
	лень	64
Рядъ 8.	морковь	74
	рожь	58
	пшеница	50
	овесь	57
	ячмень	63
Рядъ 34 а.	рапсъ	37
	овесь	56
	ячмень	45
	пшеница	56
Рядъ 3 а, б, с.	морковь	70
	овесь	65
	»	58
	»	67

В ы в о д ы.

Если количество внесеннаго въ почву азота принять за 100, то въ урожаѣ получено обратно:

При культурѣ яров. овса . .	65, 57, 56, 65, 58, 67. Среднее 61.
» » » ржи . .	55, 58. Среднее: 56.
» » » пшен. . .	60, 50, 56. Среднее: 55.
» » » ячменя . .	54, 63, 45. Среднее 54.
» » » горчицы. .	51.
» » » рапса. . .	41, 37. Среднее 39.
» » » льна . .	64.
» » » моркови. .	74, 70. Среднее. 72.

Если эти числа сравнить съ числами, полученными для азотно-кислаго натра, то окажется слѣдующее:

Азотнокислый аммоній былъ *всѣми* растеніями поглощенъ въ нѣсколько меньшемъ количествѣ, чѣмъ чилийская селитра. Причина этого явленія объясняется отчасти тѣмъ, что половина азота была растенію дана въ формѣ амміака, а это соединеніе, какъ увидимъ ниже, утилизируется на 10% менѣе, чѣмъ азотъ селитры. Кромѣ того, азотнокислый аммоній—о чемъ рѣчь еще будетъ ниже—гораздо *подвижнѣе* и изъ почвы легче вымывается дождемъ, чѣмъ

азотъ чилийской селитры. Это обстоятельство объясняетъ также, почему различія въ результатахъ параллельныхъ опытовъ съ азотно-кислымъ аммоніемъ гораздо больше, чѣмъ въ результатахъ опытовъ съ азотнокислымъ натромъ.

Но результаты опытовъ съ азотнокислымъ амміакомъ нисколько, очевидно, не противорѣчаютъ результатамъ опытовъ съ азотнокислымъ натромъ. И здѣсь, какъ и въ прежнихъ опытахъ, морковь болѣе всѣхъ поглощаетъ азота, затѣмъ слѣдуютъ ленъ и овесъ, потомъ ячмень яровая пшеница и яровая рожь, наконецъ, горчица и рапсъ.

Такимъ образомъ, то возраженіе, которое можно было бы сдѣлать на наши среднія, устраняется.

Весьма важно было бы получить сравненіе нашихъ среднихъ со средними, выведенными изъ сельскохозяйственной практики или изъ полевыхъ опытовъ. Къ сожалѣнію, такое сравненіе не вполнѣ возможно, потому что полевыхъ опытовъ, позволяющихъ сдѣлать расчетъ, имѣется очень мало.

Рядъ пригодныхъ для нашей цѣли чиселъ даютъ только ¹⁾ опыты Безелера и Меркера (Beseler und Märcker) ²⁾.

Удобреніе овса чилийской селитрой съ примѣсью и безъ примѣси суперфосфата, показало, что изъ каждаго 100 частей внесеннаго въ почву азота въ урожаѣ получено обратно:

31.1 част.	55.0 част.
45.6 »	56.0 »
47.9 »	56.3 »
50.4 »	57.6 »
53.6 »	59.9 »
54.0 »	75.8 »
	98.3 »

Результаты эти обнаруживаютъ колебанія. Въ большинствѣ случаевъ, повидимому, происходила большая потеря азота отъ дождя. Но если мы вычислимъ среднее изъ четырехъ послѣднихъ опытовъ, то оно вполнѣ совпадетъ со среднимъ, полученнымъ нами.

Основываясь на сказанномъ выше, я убѣжденъ, что полученными нами средними можно пользоваться и въ практикѣ. И такъ, если азотъ не подвергался вымыванію дождемъ,

¹⁾ Чиселъ Лооза и Джильтберта я здѣсь не привожу, такъ какъ они получены при ненормальныхъ условіяхъ.

²⁾ Zeitschrift des landw. Central-Vereins der Provinz Sachsen. 1883.

то изъ каждаго 100 частей, внесеннаго въ почву азота, на образованіе урожая

Картофель, морковь и свекла расходуютъ 90 частей.

Овесь и ленъ » 75 »

Ячмень, яровая рожь и пшеница » 60 »

Рапсъ, горчица » 55 »

Съ этими числами въ рукахъ, мы можемъ, пользуясь таблицами Лирке, вычислить, сколько нужно взять азота или чилийской селитры, чтобы достигнуть опредѣленнаго повышенія урожая.

Разсчетъ тутъ очень простой. Таблицы Лирке говорятъ, что въ 1000 кило зерна и соотвѣтствующемъ количествѣ соломы заключается 30 кило азота; изъ нашихъ же опытовъ видно, что изъ каждаго 100 кило азота пшеница расходуетъ 60 кило на образованіе зерна и соломы. Мы должны, поэтому, для полученія 1000 кило зерна съ соотвѣтствующимъ количествомъ соломы внести въ почву $\left(\frac{100 \cdot 30}{60}\right) = 50$ кило азота (или 320 кило чилийской селитры, содержащей $15\frac{1}{2}\%$ азота);

Сдѣлавъ такой же разсчетъ и для остальныхъ, приведенныхъ выше, культурныхъ растений, мы получимъ слѣдующія числа:

Для образованія

100 к. овса	зерн., съ соотв. кол. соломы,	треб. 3.7 к. азота=	24 к. чил. сел.
100 » пшеницы	» » » » »	» 5,0 » »	=32 » » »
100 » ржи	» » » » »	» 5,0 » »	=32 » » »
100 » ячменя	» » » » »	» 3,9 » »	=25 » » »
100 » рапса	» » » » »	» 8,5 » »	=56 » » »
1000 » картофеля	» » » ботвы	» 4,3 » »	=28 » » »
1000 » свекловицы	» » » листьевъ	» 2,4 » »	=16 » » »
1000 » корм. свеклы	» » » »	» 2,9 » »	=19 » » »
1000 » моркови	» » » »	» 3,0 » »	=19 » » »

Эти же числа показываютъ, далѣе, что каждыя 100 кило чилийской селитры могутъ образовать

300 кило	пшеницы зерномъ,	съ соотвѣтств. количествомъ соломы
300 »	ржи	» » » » »
400 »	ячменя	» » » » »
400 »	овса	» » » » »
180 »	рапса	» » » » »
3600 »	картофеля	» » » ботвы
6400 »	свекловицы	» » » листьевъ
5500 »	кормовой свеклы	» » » »
5300 »	моркови	» » » »

Мы должны перейти теперь къ разсмотрѣнію слѣдующаго вопроса:

средняго въ 400 кило зерна, въ другихъ же зерна собрано меньше, чѣмъ селитра могла бы дать.

Чѣмъ объяснить столь большія колебанія.

При опытахъ, произведенныхъ подъ руководствомъ Меркера, каждые 100 кило чилийской селитры дали 644 и 519 кило зерна, т. е. *гораздо больше*, чѣмъ указываемое нами среднее въ 400 кило. Спрашивается, не лежитъ ли причина этого явленія въ значительной неточности полевыхъ опытовъ; не имѣемъ ли мы здѣсь дѣло лишь съ кажущимся несогласіемъ? Нѣтъ, потому что числа являются средними изъ 4 и 10 опытовъ; мы должны поэтому, считаться съ *фактомъ*, что каждые 100 кило селитры давали, то 500, 600, даже 700 кило зерна, то всего 300, 200 даже всего 100 кило.

Прежде чѣмъ подыскать объясненіе этому явленію, посмотримъ, не было ли и въ нашихъ точныхъ опытахъ подобныхъ же колебаній. Отвѣтъ будетъ ясенъ изъ слѣдующей таблицы:

СРЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИ НАШИХЪ ОПЫТАХЪ ВЪ СОСУДАХЪ И НА УЧАСТКАХЪ.

100 кило чилийской селитры повысили урожай.			Изъ каждаго 100 частей внесеннаго въ почву азота получено обратно въ урожаѣ (зерна и соломѣ) частей:
Овса зерномъ, въ воздушно-сухомъ видѣ. Кило.	Рядъ опытовъ.	Зерно собрано въ сухомъ веществѣ % азота.	
295	} 3а, 3б, 3с. Опыты на участкахъ.	2,49	70
450		2,03	69
558		1,81	76
713	} 9с на участкахъ.	1,39	69
558		1,70	68
868	} 39. а въ сосудахъ	1,23	76
872		1,28	74
946		1,21	83
977	42. въ сосудахъ	1,17	82
713	} 14. въ сосудахъ	1,27	62
760		1,28	78
791		1,27	76

744	13. на участкахъ	1,48	83
698		1,41	64
589		1,43	60
787	12. въ сосудахъ	1,34	74
665		1,50	72
583		1,73	76
868	41. въ сосудахъ	1,23	76
822		1,28	74
925	16. въ сосудахъ	—	—
867		—	—
807		—	—
797		—	—
977	31. в въ сосудахъ	1,12	82
1054		1,10	86
1070		1,12	87
1085		1,12	88
822		—	—
961	18. въ сосудахъ	—	—
977		—	—
1178		—	—
1008		—	—
1023	18. въ сосудахъ	—	—
1287		—	—
1023		—	—
1101		—	—
1302		—	—
1085		—	—
977		—	—

И при нашихъ точныхъ опытахъ оказались, слѣдовательно, подобныя же колебанія. Какъ эти колебанія объяснить, мы увидимъ ниже.

Я приведу сначала результаты нашихъ опытовъ съ другими культурными растениями и сопоставлю съ этими результатами результаты полевыхъ опытовъ ¹⁾.

1. Пшеница.

100 кило чилийской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ, дать 300 кило зерна, съ среднимъ содержаніемъ азота, и съ соответствующимъ количествомъ соломы.

¹⁾ Stutzer, Chilisalpeter. 1886.

А. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХЪ ОПЫТОВЪ.

100 кило чилийской селитры увеличили урожай на:

371	кило	зерна	пшеницы.	Опыты	Ольденбурга	
308	»	»	»	Сред. изъ 7 опытовъ	Меркера	
217	»	»	»	» » 33	»	Лооза и Джильберта
264	»	»	»	» » 5	»	Меркера

Б. Средня изъ нашихъ опытовъ въ сосудахъ и на участкахъ.

100 кило чилийской селитры увеличили урожай пшеницы на:

341	кило	зерна		
388	»	»		
372	»	»		
388	»	»		
388	»	»		Рядъ опытовъ
357	»	»		
310	»	»		35.
310	»	»		
295	»	»		
233	»	»		
496	»	»		
450	»	»		Рядъ опытовъ
543	»	»		41.
527	»	»		
372	»	»		
248	»	»		Рядъ опытовъ
217	»	»		66.
186	»	»		
419	»	»		Рядъ опытовъ
465	»	»		10.
682	»	»		
636	»	»		Рядъ опытовъ
651	»	»		15.
481	»	»		
419	»	»		Рядъ опытовъ
341	»	»		30.
264	»	»		

2. Рожь.

100 кило чилийской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ, дать 300 кило зерна, съ среднимъ содержаніемъ азота, и со-соотвѣтствующее количество соломы.

А. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХЪ ОПЫТОВЪ.

100 кило чилийской селитры повысили урожай на:

330 кило зерна. Среднее изъ 2 опытовъ Биршеля

284 » » Опытъ Шверина

208 » » Среднее изъ 3 опытовъ Генриха

167 » » Опытъ Гольдефлейса

347 » » » » (съ примѣсью фосфатовъ)

Б. СРЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАШИХЪ ОПЫТОВЪ ВЪ СОСУДАХЪ И НА УЧАСТКАХЪ.

100 кило чилийской селитры повысили урожай на:

388	кило	озимой	ржи	}	Рядъ 19
403	»	яровой	»		}
357	»	»	»	}	
496	»	»	»		}
388	»	»	»	}	
518	»	»	»		}
409	»	»	»	}	
391	»	»	»		}
512	»	»	»	}	
481	»	»	»		}
481	»	»	»	}	
465	»	»	»		}
465	»	»	»	}	
450	»	»	»		}

3. Ячмень.

100 кило чилийской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ, дать 400 кило зерна, съ среднимъ содержаніемъ азота, и съ соответствующимъ количествомъ соломы.

А. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХЪ ОПЫТОВЪ.

100 кило чилийской селитры увеличили урожай на:

632 кило зерна. Опытъ Гольдефлейса

492 » » Среднее изъ 16 опытовъ Лооза и Джильберта

447 » » » » 7 » Фелькера.

426 » » » » 4 » Меркера

335 » » » » 33 » Лооза и Джильберта

225 » » » » 7 » Фелькера

220 » » » » Опытъ Гольдефлейса

168 » » » » » Эммерлинга и Логеса

639	кило	зерна.	Среднее изъ 11 опытовъ Меркера (съ прим. фосфат.)
678	»	»	» 2 » » » » »
579	»	»	» 16 » Лооза и Джилберта

В. Среднее изъ результатовъ нашихъ опытовъ въ сосудахъ и на участкахъ.

100 кило чилийской селитры повысили урожай на:

434	кило	зерна	Рядъ опытовъ 60
837	»	»	} Рядъ опытовъ 15
961	»	»	
806	»	»	
457	»	»	} Рядъ опытовъ 41
481	»	»	

4. Морковь.

100 кило чилийской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ, дать 5300 кило моркови съ среднимъ содержаніемъ азота, и съ соотвѣтствующимъ количествомъ ботвы.

Результатовъ полевыхъ опытовъ не имѣется.

Средние результаты нашихъ опытовъ въ сосудахъ и на участкахъ.

100 кило чилийской селитры увеличили урожай на:

7518	кило	моркови	} Рядъ опытовъ 39
6898	»	»	
8169	»	»	
7735	»	»	} Рядъ опытовъ 41
6417	»	»	

5. Картофель.

100 кило чилийской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ, дать 3600 кило картофеля, съ среднимъ содержаніемъ азота, и съ соотвѣтствующимъ количествомъ ботвы.

А. Результаты полевыхъ опытовъ.

100 кило чилийской селитры увеличиваютъ урожай на:

3267	кило	клубней.	Опытъ Ольденбурга
2280	»	»	» Шульце-Луница
1295	»	»	Среднее изъ 11 опытовъ Меркера
1246	»	»	» 12 » »

Б. СРЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАШИХЪ ОПЫТОВЪ ВЪ СОСУДАХЪ И НА УЧАСТКАХЪ.

Каждые 100 кило чилийской селитры увеличиваютъ урожай на:

3100 кило клубней
1814 » »

6 Сахарная свекловица.

100 кило англійской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ дать 6400 кило свекловицы съ среднимъ содержаніемъ азота и съ соотвѣтствующимъ количествомъ листьевъ.

А. Результаты полевыхъ опытовъ.

100 кило чилийской селитры увеличиваютъ урожай на:

4876	кило	свекловицы.	Среднее изъ опытовъ Лооза и Джильберта
4800	»	»	Опытъ Бреймана
5790	»	»	Опытъ Дрекслера
5353	»	»	Среднее изъ 3 опытовъ Лооза и Джильберта
4962	»	»	» » 3 » » »
6600	»	»	Опытъ Меркера
7160	»	»	» »
940	»	»	Среднее изъ 5 опытовъ Меркера
2330	»	»	» » 9 » »
3530	»	»	» » 9 » »
2800	»	»	» < 9 » »
2575	»	»	» » 9 » »
4205	»	»	Опытъ Меркера
8765	»	»	Среди. изъ 5 опыт. Гейне
4993	»	»	» » 3 » Лооза и Джильберта
4374	»	»	» » 3 » » » } при приб. фосфат.

7. Кормовая свекла.

100 кило чилийской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ, дать 5500 кило свеклы съ среднимъ содержаніемъ азота и съ соотвѣтствующимъ количествомъ листьевъ.

А. Результаты полевыхъ опытовъ.

100 кило чилийской селитры увеличили урожай на:

5271	кило	свеклы.	Среднее изъ 9 опыт. Лооза и Джильберта
4056	»	»	» » 9 » » »
6180	»	»	» » 3 » Меркера
5493	»	»	» » 9 » Лооза и Джильберта
4083	»	»	» » 9 » » » } при прибав- къ фосфат.

8. Озимый и яровой рапсъ.

100 кило чилийской селитры могутъ, по нашимъ вычисленіямъ, дать 180 кило рапса въ зернѣ съ среднимъ содержаніемъ азота и съ соотвѣтствующимъ количествомъ соломы.

А. Результаты полевыхъ опытовъ.

100 кило чилийской селитры увеличили урожай на:

201 кило зерна.	Опытъ Рейндерса
364 » » »	Гюцинга
182 » » »	Петрускаго.

Б. Средніе результаты нашихъ опытовъ въ горшкахъ и на участкахъ.

100 кило чилийской селитры увеличили урожай на:

279 кило зерна
264 » »
264 » »
234 » »
183 » »
191 » »
109 » »
109 » »

Числа эти показываютъ, что дѣйствительное повышеніе урожая, вызываемое внесеніемъ въ почву 100 кило чилийской селитры, бываетъ при нашихъ точныхъ опытахъ, какъ и въ сельскохозяйственной практикѣ, то значительно больше, то гораздо меньше средняго, полученнаго вычисленіемъ.

Мы должны, поэтому, объяснить такое отклоненіе и поставить слѣдующій вопросъ:

9. Чѣмъ объяснить большія колебанія въ повышеніи урожая послѣ удобренія чилийской селитрой.

Данныя Меркера и другихъ о повышеніи урожая отъ удобренія 100 кило чилийской селитры до 500, 600, даже до 700 кило овса, заслуживаютъ, такимъ образомъ, полного довѣрія, такъ какъ повышеніе урожая, какъ видно изъ приведенныхъ выше чиселъ, даже до 1000 кило овса наблюдалось и при нашихъ опытахъ! Одновременно съ этимъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, было всего 500, 400, 300 кило.

Чѣмъ объяснить такіа колебанія?

Не способствовалъ ли повышенію урожая азотъ почвы? Или, быть можетъ, благодаря удобренію селитрой лучше утилизировался этотъ азотъ? Не происходило-ли съ другой стороны, въ случаяхъ

полученія небольшихъ урожаяхъ, просачиванія селитры въ нижніе слои? Нѣтъ, потому что, каковы бы ни были урожаи, изъ каждой 100 частей внесеннаго въ почву азота въ собранномъ урожаѣ оказывалось одно и то-же количество азота.

Напр. каждые 100 кило чилийской селитры дали урожай въ 787, 665 и 583 кило зерна. Урожай, такимъ образомъ, колебался довольно сильно, но во всѣхъ трехъ случаяхъ содержаніе азота въ урожаѣ было *одно и то-же*, т. е., 74, 72 и 76 частей на 100 частей внесеннаго въ почву.

Здѣсь, слѣдовательно, дѣло не въ почвенномъ азотѣ и не въ просачиваніи (котораго при опытахъ въ сосудахъ и быть не могло). Причина заключается въ способности культурнаго растенія вырабатывать изъ даннаго количества азота то большой урожай съ небольшимъ содержаніемъ азота, то урожай небольшой, но по содержанію азота богатый.

Въ нашемъ примѣрѣ каждыя 100 кило чилийской селитры дали:

- | | | | |
|--------|----------------|-----------------------|----------|
| 1) 787 | кило зерна, съ | содержаніемъ азота въ | 1,34% |
| 2) 665 | » | » | » 1,50 » |
| 3) 583 | » | » | » 1,73 » |

Такимъ образомъ, съ повыше́нiемъ урожая протентное содер-
жанiе азота въ зернѣ падаетъ, причемъ это содержанiе азота мо-
жетъ, если почва была бѣдна имъ, понизиться даже до 1,12%,
хотя каждыя 100 кило азота и могутъ дать не менѣе 1000
кило зерна!

Изъ одного и того-же количества азота овесъ (при одномъ рядѣ опытовъ) образсвалъ:

295 кило зерва, съ содержаниемъ азота въ 2,49% азота

403 » СОЛНЫ » » » 0,58 » »

а при другомъ рядѣ опытовъ:

822 кило зерна, » » » 1,28 » »

1132 » СОЛОМЫ » » » 0,25 » »

Такимъ образомъ, каждые 100 кило чилийской селитры могутъ дать:

- 1) 400 кило овса зерномъ (съ соломой), со среднимъ
содержаніемъ азота (1,90%).
или 2) 800 кило овса зерномъ (съ соломой), съ малымъ со-
держаніемъ азота (1,28%).
или-же 3) 300 кило овса зерномъ (съ соломой), съ большимъ
содержаніемъ азота (2,49%).

Что этотъ результатъ *имѣетъ громадное практическое значеніе*, нѣтъ надобности доказывать. Какъ велики могутъ быть, дѣйствительно, колебанія въ урожаѣ даже при небольшихъ колебаніяхъ въ содержаніи азота, видно изъ слѣдующаго примѣра.

Положимъ, что безъ удобренія селитрой съ гектара получаютъ 3000 кило овса зерномъ и 4500 кило соломой; въ зернѣ заключается, какъ то было въ опытахъ Безелера и Меркера ¹⁾, 1,63% азота, а въ соломѣ 0,37%. На 3000 кило зерна приходится, такимъ образомъ, 49 кило азота, а на 4500 кило соломѣ — 17 кило, всего же 66 кило азота.

Если въ почву внести 200 кило селитры, содержащей 15,5% азота, то мы удобримъ почву 31 кило азота, а такъ какъ изъ 100 кило азота, какъ мы видѣли, на образованіе зерна и соломѣ идетъ 75 кило, то изъ этихъ 31 кило мы получимъ въ урожаѣ обратно $\left(\frac{75 \cdot 31}{100} =\right)$ 23 кило. Эти 23 кило съ 66 кило—всего 89 кило—пойдутъ, слѣдовательно, на образованіе зерна и соломѣ. Значить, удобреніе 200 кило селитры повысить урожай на

4090 кило зерна, съ содержаніемъ 1,63% азота	= 67 кило азота
6090 » соломѣ, » » 0,37 » »	= 22 » »

Всего . . . 89 кило азота

или 200 кило селитры дадутъ:

4090 безъ 3000	= 1090 кило зерна
6090 » 4500	= 1590 » соломѣ.

Мы здѣсь предполагаемъ, что процентное содержаніе азота въ продуктахъ урожая *не увеличится* отъ удобренія селитрой. Если же оно повысится, то расчетъ будетъ иной.

При опытахъ Безелера и Меркера содержаніе азота въ продуктахъ урожая *увеличилось* отъ удобренія селитрой съ 1,63% до 1,90% въ зернѣ и съ 0,37 до 0,44% въ соломѣ.

Взявъ въ основаніе эти числа, мы получимъ:

3476 кило зерна, съ содержаніемъ азота въ 1,90%	= 66 кило азота
5214 » » » » 0,44%	= 23 » »

89 кило азота

или 200 кило селитры дадутъ

3476 безъ 3000 кило	= 476 кило зерна
5214 » 4500 »	= 714 » соломѣ

¹⁾ Zeitschr. f. d. Provinz Sachsen, 1887.

Результатъ нашего расчета сводится къ слѣдующему: 200 кило чилийской селитры могутъ образовать:

1090 кило зерна съ содержаніемъ азота въ 1,63%
или 476 » » » » » » 1,90 »

Увеличеніе содержанія азота въ зернѣ всего на 0,27% можетъ, такимъ образомъ, уменьшить *вдвое* эффектъ отъ удобренія селитрой.

Обстоятельство это имѣетъ на столько важное значеніе, что я не могу не остановиться на немъ, такъ какъ о результатахъ удобренія селитрой существуютъ самыя невѣроятныя представленія. Въ высшей степени важно, что даже въ случаѣ поглощенія растеніемъ всего количества азотистаго удобренія, результатъ удобренія можетъ быть вполнѣ *отрицательный*. Растеніе можетъ поглотить азотъ, но употребить его на увеличеніе процентнаго содержанія азота въ продуктахъ урожая, а не на *увеличеніе самаго урожая*; такой результатъ особенно вѣроятенъ — какъ это легко доказать простымъ вычисленіемъ—въ тѣхъ случаяхъ, когда урожаи приближаются къ возможному максимуму.

Изъ нашего примѣра видно, что удобреніе 200 кило селитры могло повысить урожай всего на 476 кило зерна, когда процентное содержаніе азота въ зернѣ повышалось съ 1,63% до 1,90%. Въ этомъ примѣрѣ предполагалось, что почва могла дать, безъ удобренія, 3000 кило зерна и 4500 кило соломы съ гектара; понятно, что дѣйствіе селитры было бы сильнѣе, если бы урожай безъ удобренія былъ меньше.

Положимъ, что безъ удобренія получается урожай всего въ 1.500 кило вмѣсто 3000. Мы получимъ тогда

1500 кило зерна, съ содержаніемъ азота въ 1,63% = 25 кило азота
2250 » соломы » » » » 0,37 » = 8 » »

Всего 33 » »

Прибавимъ сюда заключающіяся въ 200 кил. селитры 23 » »

Всего 56 » »

Изъ этихъ 56 кило азота овесъ образуетъ

2188 кило зерна, съ содержаніемъ азота въ 1,90% = 41,6 кило азота
3281 » соломы » » » » 0,44% = 14,4 » »

56.0 » »

Или 200 кило селитры увеличили урожай на

2188 безъ 1500 = 688 кило зерна

3281 » 2250 = 1031 » соломы

Гдѣ урожай былъ близокъ къ возможному максимальному урожаю съ данной площади (3000 кило зерна съ гектара безъ удобренія селитрой), тамъ 200 кило селитры увеличили урожай всего на 476 к. зерна; но гдѣ урожай далеко не достигалъ предѣльнаго (всего 1500 кило безъ удобренія). тамъ, при одинаковыхъ условіяхъ (при одинаковомъ повышеніи процентнаго содержанія азота) получилось лишнихъ 688 кило зерна.

Замѣчу здѣсь, что опредѣленіе содержанія азота въ продуктахъ урожая (зернѣ и соломѣ) можетъ дать указанія и на причины наблюдаемыхъ иногда неудачъ послѣ удобренія селитрой.

Если удобреніе селитрой не вызвало достаточнаго повышенія урожая, то причина можетъ заключаться въ вымываніи азота дождемъ, или въ томъ, что растеніе переработало азотъ въ продукты урожая не вполне нормальнаго состава. Въ послѣднемъ случаѣ химическій анализъ покажетъ, что полученныя послѣ удобренія селитрой зерно и солома богаче азотомъ, чѣмъ зерно и солома безъ удобренія.

Здѣсь возникаетъ слѣдующій вопросъ:

10. Во всѣхъ ли случаяхъ удобреніе селитрой повысить содержаніе азота въ продуктахъ урожая?

Полевые опыты культуры, — въ данномъ случаѣ опыты культуры овса, произведенные Везелеромъ и Меркеромъ, — заставляли думать,

а) что удобреніе азотомъ повышаетъ содержаніе бѣлковыхъ веществъ (значить, и азота) въ продуктахъ урожая;

б) что при *«редкомъ посѣвѣ»* это повышеніе проявляется сильнѣе, ибо въ такомъ случаѣ растенія «вѣроятно чувствительнѣе» къ дѣйствію удобренія, чѣмъ при болѣе густомъ посѣвѣ;

в) что, наконецъ, удобреніе фосфорной кислотой *«понижаетъ»* содержаніе азота въ продуктахъ урожая.

Но это не совсѣмъ вѣрно. Трудно, вообще, допустить, чтобы удобреніе селитрой дало растенія, *непрелѣнно* болѣе богатые азотомъ, чѣмъ растенія, получаемыя безъ удобренія. Что-же, въ самомъ дѣлѣ, должно заставить растеніе образовать изъ азота чилийской селитры вещество, болѣе богатое азотомъ, чѣмъ изъ азота азотнокислыхъ солей, образующихся въ почвѣ и безъ удобренія селитрой? Укажу здѣсь на результаты нашихъ опытовъ:

Растенія.	Удобреніе чилийской селитрой	Азота въ 100 частяхъ сухаго вещества	
	Граммъ азота.	соломы. Граммъ.	зерна. Граммъ.
Овесъ	0	0,30	1,28
	0,565	0,26	1,27
	0,989	0,28	1,28
	1,414	0,26	1,27
Рапсъ	0	0,61	3,20
	0,565	0,45	3,10
	0,989	0,43	3,07
	1,414	0,43	3,14
Горчица	0	0,43	4,18
	0,565	0,40	4,18
	0,989	0,37	4,19
	1,414	0,38	4,15
Овесъ	0	0,34	1,59
	0,565	0,37	1,48
	0,989	0,31	1,41
	1,414	0,34	1,43

Отсюда видно, что удобреніе селитрой *не во всѣхъ случаяхъ* повышаетъ содержаніе азота въ продуктахъ урожая.

По моимъ изслѣдованіямъ, дѣло заключается вотъ въ чемъ:

Азотъ, вносимый въ почву въ видѣ чилийской селитры, жадно поглощается растеніемъ. Растеніе быстро накапливаетъ запасъ азота, перерабатывая его затѣмъ въ продукты урожая; этихъ продуктовъ получается тѣмъ больше, чѣмъ сильнѣе выраженъ относительный минимумъ азота, т. е. чѣмъ благоприятѣе избытокъ другихъ факторовъ, влияющихъ на образованіе зерна и соломы. Изъ каждаго 10 кило азота овесъ, напр., можетъ, если азотъ находится въ достаточномъ минимумѣ, образовать не менѣе 600 кило зерна и 1000 кило соломы, причемъ содержаніе азота въ зернѣ и соломѣ *не будетъ больше, чѣмъ въ продуктахъ, полученныхъ съ удобреніемъ безъ азота.*

Такъ показали мои изслѣдованія.

Но если азота даво сравнительно *много* или если растеніе встрѣтитъ *препятствіе* въ переработкѣ поглощеннаго азота; если окажется мало воды; если для образованія 1600 кило зерна и соломы, будетъ недоставать кали или фосфорной кислоты; если, поэтому, можетъ образоваться положимъ, всего 1000 кило продуктовъ, то 10 кило азота придутся, само собою разумѣется, на меньшее количество продуктовъ урожая, почему они и должны быть богаче азотомъ.

Если изъ 10 кило азота получается 1600 кило продуктовъ, то содержаніе азота въ нихъ будетъ 0,62%, а если продуктовъ будетъ всего 1000 кило, то 10 кило азота придутся на меньшее количество, почему содержаніе азота должно подняться до 1%.

Не совсѣмъ вѣрно, поэтому, предполагать, что удобрение селитрой непременно повышаетъ содержаніе азота въ продуктахъ урожая.

Смотря по обстоятельствамъ, послѣ удобрения селитрой, какъ мы видѣли, можетъ получиться растеніе, *пересыщенное* азотомъ, содержащее *нормальное* количество его или же *голодающее* отъ его недостатка.

Изъ внесеннаго въ почву количества селитры растеніе поглощаетъ въ сутки не столько лишь, сколько оно способно въ это время переработать, а гораздо больше, накапливая въ себѣ *запасъ* азота, который оно перерабатываетъ постепенно. При нашихъ опытахъ рапсъ, напр., поглотилъ въ теченіе первыхъ 15 дней послѣ посѣва не менѣе 6.7% азота (по отношенію къ сухому веществу)! Черезъ нѣсколько недѣль послѣ того растительная масса увеличилась, по крайней мѣрѣ вдвое, но азота она содержала только 3.6%. По прошествіи еще нѣсколькихъ недѣль сухое вещество вѣсило уже въ четыре раза болѣе, а содержаніе азота достигало всего 2.1%.

Если растенію давать много азота, то оно быстро обогащается имъ. По мѣрѣ развитія растенія, по мѣрѣ увеличенія массы растенія, процентное содержаніе азота въ растеніи постоянно убываетъ до тѣхъ поръ, пока оно не достигнетъ извѣстнаго минимума. Послѣ этого, «дѣйствіе азота», наростаніе урожая, прекращается.

Этимъ очень легко объясняются явленія, наблюдавшіяся при опытахъ Безелера.

Недоставало какого нибудь фактора—вѣроятно же всего, *воды*—и удобрение 400 кило селитры не могло оказать своего дѣйствія. Повышеніе урожая не достигло возможнаго предѣла, почему и продуктъ урожая оказался *богаче* азотомъ.

При опытахъ съ рѣдкимъ посѣвомъ (всего 44 кило на гектаръ) просто недоставало необходимаго для данной площади *числа растеній*, чтобы получить предѣльное количество зерна и соломы. Урожай былъ поэтому меньше, чѣмъ при *густомъ* посѣвѣ, такъ что содержаніе азота въ продуктахъ урожая должно было увеличиться. Но при чемъ тутъ большая «*восприимчивость*» рѣдкаго посѣва къ дѣйствію селитры, понять трудно.

Даже якобы *понижающее*, угнетающее дѣйствіе фосфорной кислоты можетъ быть объяснено точно также.

Чтобы большое количество азота (400 кило на гектаръ) могло поднять урожай до возможнаго въ данномъ случаѣ предѣла, необходимо было и соответствующее количество *фосфорной кислоты*. Поэтому, неудивительно, что послѣ удобренія фосфорной кислотой урожай увеличился, а *процентное содержаніе азота въ зернѣ уменьшилось*.

Но выводить отсюда заключеніе, будто фосфорная кислота оказываетъ на содержаніе азота нѣтъ *«угнетающее дѣйствіе»*, едва-ли есть основаніе.

Если азота взято много, а фосфорной кислоты или другого питательнаго вещества въ почвѣ имѣется мало, то получатся растенія, *пересыщенные азотомъ*, а урожай повысится незначительно. Напротивъ, если взять много *фосфорной кислоты*, а азота въ почвѣ будетъ мало, то получатся растенія—если только нѣтъ недостатка въ водѣ—*бѣдные азотомъ*, причемъ урожай будетъ однако большой. Полагаю, это вполнѣ понятно и очень просто.

Итакъ, указанными выше въ концѣ п. 7 числами хозяинъ можетъ пользоваться когда ему необходимо опредѣлить среднее повышение урожая, *возможное* при употребленіи 100 кило чилийской селитры.

Чѣмъ бѣднѣ почва азотомъ и чѣмъ благопріятнѣ всѣ условія развитія растенія, тѣмъ выше предѣлъ повышения урожая отъ опредѣленнаго количества селитры и тѣмъ меньше процентное содержаніе азота въ продуктахъ урожая.

На бѣдныхъ азотомъ почвахъ и въ присутствіи избытка всѣхъ факторовъ, кромѣ азота, мы получили, въ среднемъ изъ нашихъ опытовъ, не менѣе

750 кило зерна и

1200 кило соломы отъ удобренія овса, пшеницы и ячменя 100 кило чилийской селитры.

Отсюда видно, какое громадное повышение урожая *можетъ быть достигнуто* азотистымъ удобреніемъ. Если же на дѣлѣ—обыкновенно, благодаря, хотя-бы временному недостатку *воды*—такое повышение и наблюдается рѣдко, все же ясно, какую массу вещества *можетъ* выработать растеніе изъ даннаго количества азота и на сколько выгодно знать средства, способствующія возможно совершенному исползованію азотистаго удобренія.

Мы обращаемся, поэтому, къ слѣдующему вопросу.

11 Какъ поступать хозяину, чтобы удобрение азотомъ могло проявить полное свое дѣйствіе?

Если растеніе получить больше азота, чѣмъ необходимо для образованія продуктовъ урожая съ нормальнымъ содержаніемъ азота, или если оно встрѣтитъ препятствіе, затрудняющее образованіе растительнаго вещества въ количествѣ, отвѣчающемъ данному количеству азота въ почвѣ, то, какъ мы видѣли, повышеніе урожая будетъ *меньше* указаннаго въ самомъ концѣ п. 7-го, причемъ продукты урожая будутъ *обогачены* азотомъ, будутъ содержать его больше, чѣмъ показываютъ «среднія» числа.

Съ другой стороны мною показано, что въ тѣхъ случаяхъ, когда удобрение азотомъ можетъ безпрепятственно проявить свое дѣйствіе, когда другіе факторы произостанія находятся, сравнительно съ азотомъ, въ избыткѣ и повышеніе урожая будетъ *больше* средняго.

При безпрепятственномъ дѣйствіи азотистаго удобрения получаютъ продукты, въ которыхъ азота содержится не больше, чѣмъ въ продуктахъ, полученныхъ безъ удобрения азотомъ. Наши опыты показали, что содержаніе азота можетъ сильно отстать отъ «средняго», если растеніе, благодаря обильному удобрению фосфорной кислотой, кали и т. д. и достаточному притоку воды, будутъ въ состояніи изъ поглощеннаго количества азота образовать предѣльное количество продуктовъ урожая.

Если мы удобримъ почву нашего поля, заключающую въ себѣ, положимъ 40 кило азота, еще 40 килограммами азота, то 80 кило азота могутъ дать, скажемъ, 11500 кило продуктовъ, съ содержаніемъ азота въ 0,7%, или всего 8000 кило, содержащихъ азота 1,0%, или-же урожай, лежащій между этими двумя предѣлами. *Какъ-же поступать, чтобы данное количество азота могло проявить полное свое дѣйствіе, т. е. чтобы получить максимальный урожай?*

Отвѣтъ будетъ слѣдующій:

Чтобы азотъ могъ проявить полное свое дѣйствіе, чтобы урожай получился максимальный, чтобы наши 80 кило азота дали не 8000, а 11500 кило урожая, надо внести въ почву, кромѣ 80 кило азота, идущихъ на образованіе 11500 кило урожая, еще около 100 кило кали, 50 кило фосфорной кислоты и 25 кило извести, веществъ необходимыхъ не меньше азота.

Растеніе живетъ не на счетъ отдельныхъ питательныхъ веществъ, а на счетъ пищи, состоящей изъ смѣси питательныхъ веществъ. Этого обстоятельства громадной важности никогда забывать не слѣдуетъ.

Изъ одного азота, изъ одной фосфорной кислоты или одного кали растеніе не можетъ образоватъ листьевъ, стеблей и плодовъ; необходимо *совокупное* дѣйствіе всѣхъ этихъ веществъ, причемъ каждое изъ нихъ должно быть на лицо въ надлежащемъ количествѣ.

Изъ 1 кило сѣры нельзя приготовить пороха, если нѣтъ, кромѣ сѣры, еще 1 кило угля и 6 кило селитры; точно также изъ $\frac{1}{2}$ кило сѣры нельзя приготовить 8 кило пороху, а лишь 4 кило, хотя бы уголь и селитра имѣлись на лицо цѣлыми центнерами. То же самое мы видимъ и въ растеніи. Изъ 80 кило азота, 100 кило кали и 50 кило фосфорной кислоты овесъ можетъ приготовить 11500 кило растительной массы; если-же, кромѣ 80 кило азота, имѣется всего 50 кило кали и только 25 кило фосфорной кислоты, то можно получить только половину урожая, какъ-бы великъ ни былъ запасъ азота и фосфорной кислоты или азота и кали.

Для иллюстраціи сказаннаго позволю себѣ привести одинъ примѣръ.

Изучая вопросъ о дополнительномъ дѣйствіи фосфатовъ, мы культивировали рожь на почвѣ, чрезвычайно бѣдной фосфорной кислотой. Растенія, страдавшія отъ недостатка фосфорной кислоты дали въ сосудахъ, заключавшихъ въ себѣ по 8 кило земли, всего 4 гр. вещества, хотя азота имѣлось столько, что могло-бы образоваться 100 гр. урожая. Чтобы показать, что растеніямъ недоставало, дѣйствительно, только фосфорной кислоты, мы удобрили растенія, достигшія шестинедѣльнаго возраста и имѣвшія весьма угнетенный видъ (всего 10 см. вышины), небольшимъ количествомъ растворимой фосфорной кислоты (0,4 гр.). Уже очень скоро, всего по прошествіи 4 дней, обнаружилось поразительное дѣйствіе фосфорной кислоты. Старые листья позелѣвли, показался новый, темнозеленый листъ, а затѣмъ и все развитіе пошло прекрасно. Ко времени цвѣтенія растенія достигли 90 сант. высоты; сухаго вещества они дали 72 гр., тогда какъ растенія, неубренные фосфор. кислотой, но убранныя въ тотъ-же день, дали всего 4 гр. вещества.

Такимъ образомъ, удобреніе фосфорной кислотой такъ повліяло на *эту* почву, *находившійся въ избыткѣ, но недѣйствовавшій, благодаря недостатку фосфорной кислоты*, что урожай увеличился въ 18 разъ.

Чтобы дать наглядную картину зависимости дѣйствія азота отъ фосфорной кислоты (также и отъ кали), уже имѣющей въ почвѣ или внесенной въ нее съ удобреніемъ, я приведу здѣсь результаты

нѣкоторыхъ опытовъ съ яровой рожью, о которыхъ мнѣ еще придется говорить подробнѣе.

Эти опыты были предприняты съ тою цѣлью, чтобы опредѣлить, въ какой степени нѣкоторыя культурныя почвы нуждаются въ удобреніи фосфорной кислотой, азотомъ и кали. Буквы въ графическихъ таблицахъ означаютъ слѣдующее:

- 1) О—безъ удобренія.
- 2) Ф—удобрено фосфорной кислотой.
- 3) А » азотомъ.
- 4) К » кали.
- 5) ФА » фосфорной кислотой и азотомъ.
- 6) ФК » » » » кали
- 7) АК » азотомъ » »
- 8) АКФ » » кали и фосфорной кислотой.

Для удобренія бралось во всѣхъ случаяхъ:

- | | |
|---|------------------------|
| $\frac{1}{2}$ гр. фосфорной кислоты въ видѣ суперфосфата, | |
| 1 » азота | » » чилийской селитры. |
| $\frac{1}{2}$ » кали | » » хлористаго калия. |

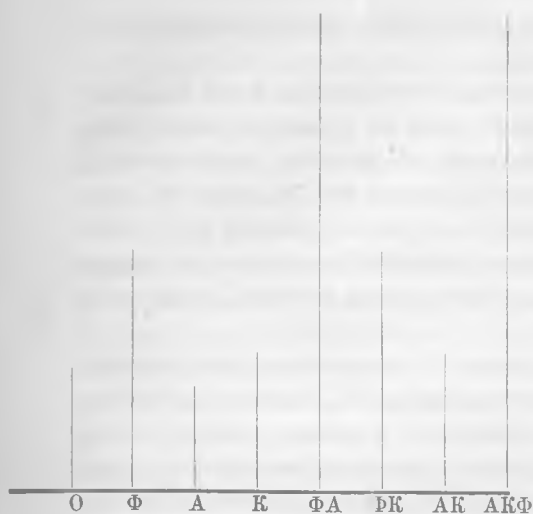
Ради большей наглядности, я привожу результаты опытовъ въ видѣ графической таблицы, въ которой каждый миллиметръ высоты линіи соотвѣтствуетъ 1 гр. урожая. Результаты опытовъ даютъ ясную картину использованія азотистаго удобренія въ различныхъ почвахъ съ прибавленіемъ фосфорной кислоты и кали и безъ нихъ. Эти-же результаты показываютъ, на сколько велика для каждой изъ этихъ почвъ потребность въ удобреніи.

Таблицы показываютъ:

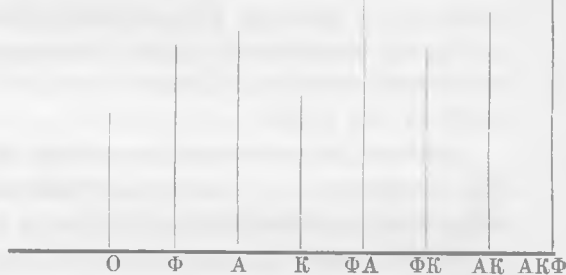
Что почва I сравнительно бѣдна фосфорной кислотой. Уже удобреніе однимъ суперфосфатомъ сильно повысило урожай. Удобреніе однимъ азотомъ и кали почти совсѣмъ не повліяло на урожай, потому что, какъ видно изъ опыта Ф, недоставало фосфорной кислоты. Но отъ внесенія фосфорной кислоты почва стала бѣдна азотомъ, ибо если сравнить опытъ ФА съ опытомъ Ф, то легко убѣдиться въ дѣйствіи азота.

Въ кали почва нигдѣ не нуждалась, потому что на урожай не отразилось удобреніе ни однимъ кали, ни фосфорной кислоты съ кали, ни кали съ азотомъ, ни кали съ фосфорной кислотой и азотомъ.

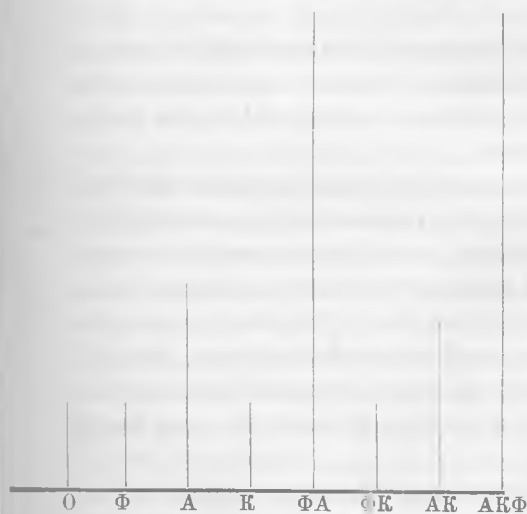
Почва II близка къ почвѣ I. Въ кали она точно также не нуждалась, фосфорною кислотою она нѣсколько богаче, а азотомъ нѣсколько бѣднѣе почвы I, потому что здѣсь удобреніе одной фос-



Почва I.



Почва II.



Почва III.

фосфорной кислотой оказало менѣе значительное дѣйствіе, а однимъ азотомъ большее, чѣмъ въ почвѣ I.

Особенно интересны результаты, полученные на почвѣ III. Удобрение *одной* фосфорной кислотой здѣсь не произвело почти *никакого* эффекта. Но отсюда еще отнюдь не слѣдуетъ, чтобы почва не нуждалась въ фосфорной кислотѣ, потому что въ смѣси съ другими питательными веществами она сильно повліяла на урожай. Имѣется-ли въ почвѣ *избытокъ* фосфорной кислоты и на сколько онъ великъ, опытъ Ф не показываетъ; этотъ вопросъ разъясняютъ опыты А и КА.

Сравненіе опыта А съ опытомъ О показываетъ, что въ почвѣ, дѣйствительно, имѣется избытокъ фосфорной кислоты, потому что удобрение однимъ азотомъ значительно повысило урожай, а безъ избытка фосфорной кислоты такого повышенія не могло бы быть.

Но повышеніе урожая, вызванное азотомъ, недостаточно велико, и *весь* азотъ не могъ проявить своего дѣйствія, откуда слѣдуетъ, что недоставало другого питательнаго вещества, *кали* или *фосфорной кислоты*. Котораго изъ нихъ не доставало, видно изъ опытовъ АК и ФА.

Въ *кали* недостатка *не было*, потому что прибавленіе кали (опытъ АК сравнить съ А) не вызвало повышенія. Недоставало *фосфорной кислоты*, ибо прибавленіе ея (опытъ ФА сравнить съ А) *значительно* повысило урожай.

Результатъ 3 рядовъ опытовъ выразить, такимъ образомъ, въ слѣдующемъ:

1) *Слабое* удобрение *одной* фосфорной кислотой дѣйствуетъ на почвахъ I и II, *сильное*-же удобрение только съ примѣсью азота, тогда какъ сильное или слабое удобрение азотомъ дѣйствуетъ только съ примѣсью фосфорной кислоты.

2) На почвѣ III дѣйствуетъ уже одно *слабое* удобрение селитрой, безъ примѣси фосф. кислоты или кали, *сильное*-же удобрение селитрой только съ примѣсью фосф. кислоты, тогда какъ сильное или слабое удобрение фосфорной кислотой дѣйствуетъ только съ примѣсью азота.

3) Кали не дѣйствуетъ ни на одной изъ 3 почвъ ни *самостоятельно*, ни въ смѣси съ фосфорной кислотой и азотомъ, ибо возможный при данныхъ условіяхъ предѣльный урожай былъ полученъ уже послѣ удобрения азотомъ и фосфорной кислотой, безъ всякой примѣси кали.

Какъ показываютъ результаты этихъ опытовъ и какъ я уже не разъ говорилъ, хозяинъ долженъ вносить въ почву достаточное

количество фосфорной кислоты и кали (если нужно, то и извести), иначе азотъ не будетъ въ состояніи проявить полнаго своего дѣйствія.

Задача эта, правда, не легка, потому что содержаніе въ почвѣ фосфорной кислоты и кали сильно колеблется. Одна почва богата кали, другая бѣдна имъ; одна богата фосфорной кислотой, другая нѣтъ. Одно культурное растеніе нуждается въ большемъ количествѣ растворимаго кали чѣмъ другое; одна почва легко отдаетъ фосфорную кислоту, внесенную въ растворимомъ видѣ, другая же переводитъ ее въ нерастворимое состояніе и требуетъ болѣе сильнаго удобренія для полученія того-же дѣйствія. Одна почва еще никогда не удобрялась фосфатами, другая-же получала ежегодно много суперфосфата, такъ что въ ней могъ накопиться избытокъ фосфорной кислоты, котораго хватитъ на нѣсколько лѣтъ. Какъ хозяину разобраться со всѣми этими вопросами? Неужели ему производить на своей почвѣ опыты удобренія, какъ то обыкновенно совѣтуютъ? Нѣтъ, хозяинъ такихъ опытовъ не дѣлаетъ и не можетъ ихъ дѣлать.

По моему мнѣнію, нѣтъ надобности точно *отмѣрять* каждому культурному растенію, какъ многіе думаютъ, необходимое количество фосфорной кислоты и кали. Этого, во первыхъ, сдѣлать нельзя, а, вторыхъ, оно было-бы и нерационально. Интеллигентный и сознательно работающій практикъ уже давно рѣшилъ вопросъ: онъ вносить въ почву *избытокъ* фосфорной кислоты, что, по моему, совершенно *правильно*. Азотъ слѣдуетъ возможно точно *отмѣрять* растенію, съ *фосфорной-же кислотой и кали* этого нѣтъ надобности дѣлать. Сколько въ каждомъ данномъ случаѣ, т. е. для каждой данной почвы и для разводимаго на ней культурнаго растенія, слѣдуетъ брать фосфорной кислоты, чтобы получить возможно высокій урожай, или чтобы дать азотистому удобренію проявить полное его дѣйствіе—этого точно разсчитать нельзя. Мы, вѣдь, еще совсемъ не знаемъ причинъ, почему изъ 100 кило внесенной въ почву растворимой фосф. кислоты поглощается ближайшимъ культурнымъ растеніемъ то 10 кило, то 50 кило. Кромѣ того, хозяинъ и не знаетъ, сколько растворимой фосфорной кислоты находится въ каждомъ изъ его удобренныхъ полей. Имѣющіяся до настоящаго времени данныя науки и практики, какъ уже замѣчено, не позволяютъ точно разсчитать потребное въ каждомъ данномъ случаѣ количество фосфорной кислоты и кали. Ничего другаго, поэтому, не остается, какъ вносить въ почву *избытокъ* обоихъ питательныхъ веществъ, которые

не пропадутъ въ почвѣ, такъ какъ *поглощаются, связываются* ею и *сохраняются* для слѣдующихъ культуръ, если-бы ближайшее растеніе не успѣло использовать эти вещества на-цѣло. Иначе дѣло обстоитъ съ азотомъ. Азотъ почвой не связывается, а остается въ подвижномъ состояніи; излишекъ его, не израсходованный растеніемъ, могъ-бы зимою легко смыться въ подпочку и пропасть даромъ.

Но не говоря уже о непреодолимыхъ въ настоящее время препятствіяхъ, затрудняющихъ точное опредѣленіе количества фосфорной кислоты и кали, я утверждаю, что оно было бы и не *рационально*, что *необходимо* внести въ почву извѣстный избытокъ этихъ веществъ.

Фосфорная кислота почвы, какъ извѣстно, трудно растворима и мало подвижна; лишь небольшое количество ея ежедневно поступаетъ въ распоряженіе растенія. Положимъ, изъ имѣющагося въ почвѣ запаса фосфорной кислоты ежедневно поглощается корнями растеній не болѣе $\frac{1}{2}$ кило на гектаръ; этого количества было бы, допустимъ, достаточно, *если бы развитіе растенія шло безпрепятственно и равномерно*, если бы во все время произростанія погода стояла благоприятная. Но такой погоды на дѣлѣ не бываетъ. Растенія могутъ по недѣлямъ страдать отъ недостатка воды, такъ что не будутъ въ состояніи поглощать фосфорную кислоту и производить органическій матеріалъ. Если затѣмъ выпадетъ дождь и погода установится теплая и сырая, то, для образованія максимальнаго урожая, растенія должны будутъ въ теченіе какой нибудь недѣли образовать столько вещества, сколько, при другихъ условіяхъ, они не образовали бы въ 2—3 недѣли. Но чтобы ежедневная производительность растенія увеличилась вдвое и втрое, оно должно поглотить вдвое и втрое больше фосфорной кислоты, а это было бы невозможно, если бы въ почвѣ не было *избытка* фосфорной кислоты, запаса, изъ котораго растенія могли бы въ теченіе нѣсколькихъ дней поглотить больше, чѣмъ необходимо при нормальныхъ условіяхъ.

Вырные и максимальные урожаи могутъ быть въ практикѣ получены лишь въ томъ случаѣ, если растеніе будетъ имѣть возможность сполна использовать *особенно благоприятныя* условія погоды, какія бываютъ лишь въ теченіе *небольшихъ* промежутковъ времени. Въ почвѣ должно заключаться, поэтому, столько фосфорной кислоты, чтобы растеніе могло удовлетворить потребность въ ней не только при *нормальныхъ* условіяхъ, но и въ томъ случаѣ, если-бы оно временно нуждалось въ *необыкновенно большомъ* количествѣ ея.

Не надо забывать, какія громадныя количества растительнаго вещества образуются на тучной почвѣ въ теченіе немногихъ дней, если погода стоитъ теплая и сырая, а для этого растеніемъ должны быть въ очень короткое время поглощены и переработаны чрезвычайно большія количества фосфорной кислоты.

Сказанное о фосфорной кислотѣ вполне приложимо и къ кали, ибо и кали поглощается почвой, поступая въ распоряженіе растеній лишь небольшими количествами. Въ почвѣ долженъ быть, повторяю, избытокъ фосфорной кислоты и кали, запасъ ихъ достаточный для питанія растенія не только при нормальныхъ условіяхъ, но и во время самаго усиленнаго роста.

Другое дѣло азотъ. Количество вносимыхъ въ почву солей азота должно быть рассчитано. Избытка же ихъ допускать не слѣдуетъ, такъ какъ соли азота удобоподвижны, почему все количество ихъ доступно растенію даже во время наиболѣе энергичнаго роста. Кромѣ того, избытокъ солей азота вызвалъ бы ненормальное развитіе растеній, а оставшаяся неизрасходованною часть его легко просочилась бы въ нижніе слои и пропала бы даромъ.

Итакъ, фосфорную кислоту и кали надо примѣнять *въ избытокъ*, чтобы азотъ могъ проявить свое дѣйствіе.

«Въ избытокъ!» Но какъ великъ долженъ быть этотъ избытокъ и чѣмъ руководствоваться при его опредѣленіи?

Этотъ вопросъ весьма важный, но дать на него отвѣтъ не такъ легко. Мы знаемъ объ этомъ, какъ уже замѣчено, пока еще *весьма* мало.

Пока я не получу возможности коснуться подробнѣе всѣхъ частныхъ вопросовъ—надѣюсь, мнѣ скоро удастся это сдѣлать—сообщу лишь слѣдующее.

Прежде всего надо произвести опытъ, чтобы опредѣлить степень потребности данной почвы въ фосфорной кислотѣ и кали.

Какъ такой опытъ производить и на что при этомъ слѣдуетъ обращать вниманіе указано въ моей статьѣ «*Einige practisch wichtige Düngungsfragen*». Повторю здѣсь лишь то, что я говорилъ тамъ о способѣ опредѣленія различія въ результатахъ урожая, *на глазъ* или *съ вѣсами* въ рукахъ. Въ зависимости отъ необходимой для производства опыта затраты труда, времени и средствъ, предпочтенія будетъ заслуживать, то тотъ, то другой способъ. Если можно не стѣсняться временемъ и деньгами, то опытъ слѣдуетъ ставить какъ можно точнѣе, съ тщательнымъ соблюденіемъ всѣхъ предосторожностей. Но если *нельзя* принять необходимыхъ предо-

сторожностей и дать возможности вести опытъ въ размѣрахъ, позволяющихъ получить точныя числа, то во многихъ случаяхъ привычный взглядъ опытнаго хозяина опредѣлитъ результатъ *сприне*, чѣмъ число, выведенное изъ непроконтролированнаго, неточнаго опыта.

Для производства опытовъ — одного или двухъ рядовъ, такъ, чтобы за ними можно было тщательно слѣдить — на данномъ полѣ отмѣчаютъ въ трехъ мѣстахъ полосы, легко доступныя для осмотра; эти полосы удобряютъ — въ зависимости отъ предъявляемаго къ опыту вопроса — различными удобрениями или оставляютъ неудобренными.

О результатѣ этихъ опытовъ судятъ по вышнему виду растеній въ различныя стадіи ихъ развитія; степень различія въ результатахъ даетъ хозяину возможность рѣшить, достаточно ли рѣзко выражается результатъ, чтобы имъ можно было воспользоваться на практикѣ и вѣтъ-ли надобности провѣрить наблюденіе еще точнымъ опытомъ.

Если найдено, что фосфорная кислота и кали дѣйствуютъ на данной почвѣ, то поле слѣдуетъ удобрить этими питательными веществами подъ различныя культурныя растенія въ количествахъ, указанныхъ мною въ названномъ сочиненіи. Въ теченіе первыхъ лѣтъ полезно употреблять — если почва очень нуждается въ удобреніи — *сильное* удобрение (70—80 кило растворимой фосфорной кислоты или 150—200 кило томасшлака), чтобы быть увѣреннымъ въ присутствіи *избытка* удобрения. Особенно не слѣдуетъ скупиться на *фосфорную* кислоту. Она обходится не дорого, а томасшлакъ даетъ намъ прекрасное и чрезвычайно выгодное средство для накопленія въ почвѣ запаса фосфорной кислоты. Въ случаяхъ *глубокой* обработки почвы, особенно въ виноградникахъ и въ плодовыхъ садахъ, слѣдуетъ всегда вносить побольше фосфорной кислоты въ глубокіе почвенные слои.

Когда почва будетъ, послѣ ежегоднаго удобренія, уже достаточно обогащена фосфорной кислотой, можно будетъ перейти и къ *слабому* удобренію (30—40 кило растворимой фосфорной кислоты или 60—80 кило томасшлака), чтобы воспользоваться дѣйствіемъ неизрасходованнаго запаса прежнихъ лѣтъ; опытъ можетъ даже показать, что иногда совсѣмъ не будетъ надобности въ употребленіи фосфорной кислоты. Гейне въ Эмерслебенѣ ¹⁾ рассчиталъ, что въ

¹⁾ Deutsche Landw. Presse, 1886, № 33.

теченіе 16 лѣтъ имѣніе его получало ежегодно фосфорной кислоты на гектаръ, въ среднемъ, на 64 кило больше, чѣмъ съ той-же площади ежегодно уносилось; поэтому неудивительно, что на столь обогащенной почвѣ дальнѣйшее удобреніе фосфорной кислотой уже не оказывало дѣйствія и что накопившимся запасомъ удобрения можно было пользоваться въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Впрочемъ, необходимый *избытокъ* не долженъ переходить въ *излишекъ* фосфорной кислоты. То, что мы сказали объ удобреніи фосфорной кислотой, справедливо и для *кали*, но нужно замѣтить, что почвы богатая кали, встрѣчаются въ природѣ гораздо чаще, чѣмъ почвы богатая фосфорной кислотой; кромѣ того, съ накопленіемъ запаса кали надо быть осторожнѣе, чѣмъ съ накопленіемъ запаса фосфорной кислоты. Правда, кали поглощается почвой, но оно растворяется легче фосфорной кислоты, почему въ почвѣ и не должно быть слишкомъ большаго запаса калийныхъ солей.

Горохъ, вика, люпинъ, люцерна, луговые растенія, клеверныя— все растенія особенно *нуждающіяся* въ кали, переносящія много кали и весьма выгодно утилизирующія калийное удобреніе. Эти растенія прекрасные посредники при обогащеніи почвы калиемъ.

12. Какимъ количествомъ азота слѣдуетъ удобрять различныя культурныя растенія?

На вопросъ,—что дѣлать хозяину, чтобы заставить азотъ проявить полное его дѣйствіе?—я далъ въ предшествующей главѣ такой отвѣтъ: надо позаботиться о томъ, чтобы всѣ остальные, необходимыя для растенія, питательныя вещества, особенно фосф. кислота и кали, находились въ избыткѣ.

Требованіе это хозяинъ можетъ исполнить, такъ какъ въ его власти внести въ почву любое количество фосфорной кислоты и кали, а если нужно, то и извести, магнезій и сѣрной кислоты.

Спрашивается, однако, *во всѣхъ ли случаяхъ* будетъ азотистое удобреніе въ состояніи проявить полное свое дѣйствіе, даже при наличности достаточнаго запаса другихъ питательныхъ веществъ? *Нѣтъ*, ибо, кромѣ питательныхъ веществъ, растенія нуждаются еще въ водѣ, теплѣ и свѣтѣ. Если для полученія урожая, отвѣчающаго данному количеству азота, недостаетъ воды, свѣта или тепла, то избытокъ питательныхъ веществъ окажется безполезнымъ.

Управлять водою, теплотою и свѣтомъ хозяинъ, однако, не въ состояніи. Эти три фактора даются природой, вліять же на нихъ мы или совсѣмъ не можемъ, или можемъ въ очень слабой степени.

Мы вынуждены, поэтому, довольствоваться количествомъ ихъ, отвѣчающимъ даннымъ условіямъ почвы, подпочвы, климата и погоды.

Для полученія *максимальнаго урожая*, влаги, свѣтъ и тепло имѣютъ, однако, рѣшающее значеніе, обуславливая крайніе предѣлы повышенія урожая. *Съ этими предѣлами и должно быть согласовано вносимое въ почву количество азотистаго удобренія.*

Въ зависимости отъ мѣстныхъ условій почвы, климата и погоды, одно поле даетъ, не смотря на самое обильное удобреніе, только 2000, другое же 3000, третье 4000 или даже 5000 кило зерна на гектаръ. Съ этими предѣлами мы должны считаться при опредѣленіи того количества азота, которое можетъ проявить полное свое вліяніе на извѣстномъ полѣ и на данное растеніе.

Приведу примѣръ, взятый изъ практики.

При опытахъ Гейне (Эмерслебенъ), упомянутыхъ уже выше, поле, дававшее безъ удобренія 4300 кило зерна съ гектара, было удобрено 209 кило чилийской селитры. Удобреніе это не повысило урожая, потому что урожай въ 4300 кило былъ уже *предѣльный*, обуславливаемый данной почвой и данными условіями погоды.

Другія почвы того-же имѣнія, но *болѣе бѣдные азотомъ*, давали безъ удобренія всего 3000 кило зерна. Здѣсь можно было, слѣдовательно, ожидать значительнаго повышенія урожая отъ внесенія селитры въ почву. И дѣйствительно, удобреніе 200 кило чил. селитры на гектаръ повысило урожай слишкомъ на 800 кило.

Чтобы отвѣтить на вопросы, и сколько *можно* взять азота, безъ опасенія потерять часть его даромъ, сколько *слѣдуетъ* взять для полученія возможно большей прибыли, надо знать,

во первыхъ: какой урожай даетъ данное поле *безъ* удобренія азотомъ;

во вторыхъ: до какого *предѣла* можно поднять урожай при данныхъ условіяхъ почвы, климата и средней погоды, и

въ третьихъ: сколько надо брать азота для полученія *предѣльнаго* урожая.

На два первыхъ пункта хозяину должны отвѣтить практика его и нарочно поставленные съ этою цѣлью опыты.

Хозяинъ знаетъ обыкновенно уже по многолѣтнему опыту, сколько зерна, картофеля, свеклы и пр. онъ можетъ, въ среднемъ, ожидать съ cadaго даннаго поля, при извѣстномъ предшествующемъ растеніи. Исходя изъ этого урожая и сообразуясь съ физическими свойствами почвы и мѣстными условіями климата и погоды, хозяинъ долженъ опредѣлить возможный предѣлъ повышенія уро-

жая. Если онъ ожидаетъ съ гектара не болѣе 2500 кило зерна пшеницы и, основываясь на собственномъ опытѣ или опытѣ сосѣдей или на данныхъ, полученныхъ въ другихъ мѣстностяхъ, отличающихся не болѣе благоприятными климатическими условіями, онъ разсчитываетъ повысить урожай только до 4000 кило, то онъ долженъ внести въ почву лишь столько азота, сколько нужно для полученія 1500 кило зерна и соотвѣствующаго количества соломы. Для полученія 100 кило зерна и соотв. кол. соломы, какъ показываетъ таблица на стр. 102, требуется 32 кило чилийской селитры или 480 кило для полученія 1500 кило зерна.

Удобривъ почву вычисленными 480 кило чилийской селитры, хозяинъ долженъ будетъ, конечно, опредѣлить, дѣйствительно-ли урожай повысился на 1500 кило. Если урожай окажется *меньше*, достигая, положимъ, всего 1000 кило, то нужно отыскать причину такого явленія. Быть можетъ, для полученія максимальнаго урожая не доставало кали, фосфорной кислоты, извести, воды или теплоты? Быть можетъ, растеніе не было въ состояніи поглотить всего количества азота, такъ какъ селитра была обильными весенними осадками смыта въ слишкомъ глубокіе слои почвы? Быть можетъ, для поглощенія и переработки азота число растеній было недостаточно, потому что для посѣва было взято слишкомъ мало зерна или часть растеній была побита морозомъ? Быть можетъ растеній было слишкомъ *много*,—а это могло быть вызвано слишкомъ *пустымъ* посѣвомъ или чрезмѣрною кустистостью растеній, такъ что развитіе ихъ *шло* не нормально и получились растенія слабыя, страдающія отъ недостатка свѣта и легко лежающія? Всѣ эти вопросы хозяинъ долженъ себѣ поставить и рѣшить, который изъ нихъ имѣетъ въ данномъ случаѣ преобладающее значеніе.

Найдя причину — если нужно, то при помощи опыта — и рѣшивъ, что устраненіе ея не въ его власти, хозяинъ, быть можетъ, увидитъ, что менѣе обильное удобреніе азотомъ окажется болѣе выгоднымъ.

Если внесенныя въ почву 480 кило чилийской селитры не проявили полнаго своего дѣйствія, положимъ, по недостатку «*почвенной влаги*» и если опытъ прежнихъ лѣтъ не позволяетъ разсчитывать въ будущемъ на болѣе благоприятныя условія влаги, то *менѣе обильное* удобреніе азотомъ окажется, вѣроятно, болѣе рациональнымъ. Дѣло опыта или разчета рѣшить тутъ, что выгоднѣе, *болѣе ли полное* использованіе *слабаго* удобренія или *менѣе полное* использованіе *сильнаго*.

Слабое удобреніе, используемое полнѣе, можетъ и не оказаться наиболѣе выгоднымъ, такъ какъ здѣсь дѣло въ *абсолютной* величинѣ, а не въ *относительной*. Положимъ, напр., удобреніе 200 кил. селитры, стоящее 40 марокъ, даетъ повышеніе урожая, оцѣниваемое 100 марками, а удобреніе 400 кило даетъ повышеніе цѣною не въ 200, а въ 160 марокъ. Въ данномъ случаѣ болѣе слабое удобреніе выгоднѣе относительно, но не абсолютно, такъ какъ оно даетъ прибыль въ 100 марокъ безъ $40 = 60$ м., а чистая прибыль отъ сильнаго удобренія будетъ равна $160 - 80 = 80$ м.

Изложивъ выше главныя основанія для опредѣленія количества вносимаго въ почву азота, я приведу здѣсь предѣльныя нормы, въ которыхъ на практикѣ колеблется удобреніе азотомъ. Эти нормы, вычисленныя для хозяйствъ съ навознымъ удобреніемъ, могутъ также послужить нѣкоторымъ указаніемъ для хозяина, еще не имѣющаго собственнаго опыта или еще не полагающагося на него.

Обыкновенно на гектаръ берется ¹⁾:

	Азота кило.	Т. е. чилійской селитры кило.	Сѣрниокисл. или аммонія кило.
Подъ хлѣбныя злаки . . .	15—60	100—400	75—300
» картофель	25—50	160—330	125—250
» свекловицу, морковь, ципкорій	25—60	160—400	125—300
» корм. свеклу	30—75	200—500	150—400
» рапсъ, макъ, горчицу .	25—60	160—400	125—300
» табакъ	15—30	100—200	75—150
» ленъ	15—25	100—160	75—125
» коноплю	25—45	160—300	125—225
» виноградъ	15—30	100—200	75—150
» плодов. деревья и ягодн. куст.	30—60	200—400	150—300
» огурцы, тыкву, спаржу, землянику	25—60	160—400	125—300
» брюкву, рѣпу, сладкій корень, капусту, лукъ .	25—75	160—500	125—400
» дерновые злаки и травы.	15—25	100—160	75—120

(удобреніе повторять подъ дернъ по три раза въ лѣто, каждый разъ сейчасъ же послѣ покоса).

¹⁾ Одинъ килограммъ на гектаръ соотвѣтствуетъ 0,06645 пуд. на десятину.

Въ заключеніе еще разъ замѣчу, что при удобреніи культурныхъ растений *азотомъ* особенно важно количество удобренія и правильное его примѣненіе.

Азотъ является — насколько дѣло идетъ вообще о вліяніи на растеніе при помощи питательныхъ веществъ — настоящимъ регуляторомъ производительности всѣхъ растеній, принадлежащихъ къ такъ называемымъ азотопотребителямъ. Питаніе этихъ растеній, опредѣленіе количества пищи, можно сказать, все искусственно ихъ удобренія сводится къ *раціональной дачѣ азота, притомъ въ надлежащемъ количествѣ.*

Всѣ остальные питательныя вещества вносятся въ избытокѣ, азотъ же отмѣряется растеніямъ, имъ хозяинъ *кормитъ* растенія, регулируетъ ихъ производительность, при посредствѣ же азота онъ заставляетъ растеніе *нацѣло использовать* постоянно или временно дѣйствующія, благоприятныя условія произростанія, благоприятныя условія почвы, климата или погоды.

Но на сколько раціональное удобреніе азотомъ *важно*, на столько же оно и *затруднительно*.

Служить вполне надежнымъ средствомъ для полученія тѣхъ результатовъ, которые оно способно дать, азотистое удобреніе можетъ только въ рукахъ опытнаго, предусмотрительнаго, наблюдательнаго и критически относящагося къ явленіямъ, хозяина. Полагаю, поэтому, что читатель сочувственно встрѣтитъ мою попытку указать въ слѣдующихъ главахъ на нѣкоторые моменты, которые необходимо имѣть въ виду, чтобы избѣгать неудачныхъ результатовъ удобренія азотомъ.

13. Въ какое время правильнѣе всего удобрять солями азота?

Неудачные результаты удобренія чилийской селитрой и амміачной солью часто объясняются тѣмъ, что онѣ были употреблены не въ надлежащее время. Озимые хлѣба нерѣдко удобряютъ азотомъ *осенью*, въ надеждѣ достигнуть этимъ лучшаго развитія растеній къ зимѣ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ хозяинъ поступаетъ правильно, удобряя растенія съ осени, но далеко не всегда. Дѣло въ томъ, что молодыя растенія требуютъ, вѣдь, сравнительно мало азота, чтобы достаточно развиться къ времени наступленія зимняго покоя; а неистощенная почва почти всегда содержитъ столько азота, что можетъ удовлетворить потребности въ немъ озими. Напомню объ опытахъ Гейне (Эмерслебенъ), собравшаго наивысшій урожай пшеницы съ полей, осенью не удобренныхъ азотомъ, а *получившихъ* все количество селитры только въ *май*.

То-же будетъ и во многихъ другихъ случаяхъ.

Никогда не слѣдуетъ осенью вносить въ почву всего количества селитры, а брать при посѣвѣ лишь столько, сколько растенія успѣютъ до наступленія зимняго покоя поглотить и переработать. Избытокъ здѣсь бесполезенъ—*въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ онъ можетъ даже вполне или отчасти пропасть, благодаря просачиванію въ слишкомъ глубокіе слои, что вполне подтверждается результатами опытовъ.*

Опыты были произведены съ озимой пшеницей на известковистомъ суглинкѣ. Въ приводимой ниже таблицѣ результаты опыта 1, (осенью безъ азота, весною весь азотъ въ видѣ чилийской селитры) приняты равными 100.

	зерна	соломы
1) Осенью безъ азота, весь азотъ весною въ видѣ чилийской селитры	100	100
2) Весь азотъ осенью, въ видѣ сѣрноокислаго аммонія; весною безъ азота	14	20
3) Меньшая часть осенью, въ видѣ амміачной соли, большая часть весною, въ видѣ чил. селитры.	67	78
4) Меньшая часть осенью, въ видѣ чил. селитры, большая часть весною, также въ видѣ чил. селитры	73	80

Самый лучший результатъ получился при опытѣ, когда поле осенью совсѣмъ не удобрялось азотомъ, а все количество азота было внесено въ почву весною въ видѣ селитры. Самый плохой результатъ далъ опытъ 2, когда весь азотъ былъ данъ осенью въ видѣ амміачной соли. Среднее мѣсто занимаютъ опыты, при которыхъ меньшая часть (по 10 кило азота на гектаръ) вносилась осенью, а большая часть (по 10, 20, 30 и 40 кило азота на гектаръ) весною въ видѣ чилийской селитры, причемъ результатъ мало измѣнялся отъ примѣненія осенью, вмѣсто амміачной соли, селитры.

Опыты показываютъ, что и амміакъ просачивается въ слишкомъ глубокіе почвенные слои. Хотя онъ сначала и связывается почвой, но скоро переходитъ въ селитру, которая и уносится выпадающими въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ осадками.

Только на почвахъ очень глубокихъ и трудно провицаемыхъ для воды можно рѣшиться вносить осенью болѣе значительное количество азота. *Рациональнымъ* я этого, однако, ни въ какомъ случаѣ не считаю, потому что избытокъ азота, внесенный въ почву осенью, не представляетъ никакихъ преимуществъ передъ удобре-

ніемъ весною, которое, напротивъ, гораздо выгоднѣе осенняго удобренія. Объ этомъ будетъ рѣчь ниже.

Часть азота можетъ, однако, ускользнуть отъ поглощенія корнями растений не только при *осеннемъ*, но и при *весеннемъ* удобреніи солями азота.

Не надо забывать, что селитра не теряетъ въ почвѣ подвижности и уносится вмѣстѣ съ просачивающеюся въ почву водою. Чѣмъ больше промежутковъ времени между внесеніемъ селитры въ почву и поглощеніемъ азота растеніемъ, чѣмъ болѣе проницаема почва для воды; чѣмъ значителнѣе взятое количество селитры; чѣмъ больше выпадаетъ дождя на почву,—тѣмъ скорѣе можно опасаться просачиванія азота въ столь глубокіе слои, что корни растений уже не будутъ въ состояніи воспользоваться этимъ азотомъ. Если-же селитру брать въ видѣ поверхностнаго удобренія и разбрасывать ее на почву, уже занятую растениями, которыя скоро могутъ поглотить азотъ, то потеря отъ просачиванія будетъ вполне или въ значительной степени устранена. Многіе боятся, однако, пользоваться селитрой какъ поверхностнымъ удобреніемъ, полагая, что азотъ поступитъ въ такомъ случаѣ слишкомъ поздно въ распоряженіе растений. Культурныя растенія, созрѣваніе которыхъ желаютъ ускорить—напр., свекловицу и картофель—совсѣмъ, поэтому, не удобряютъ селитрой поверхностно, а колосовые хлѣба только развѣ, когда явится надобность ввести дополнительное удобреніе.

Такая точка зрѣнія будетъ во многихъ случаяхъ вполне правильной; но чѣмъ ближе изучать этотъ вопросъ, тѣмъ болѣе приходится убѣждаться въ необходимости измѣнять правило, въ зависимости отъ встрѣчающихся въ практикѣ условій.

Чтобы дать растенію селитру какъ можно *раньше* и заставить его поглотить, по возможности, все количество селитры, далеко не *всегда* необходимо вносить удобреніе въ почву *при посѣвѣ* (напр., подъ яровые хлѣба, свекловицу, картофель, морковь, рапсъ, ленъ).

Укажу здѣсь на слѣдующія соображенія.

Между моментомъ внесенія въ почву сѣмянъ и появленіемъ растений проходитъ у рапса и льна около недѣли, у хлѣбовъ отъ 10 до 12 дней, а у моркови, свеклы и картофеля иногда даже нѣсколько недѣль, а послѣ появленія всходовъ проходитъ еще отъ 4 до 8 дней, прежде чѣмъ растенія приобретутъ способность поглощать азотъ. Если въ теченіе этого времени выпадетъ много дождя и влагоемкость почвы не велика, то селитра будетъ смыта въ нижніе слои, отчасти ускользнетъ отъ поглощенія корнями растений

или начнетъ дѣйствовать, какъ я это не разъ наблюдалъ, иногда на двѣ недѣли позже амміачной соли, внесенной въ почву одновременно, но связываемой, поглощаемой ею.

Сказанное особенно важно для растеній, сѣмена которыхъ всходятъ медленно.

На морковь, напр., селитра оказала очень слабое дѣйствіе, когда она была внесена въ почву за день до посѣва, тогда какъ дѣйствіе селитры было весьма замѣтно въ тѣхъ случаяхъ когда ее разсыпали по всходамъ моркови.

Если брать селитры очень *много*, то все количество этого удобрения можетъ быть поглощено растеніями лишь *исподоволь*, но пока еще не весь азотъ поглощенъ растеніями, часть его, остающаяся въ почвѣ, можетъ быть водою унесена.

Все это заставляетъ задуматься надъ вопросомъ, *во всѣхъ-ли случаяхъ* рационально вносить чилийскую селитру передъ самымъ посѣвомъ яровыхъ растеній.

Между двумя крайностями, между *задѣлкой* селитры передъ посѣвомъ, съ одной стороны, и *поверхностнымъ удобрениемъ* ею, съ другой, лежитъ цѣлый рядъ переходовъ. Селитру можно разбросать по поверхности черезъ недѣлю или двѣ недѣли послѣ посѣва; можно также часть предположеннаго количества селитры внести въ почву съ сѣменами, другую часть разбросать черезъ нѣсколько времени послѣ посѣва, а остатокъ употребить какъ поверхностное удобрение. Такое удобрение *частями* важно будетъ особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ брать много селитры, которую растенія не могли бы скоро поглотить.

Если половина всего количества селитры будетъ внесена въ самую почву, а другая половина разбросана по поверхности, то можно вполне надѣяться, что азотъ будетъ утилизировать достаточно *своевременно* и достаточно *совершенно*. Въ случаѣ выпаденія послѣ посѣва обильнаго дождя, который унесетъ въ глубь заѣланную въ почву селитру, ее замѣнить селитра, разбросанная по поверхности на одну или двѣ недѣли позднѣе; эта селитра будетъ тогда поглощена растеніями, вызоветъ быстрое развитіе ихъ листы и *корней*, а эти послѣдніе скоро настигнуть и всосутъ селитру, смытую вглубь. Если же послѣ посѣва даждя *не* будетъ, то селитра останется на мѣстѣ и послужитъ для первоначальнаго питанія растенія, позднѣе-же поступитъ въ почву и часть селитры, разбросанная по поверхности, такъ какъ для растворенія этой части тѣмъ временемъ успѣетъ выпасть достаточно дождя.

Замѣчу еще разъ, что подобныя предосторожности слѣдуетъ принимать только на *легкихъ, проницаемыхъ* почвахъ, тогда какъ на почвахъ тяжелыхъ вѣтъ основаній опасаться просачиванія селитры въ слишкомъ глубоке слои.

Замѣчу также, что просачиванія азота вглубь можно отчасти избѣжать, если легкія, очень проницаемыя почвы удобрять не селитрой, а *амміачной* солью, о дѣйствиіи и примѣненіи которой будетъ сказано ниже.

Предлагая примѣнять чилийскую селитру частями, я долженъ остановиться на вопросѣ:

14. При какихъ условіяхъ удобреніе азотомъ дѣйствуетъ сильнѣе на образованіе соломы, чѣмъ на образованіе зерна

Если колосовой хлѣбъ, напр., ячмень, удобрять селитрой, то ячмень будетъ расходовать азотъ на образованіе зерна и соломы, причемъ на каждые 100 кило зерна приходится обыкновенно 150 кило соломы.

Отношеніе это, однако, не постоянное, такъ какъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ соломы получается больше. Въ сочиненіи Штутцера (Stutzer) о чилийской селитрѣ приводятся примѣры, въ которыхъ удобреніе азотомъ сильнѣе повышало урожай соломы, чѣмъ это соответствуетъ отношенію 100 кило зерна къ 150 кило соломы; такъ 100 кило зерна отвѣчали слѣдующія количества соломы:

270	кило	соломы	(среднее изъ 2 опытовъ Меркера)
310	»	»	» 2 » »
350	»	»	(опытъ Эммерлинга и Логеса)
420	»	»	» Ветерлинга)
470	»	»	(среднее изъ 12 опытовъ Меркера)
740	»	»	» 11 » »

Ясно, что удобреніе селитрой можетъ способствовать образованію соломы, въ ущербъ образованію зерна, что, конечно, весьма *невыгодно*. По таблицамъ Э. Ф. Вольфа,

100	кило	ячменной	соломы	содержать,	въ	среднемъ,	0,64	кило	азота
100	»	»	зерна	»	»	»	1,60	»	»

Изъ 10 кило азота можно, поэтому, получить 1560 кило соломы или 625 кило зерна. Но какая разница въ рыночной стоимости этихъ продуктовъ! 1560 кило ячменной соломы едва-ли стоятъ болѣе 30—40 марокъ, тогда какъ 625 кило зерна, получаемыя изъ

того-же количества азота, имѣють слишкомъ вдвое большую рыночную стоимость.

Такимъ образомъ, азотъ, идущій на образованіе соломы, выручаетъ *вдвое* меньше азота, идущаго на образованіе зерна.

Весьма важное значеніе имѣетъ, поэтому, слѣдующій вопросъ:

Почему изъ каждаго 100 частей поглощеннаго азота колосовые хлѣба расходуютъ на образованіе зерна то 60, то 50, то всего 40 частей, а остальное идетъ на образованіе соломы? Чѣмъ объяснить это явленіе и нѣтъ-ли средствъ, которыя могли-бы заставить растение расходовать поглощенный изъ почвы азотъ преимущественно на образованіе зерна?

Здѣсь невольно вспоминается старое правило удобренія: *«удобреніе азотомъ способствуетъ образованію листьевъ, а удобреніе фосфорной кислотой образованію зерна»*. Это правило на столько вошло въ кровь и плоть хозяевъ, оно считается столь безошибочнымъ, что надъ нимъ и не задумываются.

Но оно не вполне вѣрно.

Для рѣшенія вопроса, повышаетъ-ли удобреніе азотомъ урожай соломы и зерна равномерно и не способствуетъ-ли оно усиленному образованію соломы, въ ущербъ образованію зерна, у меня имѣется большое число опытовъ, не менѣе 837 отдѣльныхъ опытовъ, выполненныхъ какъ на участкахъ, такъ и въ горшкахъ, притомъ при самыхъ разнообразныхъ условіяхъ.

Помѣщая здѣсь сводку среднихъ чиселъ. (См. табл. на стр. 109).

Общій выводъ изъ этихъ чиселъ я выражу слѣдующими двумя положеніями.

1) Мнѣніе, будто чилийская селитра или другое азотистое удобреніе производитъ на развитіе колосовыхъ хлѣбовъ фізіологическое вліяніе, проявляющееся въ одностороннемъ образованіи соломы, не вѣрно.

2) Если послѣ удобренія азотомъ развитіе растений будетъ идти болѣе *равномерно* въ теченіи всего періода произрастанія или, напротивъ, это удобреніе вызоветъ неравномерное развитіе растений, ускоряя, напр., *первыя* стадіи его или-же *послѣднія*, то вмѣстѣ съ этимъ, измѣнится и отношеніе между соломой и зерномъ, притомъ, *то въ пользу образованія зерна, то въ пользу образованія соломы*.

Азотъ способствуетъ одностороннему образованію соломы, если усиленное питаніе растений придется на *первыя* стадіи развитія, тогда какъ въ случаѣ усиленнаго питанія растений въ *позднѣйшія*

Рядъ опы- товъ.	О в е с ь.		Рядъ опы- товъ.	О в е с ь.	
	На каждые 100 ч. соломы получено зерна частей.			На каждые 100 ч. соломы получено зерна частей.	
	Безъ удобре- нія азотомъ.	Послѣ удоб- ренія азо- томъ.		Безъ удоб- ренія азотомъ.	Послѣ удоб- ренія азотомъ.
14	55	51	39a	43	68
13	54	55	39a	48	71
6	59	57	31b	51	68
7 и 8	44	72	16	53	55
12	61	71	3a	51	66
34a	57	87	3b	63	72
34b	47	80	4c	44	80
41a	43	70			
9b	64	77			
Р о ж ь.			Пшеница.		
7 и 8	46	53	15	33	38
17	35	39	7 и 8	54	59
41a	42	45	34a	56	63
41b	50	40	41a	42	47
9a	49	53	41b	58	46
10a	44	45	10b	57	57
12	39	49	30a	51	56
			31a	51	51
Я ч м е н ь.					
15	42	61			
7 и 8	70	81			
34a	70	74			
34b	61	65			
41a	41	58			
60	59	67			

стадіи ихъ развитія, азотъ пойдетъ преимущественно на образова-
ніе зерна.

Слѣдующая таблица подтвердитъ сказанное. (См. табл. на стр. 110).

При помощи удобренія азотомъ, можно, такимъ образомъ, выз-
вать одностороннее повышеніе урожая не только *соломы*, но и *зерна*.
При помощи удобренія фосфорной кислотой можно также вызвать
одностороннее повышеніе урожая не только зерна, но и *соломы*.
Усиленное развитіе листовыхъ органовъ и полеганіе можно правда
вызвать азотистымъ удобреніемъ, но въ такой-же степени и удоб-
реніемъ *фосфорной кислотой*.

Удобреніе азотомъ не оказываетъ специфическаго вліянія на
развитіе листы, также какъ удобреніе фосфорной кислотой не ока-
зываетъ такого вліянія на развитіе зерна.

П ш е н и ц а.					О в е с ь.		
Рядъ опытовъ 35.					Рядъ опытовъ 18.		
Удобрение азотомъ въ граммахъ на сосудъ.					Удобрение азотомъ въ граммахъ на сосудъ.		
27 апр.	26 мая.	15 июня.	На каждые 100 частей соломъ полу-чено зерна частей.		На каждые 100 частей соломъ полу-чено зерна частей.		
Азотъ въ видѣ азотно-кислаго натра (чил. селитры).					Внесены при посѣвѣ		
0	0	0	59	Азотъ въ видѣ азотно-кислаго натра (чил. селитры).	0,098	48	
6	—	—	62			49	
4	2	—	63			50	
4	—	2	64			56	
2	4	—	64		Половина при посѣвѣ другая половина послѣ кущенія.	0,098	53
2	2	2	66			0,172	52
2	—	4	66			0,246	54
—	6	—	64				
—	4	2	70	Азотъ въ видѣ сѣрно-кислаго аммонія.	0,098	55	
—	2	4	76			0,172	57
—	—	6	71			0,246	58
6	—	—	62			0,098	62
4	2	—	60		Во время колосненія.	0,172	63
2	2	2	65			0,246	67
—	6	—	72				
—	2	4	75				

Здѣсь было забыто старое правило Либиха, гласящее:

«Растеніе живетъ не на счетъ отдѣльныхъ питательныхъ веществъ, а на счетъ пищи, состоящей изъ питательныхъ веществъ, причемъ каждая составная часть этой пищи вліяетъ лишь какъ членъ, дополняющій цѣлое».

Азотъ не можетъ образовать листьевъ и стеблей, если нѣтъ фосфорной кислоты; точно также растеніе изъ фосфорной кислоты не можетъ образовать зерна, если нѣтъ достаточнаго количества столь же необходимаго азота и всѣхъ другихъ питательныхъ веществъ. Азотъ самъ по себѣ не дѣйствуетъ. Если послѣ удобренія азотомъ произойдетъ усиленное развитіе листвы, то оно было вызвано не однимъ азотомъ, а обиліемъ растворимой пищи, необходимой составной частью которой является, кромѣ фосфорной кислоты, кали, извести и пр., еще и азотъ.

Столь рѣзко бросающагося въ глаза роскошнаго развитія растеній, которое принято считать результатомъ дѣйствія азота, совсѣмъ не наблюдается, если нѣтъ соответствующаго количества фосфорной кислоты, дѣйствующей совмѣстно съ азотомъ.

Какъ мною уже замѣчено, на почвѣ бѣдной фосфорной кислотой, даже *обильное* удобреніе азотомъ оказалось безъ вліянія. Только когда растенія, достигшія шестинедѣльнаго возраста и имѣвшія чрезвычайно угнетенный видъ, были удобрены небольшимъ количествомъ фосфорной кислоты, азотъ началъ дѣйствовать, такъ что послѣ удобренія фосфорной кислотой наступило столь-же быстрое развитіе растеній, какое обыкновенно наблюдается послѣ удобренія азотомъ.

Хозяину лишь рѣдко приходится видѣть такое быстрое и интенсивное дѣйствіе фосфорной кислоты, потому что почва, насыщенная азотомъ, но бѣдная фосфорной кислотой, встрѣчается на практикѣ гораздо рѣже, чѣмъ почва, обогащенная фосфорной кислотой, но бѣдная азотомъ.

Специфическаго дѣйствія азота на развитіе листы или на развитіе зерна совсѣмъ не существуетъ.

Если сельскохозяйственная практика нашла, что обильное удобреніе азотомъ, внесенное при самомъ посѣвѣ, вызываетъ усиленное образованіе соломы, то объяснить это явленіе не трудно, такъ какъ оно обуславливается различіями въ питаніи растенія *почвеннымъ азотомъ* и питаніемъ его *чилійской селитрой*.

Посмотримъ, какъ идетъ питаніе растеній азотомъ на почвѣ, не удобренной солями азота, но плодородной и находящейся въ полной силѣ. Почва содержитъ азотъ въ видѣ органическихъ, трудно растворимыхъ, соединений. Изъ этого запаса почва ежедневно вырабатываетъ небольшое количество азотной кислоты, которое и поступаетъ ежедневно въ распоряженіе растеній. Почва какъ бы *кормитъ* растенія, притомъ весьма равномерно.

Другое дѣло, если растенію дать большое количество селитры при посѣвѣ. Мы здѣсь разомъ, притомъ въ удобоусвояемомъ видѣ, даемъ растенію *все количество азота*, которое должно хватить на цѣлое лѣто. Мы питаемъ растеніе не *постепенно*, не даемъ ему азотъ ежедневными небольшими порціями, а предоставляемъ растенію поглощать этотъ азотъ изъ обильнаго запаса во всякое время столько, сколько оно найдетъ нужнымъ.

Отсюда происходитъ весьма существенное измѣненіе въ условіяхъ питанія. При питаніи почвеннымъ азотомъ, развитіе обыкновенно идетъ въ зависимости отъ количества азота, ежедневно переходящаго въ растворимое состояніе; при питаніи же чилійской селитрой имѣется всегда *избытокъ* растворимаго азота, и потому, пока этотъ избытокъ не истощенъ, развитіе растенія регулируется не азотомъ

а ежедневно доступнымъ растенію количествомъ фосфорной кислоты и кали или другими факторами произрастанія, влагой, теплотой, свѣтомъ и пр. Когда избытокъ азота будетъ израсходованъ, развитіе растенія снова дѣлается зависимымъ отъ количества почвеннаго азота, ежедневно переходящаго въ растворимое состояніе.

Вотъ ключъ къ пониманію всѣхъ результатовъ удобренія азотомъ, кажущихся подъ-часъ весьма странными и загадочными.

Если взятой селитры и имѣющагося въ почвѣ запаса азота недостаточно для правильнаго питанія растенія въ теченіе всего его развитія, то произойдетъ усиленное образованіе соломы, если-же количество селитры увеличить, то увеличится и относительный урожай зерна.

Этотъ результатъ вполне установленъ нашими изслѣдованіями, приведенными выше и провѣренъ опытами при самыхъ разнообразныхъ условіяхъ—на участкахъ, въ сосудахъ, на различныхъ почвахъ, съ различными растеніями, въ разные годы, съ различными родами азотистаго удобренія и при различномъ количествѣ удобренія.

Если-же въ сельскохозяйственной практикѣ наблюдаются случаи, когда большія дачи азота повышали урожай соломы въ ущербъ урожаю зерна, то объяснять это явленіе не трудно. Вызывается оно, главнымъ образомъ, двумя причинами: *недостаткомъ воды* во время образованія плода и *полеганіемъ* растеній.

При достаточномъ, съ самаго начала развитія, количествѣ влаги и питательныхъ веществъ, растеніе развивается «нормально», такъ что и отношеніе соломы къ зерну будетъ нормальное. Если-же во время образованія плода обнаружится недостатокъ почвенной влаги или если послѣ сильныхъ ливней произойдетъ, такъ называемое, полеганіе, такъ что дальнѣйшее развитіе растеній уже не будетъ идти нормально, то, понятно, и отношеніе между соломой и зерномъ не останется нормальнымъ. Въ такихъ случаяхъ получится сравнительно больше соломы, чѣмъ зерна. Удобреніе селитрой—особенно если все количество ея было внесено при посѣвѣ—усиливаетъ кущеніе и вызываетъ роскошное развитіе растеній, на что идетъ много воды; такія растенія легко полегаютъ, почему на практикѣ послѣ обильнаго удобренія селитрой весьма часто наблюдается одностороннее повышеніе урожая соломы.

Удобреніе азотомъ способствуетъ усиленному и роскошному *общему* развитію растеній; только когда равномерному питанію растеній или образованію азота препятствуютъ какія-либо особыя условія (засуха, полеганіе), происходитъ *измѣненіе* въ нормальномъ

отношеніи между соломою и зерномъ. Въ зависимости отъ данныхъ условій, преобладаніе можетъ получить въ одномъ случаѣ образованіе зерна, а въ другомъ соломы. Спрашивается, однако:

15. Какъ заставить растенія расходовать азотъ преимущественно на образованіе зерна?

Питаніе колосовыхъ хлѣбовъ надо вести такъ, чтобы оно какъ можно ближе подходило къ питанію ихъ на богатой гумусомъ, тучной, съ хорошимъ запасомъ органическаго азота, почвѣ, причемъ усиливать развитіе слѣдуетъ въ періодъ послѣ кушенія.

Возможно больше зерна при наименьшемъ количествѣ стеблей—вотъ цѣль рациональнаго питанія азотомъ и правильнаго воспитанія колосовыхъ хлѣбовъ. Кушеніе хлѣбныхъ злаковъ, какъ извѣстно, ограничено извѣстнымъ періодомъ развитія растеній, послѣ чего увеличеніе количества стеблей прекращается. Если теперь удобрить растеніе азотомъ, то онъ пойдетъ главнымъ образомъ на укрѣпленіе соломины и на питаніе плода, тогда какъ азотъ, внесенный до начала и въ теченіи періода кушенія, вызоветъ и увеличеніе числа стеблей.

Отсюда вытекаетъ слѣдующее правило: до окончанія періода кушенія берутъ лишь столько растворимаго азота, сколько необходимо для полученія наиболѣе выгоднаго количества стеблей, а по окончаніи этого періода столько, сколько нужно для укрѣпленія стебля и образованія плода.

Знаю, что это легче сказать, чѣмъ выполнить, но необходимо уяснить себѣ самый *принципъ*. На сколько выполнимо требованіе принципа, вопросъ уже другой.

Приведу нѣсколько примѣровъ, иллюстрирующихъ сказанное.

Когда почва не истощена или обогащена азотомъ предшествующею культурою бобовыхъ, то въ большинствѣ случаевъ не представится надобности способствовать кушенію дачей селитры или аммиачной соли, такъ какъ для образованія стеблей въ почвѣ будетъ уже достаточно азота. Азотъ вносится только по окончаніи періода кушенія, когда уже не будетъ основаній опасаться полеганія хлѣбовъ. Укажу здѣсь на результаты опытовъ удобренія озимой пшеницы, полученные Гейне (Эмерслебенъ) ¹⁾.

Лишь не хотя онъ рѣшился совсѣмъ не удобрять азотомъ пшеницу съ осени, а внести это удобреніе только весною, въ маѣ.

¹⁾ Deutsche Landw. Presse, 1886, № 33.

Удобреніе азотомъ.

Оказалось, что при столь позднемъ удобреніи результатъ получился болѣе благопріятный, чѣмъ при удобреніи въ февралѣ, мартѣ, апрѣлѣ или-же осенью.

Гейне говоритъ по этому поводу слѣдующее:

«На вопросъ о томъ, въ какое время слѣдуетъ давать селитру, опыты даютъ отвѣтъ, совершенно противорѣчащій господствовавшему прежде взгляду; они *нисколько* не подтверждаютъ мнѣнія, будто поверхностное удобреніе селитрой слѣдуетъ примѣнять какъ можно раньше весною. Напротивъ, чилійская селитра болѣе всего повышала урожай зерна, когда ее брали въ началѣ мая, уже въ весьма поздній періодъ развитія растений».

Отсюда, само собою разумѣется, еще не слѣдуетъ, чтобы удобреніе озимой пшеницы въ маѣ было всегда и во всѣхъ случаяхъ наиболѣе правильнымъ. Да такое шаблонное правило нисколько и не отвѣчало бы приведенному выше принципу. Я сейчасъ укажу на примѣръ, въ которомъ это правило было бы совершенно не примѣнимо.

Положимъ, мы имѣемъ дѣло съ почвой, весьма бѣдной азотомъ, на которой требуется, для полученія максимальнаго урожая пшеницы, удобреніе въ 600 кило чил. селитры.

Если бы мы послѣдовали примѣру Гейне и внесли всѣ эти 600 кило въ маѣ, то результатъ получился бы очень плохой, потому что на столь бѣдной почвѣ растенія страдали бы долго отъ недостатка азота и плохо кустились бы.

Съ другой стороны, если бы мы всѣ 600 кило селитры внесли осенью или ранней весною, то результатъ также получился бы плохой, такъ какъ столь значительное количество растворимаго азота вызвало бы полеганіе. Правильнѣе всего было бы при данныхъ условіяхъ примѣненіе удобренія по частямъ, около $\frac{1}{6}$ части осенью, $\frac{2}{6}$ въ мартѣ, $\frac{3}{6}$ въ маѣ.

Подобные случаи встрѣчаются, полагаю, нерѣдко. Въ почвѣ азота мало; предѣльный урожай желаютъ получить примѣненіемъ селитры, но цѣль не достигается, потому что количество селитры, необходимое для полученія предѣльнаго урожая, вызываетъ полеганіе; питаніе растеній было здѣсь рано форсировано, такъ что развилось слишкомъ много стеблей. Если питаніе усилить въ періодъ, слѣдующій за кущеніемъ, то стебли, стоящіе не такъ густо и не страдающіе отъ недостатка свѣта усилятся, окрѣпнутъ, приобретутъ большую устойчивость и дадутъ болѣе крупные и тяжелые колосья. При этомъ необходимо, однако, чтобы почва была *богата фосфоромъ*.

ной кислотой и содержала достаточное количество кали, ибо чѣмъ позднѣе внесена селитра, тѣмъ быстрѣе ее должно будетъ переработать растеніе, а для этого оно должно получить возможность поглощать въ короткій промежутокъ времени, сравнительно, много фосфорной кислоты.

Приведу здѣсь изъ нашихъ опытовъ нѣсколько результатовъ, касающихся данного вопроса. При этихъ опытахъ одно и то-же количество азота (чилійская селитра въ 3 различныхъ дачахъ) вносилось подъ овесъ

- а) при посѣвѣ;
- б) половина при посѣвѣ, другая половина послѣ кущенія;
- в) послѣ кущенія;
- г) при началѣ колошенія.

На каждыя 100 частей соломы получено, въ среднемъ:

въ случаѣ а)	52 ч.	зерна
» » б)	53 »	»
» » в)	57 »	»
» » г)	64 »	»

Какъ видно изъ таблицы, чѣмъ позднѣе примѣнялось удобреніе азотомъ, тѣмъ меньше получалось соломы и тѣмъ больше зерна. Кромѣ того, оказалось, что селитра утилизируется тѣмъ хуже, чѣмъ позднѣе ее вносить. Да это и понятно.

Чѣмъ старше становится растеніе, чѣмъ ближе періодъ образованія плода, тѣмъ меньшія количества азота оно способно поглощать и переработать, гѣмъ меньше остается времени до того момента, когда питательныя вещества уже совсѣмъ перестанутъ перерабатываться.

Въ одномъ рядѣ опытовъ одно и то-же количество селитры варіировалось десятью различными способами. Въ однихъ случаяхъ все количество азота примѣнялось сразу, въ апрѣлѣ, маѣ или іюнѣ, въ другихъ азотъ вносился (подъ яровую пшеницу) *частями* въ апрѣлѣ, маѣ и іюнѣ, притомъ каждый разъ то въ большемъ, то въ меньшемъ количествѣ.

Количество азота, полученное въ урожаѣ, не подвергалось большимъ колебаніямъ. Даже въ томъ случаѣ, когда все количество его было внесено очень поздно, только 15 іюня, растеніе поглотило азота не меньше, чѣмъ во всѣхъ другихъ опытахъ. Изъ каждыхъ 100 частей азота 60 частей вернулись въ солому и зернѣ.

Количество продуктовъ урожая, выработанное изъ поглощен-

наго азота, было при этомъ, однако, весьма различное. Изъ каждаго грамма азота получено больше всего продуктовъ въ томъ случаѣ, когда растенія начали *рано* питаться азотомъ, а меньше всего, когда азотъ вносился *поздно*. Урожай соломы падаетъ съ 39 до 19 гр., а урожай зерна съ 35 до 15. *Относительный-же* урожай зерна увеличивается по мѣрѣ приближенія момента усиленнаго питанія къ *позднѣйшимъ* стадіямъ развитія растеній. Онъ повышается съ 62 ч. до 76 частей зерна на 100 частей соломы.

При другихъ опытахъ вмѣстѣ съ увеличеніемъ количества зеленого удобрения повысился относительный урожай зерна съ 61 части до 70 и 84 частей овса зерномъ на 100 частей соломы и съ 41 части до 86 и 92 ч. овса зерномъ на тѣ же 100 ч. соломы.

Опыты эти вполне, такимъ образомъ, подтверждаютъ высказанное выше правило, по которому слѣдуетъ заботиться о возможно равномерномъ питаніи хлѣбныхъ злаковъ, пріемъ усиленное питаніе должно приходиться, по возможности, на періодъ послѣ купченія растеній.

Но тутъ возникаетъ вопросъ:

15а. Какъ достигнуть возможно равномернаго питанія растеній азотомъ на легкихъ, бѣдныхъ азотомъ, почвахъ?

Достигнуть питанія растенія азотомъ, возможно близкаго къ *естественнымъ* условіямъ, такъ чтобы растенія снабжались растворимымъ азотомъ непрерывно до времени образованія плода, особенно важно—хотя и трудно выполнимо—въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится имѣть дѣло съ *легкой* и тощей почвой, требующей много азота, но допускающей скорое просачиваніе его. Если бы мы могли располагать большимъ количествомъ *органическаго*, растворяющагося постепенно и равномерно дѣйствующаго азота, то выполнить это требованіе было бы не трудно. Но органическій азотъ въ видѣ хлѣбнаго навоза, костяной, мясной, рыбной, кровяной и роговой муки, шерстяной пыли, частью въ видѣ перувианскаго гуано, не всегда можно пріобрѣсти въ достаточномъ количествѣ и по доступнымъ цѣнамъ. За то мы можемъ пользоваться *зеленымъ удобреніемъ*, благодаря которому поле обогащается органическимъ, получаемымъ изъ самаго дешеваго источника, азотомъ. Ниже я вернусь еще къ зеленому удобренію, имѣющему громадное значеніе, здѣсь же замѣчу лишь слѣдующее:

Различные, частью мѣстные, частью экономическіе расчеты нерѣдко удерживаютъ хозяевъ отъ воздѣлыванія на зеленое удобре-

нѣ настоящихъ *азотособирателей* (гороха, клевера, люпиновъ, се-раделлы), замѣняемыхъ гречихой, *рапсомъ* или *бѣлой горчицей*. Преимущество этихъ растеній заключается въ томъ, что, развиваясь очень быстро, они даже при сравнительно позднемъ посѣвѣ могутъ дать большое количество растительнаго вещества; но они не принадлежатъ къ *азотособирателямъ*.

Въ докладѣ своемъ о зеленомъ удобреніи проф. Меркеръ ¹⁾ говоритъ, что объ азотособирающихъ свойствахъ рапса и горчицы ничего неизвѣстно, но что такого свойства нельзя и отрицать въ этихъ растеніяхъ. Слова эти находятъ себѣ подтвержденіе въ опытахъ моихъ, о которыхъ я говорилъ выше; они показали, что данныя растенія не обладаютъ способностью поглощать азотъ изъ атмосферы, что они не азотособиратели и ничѣмъ въ этомъ отношеніи не отличаются отъ злаковъ и другихъ азотопотребителей.

Если ихъ разводить на зеленое удобреніе, то они не обогащаютъ почвы атмосфернымъ азотомъ, а живутъ на счетъ почвеннаго азота; они обогащаютъ ее только въ томъ отношеніи, что собираютъ и предохраняютъ отъ просачиванія азотъ, уже заключающійся въ почвѣ и переходящій въ теченіе осеннихъ мѣсяцевъ въ растворимое состояніе.

Бѣлая горчица развивается съ поразительной быстротой, если ее удобрить селитрой или амміачной солью. Спрашивается, поэтому:

Не слѣдуетъ ли въ некоторыхъ случаяхъ переводить назначенныя для весенняго удобренія растеній селитру и амміачную соль въ органическій азотъ, пользуясь для этого бѣлой горчицей и внося удобреніе съ осени?

Этотъ приемъ представлялъ бы слѣдующія выгоды:

1) Мы достигли бы болѣе равномѣрнаго питанія растеній азотомъ, которое было бы и болѣе обезпечено и болѣе отвѣчало естественнымъ условіямъ питанія на плодородной почвѣ.

2) Мы могли бы съ меньшими затрудненіями и меньшимъ рискомъ примѣнить значительно большее количество удобренія. Перевести 800 кило чилийской селитры или 600 кило амміачной соли осенью при посредствѣ бѣлой горчицы въ органическій азотъ не представляетъ затрудненій, тогда какъ очень трудно правильно и совершенно использовать такое количество азота при непосредственномъ удобреніи хлѣбовъ.

¹⁾ Mittheil. der oekonom. Ges. im Königr. Sachsen. 1887, S. 217.

3) Весьма важно значеніе выработаннаго горчицей органическаго вещества еще въ томъ отношеніи, что, находясь въ почвѣ въ значительномъ количествѣ, оно содѣйствуетъ разрыхленію почвы, увеличенію ея водоемкости и вывѣтриванію составныхъ ея частей.

4) *Затѣненіе почвы* также представляетъ существенныя выгоды, такъ какъ однимъ изъ лучшихъ средствъ для уничтоженія пырея можетъ служить бѣлая горчица, быстро одѣвающая почву густымъ покровомъ.

Всѣмъ этимъ преимуществамъ метода надо, однако, противопоставить весьма важное соображеніе: Не будутъ ли *потери азота*, связаннаыя съ переводомъ селитры въ органическій азотъ и этого послѣдняго обратно въ амміакъ и селитру, на столько велики, что прямое примѣненіе амміачной соли и селитры окажется выгоднѣе?

Этотъ вопросъ долженъ рѣшиться точный опытъ.

Въ августѣ и сентябрѣ была на участкахъ и въ сосудахъ посеяна бѣлая горчица, которую въ октябрѣ и ноябрѣ скосили и задылали на зеленое удобреніе подъ яровое (пшеница, овесъ) слѣдующаго года. Азотистое удобреніе (чилийская селитра въ возрастающемъ количествѣ) было частью внесено осенью подъ бѣлую горчицу, частью весною подъ главный хлѣбъ.

Средніе результаты этихъ опытовъ приводятся ниже.

I. Рядъ опытовъ 30а.

Опыты на участкахъ; главный хлѣбъ—яровая пшеница.

	Удобрено азотомъ въ видѣ азотнокислаго натра гр.	Средній урожай сухаго вещества.		Изъ каждаго 100 частей внесеннаго съ удобрениемъ азота въ урожай получено обратно:
		Соломы. гр.	Зерна. гр.	
Осенью подъ бѣлую горчицу	0	83,0	42,1	—
	2,5	95,5	50,5	3
	5,0	122,4	62,7	8
	7,5	160,6	88,4	12
	10,0	191,3	104,9	13
Весною прямо подъ яровую пшеницу.	2,5	217,4	109,8	59
	5,0	272,9	158,2	64
	7,5	299,6	182,0	64
	10,0	307,1	188,3	61

II. Рядъ опытовъ 31 а.

Осенью подъ бѣлую горчицу	0	15,5	7,8	—
	0,5	31,0	16,1	35
	1,0	47,1	22,9	35
	1,5	69,1	36,2	43
	2,0	96,9	47,3	47

Весною прямо	0,5	42,2	23,1	64
подъ яровую	1,0	71,0	38,4	67
пшеницу	1,5	93,4	43,4	66
	2,0	108,2	52,2	69

III. Рядъ опытовъ 31 е.

Продолженіе ряда опытовъ 31 а въ такихъ же сосудахъ. Главный хлѣбъ овесъ.

	0	9,8	5,0	—
Осенью прямо	0,5	18,2	11,0	21
подъ бѣлую горчицу	1,0	32,8	22,2	29
	1,5	53,0	36,5	33
	2,0	71,1	51,8	36
Весною прямо	0,5	55,1	32,0	82
подъ овесъ	1,0	96,4	63,8	86
	1,5	132,6	93,6	87
	2,0	167,2	124,8	88

Достаточно одного взгляда на эти таблицы, чтобы убѣдиться, что азотъ, переведенный бѣлой горчицей въ органическое вещество, дѣйствовалъ гораздо слабѣ азота, внесеннаго прямо подъ колосовой хлѣбъ. Если урожай союмы и зерна, полученный при весеннемъ удобреніи селитрой, принять равнымъ 100, то азотъ, переведенный осенью въ органическое вещество бѣлой горчицей, далъ, въ среднемъ изъ всѣхъ опытовъ, 39 частей соломы и 37 частей зерна.

Результаты эти заставляютъ насъ признать совершенно *невыгоднымъ* удобреніе бѣлой горчицы селитрой, не смотря на косвенныя выгоды этого према, заключающіяся въ обогащеніи почвы органическомъ веществомъ, въ ускореніи вывѣтриванія и въ уничтоженіи сорныхъ травъ.

Если осенью предлагаютъ разводить на зеленое удобреніе, вмѣсто настоящихъ азотособирателей, т. е., люпиновъ, сераделлы, вики и гороха, горчицу, гречиху, рапсъ и т. п. растенія, чтобы превратить въ органическое вещество заключающійся въ почвѣ растворимый азотъ и этимъ предотвратить просачиваніе его въ почву, то растенія надо разводить безъ удобренія селитрой, которую лучше внести прямо подъ яровой хлѣбъ.

Опыты наши мы еще будемъ продолжать нѣсколько лѣтъ на тѣхъ же участкахъ и въ тѣхъ же сосудахъ, чтобы опредѣлить, не оказываетъ-ли азотъ, переведенный въ органическое, медленно разлагающееся вещество, вліянія позднѣе, такъ какъ въ первый же годъ послѣ зеленого удобренія этотъ азотъ, быть можетъ, и не успѣлъ еще проявить своего дѣйствія. Результаты опытовъ 1890 и

1891 годовъ заставляютъ насъ, однако, думать, что «дополнительное дѣйствіе» органическаго вещества очень *невелико* и что результаты дальнѣйшихъ опытовъ едва-ли измѣнятъ полученный ранѣе выводъ.

На этомъ я могъ бы покончить съ вопросомъ. Я останавлиюсь, однако, еще на двухъ другихъ вопросахъ, возникающихъ при ближайшемъ ознакомленіи съ результатами опытовъ 30 и 31 рядовъ. Оказывается, что при опытахъ на участкахъ удобрение горчицы селитрой оказало гораздо меньшее дѣйствіе, чѣмъ при опытахъ въ сосудахъ. Кромѣ того, главный хлѣбъ хуже использовалъ азотъ, внесенный подъ горчицу въ небольшомъ количествѣ, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда азота было взято больше.

На каждые 100 гр. внесеннаго въ почву азота въ урожаѣ получено обратно:

І. При опытахъ на участкахъ:

- а) когда азотъ вносился подъ горчицу 9 гр. азота
б) » » » прямо подъ пшеницу. . . 62 » »

ІІ. При опытахъ въ сосудахъ:

- а) когда азотъ вносился подъ горчицу 40 гр. азота
б) » » » прямо подъ пшеницу. . . 67 » »

Чѣмъ объяснить такую разницу въ использованіи азота, внесеннаго подъ горчицу? Быть можетъ, азотъ не былъ сполен поглощенъ горчицей, такъ что онъ въ теченіе зимы пропалъ? Нѣтъ, поглощеніе было, какъ показываетъ опытъ, полное. Урожаи горчицы были послѣ удобрения селитрой весьма значительны, причемъ количество азота въ продуктахъ урожая отвѣчало возможно полному использованію удобрения. Намъ остается допустить, что часть зеленого удобрения успѣла уже осенью перейти въ растворимое состояніе и просочиться въ глубокіе слои почвы, или-же предположить, что въ сосудахъ имѣются условія, болѣе благоприятствующія быстрому разложенію зеленого удобрения, чѣмъ на участкахъ. Болѣе энергичное нагрѣваніе почвы въ сосудахъ могло, пожалуй, ускорить разложеніе органическаго вещества.

Которая изъ этихъ причинъ играетъ въ данномъ случаѣ роль? Я имѣю основаніе думать, что здѣсь дѣйствовали *обѣ* причины. Какъ мы увидимъ ниже, разложеніе органическаго вещества идетъ въ сосудахъ нѣсколько быстрее, чѣмъ на участкахъ, гдѣ почва разлагается медленнѣе. Мы увидимъ, однако, что разница здѣсь не велика и не можетъ объяснить разницы въ приведенныхъ выше числахъ. Приходится, поэтому, допустить вліяніе и второй причины:

въ промежутокъ времени, лежащій между задѣлкой зеленого удобренія и началомъ развитія главнаго хлѣба, часть органическаго азота переходитъ вѣроятно, въ селитру и въ такомъ видѣ вымывается изъ почвы. Подтвержденіемъ сказаннаго служить тотъ фактъ, что дѣйствіе органическаго азота на участкахъ ослабѣваетъ особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда погода поздней осенью и зимою стоитъ сравнительно *теплая*.

Но почему слабое удобреніе горчицы оказалось хуже использованнымъ, чѣмъ удобреніе сильное? Отвѣтитъ на этотъ вопросъ повидимому не такъ легко.

Если растенія *прямо* удобрять возрастающими количествами селитры, не переводя его въ органическій азотъ, то слабыя удобренія обыкновенно нѣсколько лучше утилизируются, чѣмъ сильныя. Это вполне понятно, ибо чѣмъ больше количество удобренія, тѣмъ для растенія труднѣе вполне поглотить и переработать все это количество.

Наши опыты даютъ не мало примѣровъ, гдѣ слабыя удобренія селитрой оказывались использованными лучше сильныхъ. Такъ, въ рядѣ опытовъ 27-мъ изъ каждаго 100 частей азота въ удобреніи урожай (яровой ржи) вернуть:

при удобреніи	0,5	гр. азота	селитры	86	частей азота		
»	»	0,75	»	»	»	77	»
»	»	1,00	»	»	»	72	»
»	»	0,5	» азота	амміака	74	»	»
»	»	0,75	»	»	»	69	»
»	»	1,00	»	»	»	67	»

При удобреніи-же горчицы мы видимъ обратное явленіе, такъ какъ слабое удобреніе ея было хуже использовано слѣдовавшимъ за ней хлѣбомъ, чѣмъ удобреніе сильное.

Изъ каждаго 100 частей внесеннаго подъ горчицу азота урожай яровой пшеницы и овса вернули:

Рядъ опытовъ 31а.				Рядъ опытовъ 31б.			
при удобреніи	0,5	гр. азота	35	частей азота	21	частей азота	
»	»	1,0	»	»	35	»	»
»	»	1,5	»	»	43	»	»
»	»	2,0	»	»	47	»	»

Гдѣ причина такого явленія? Полагаю, она кроется въ слѣдующемъ. Горчица, удобренная 0,5 гр. азота, раньше начала страдать отъ недостатка азота и раньше, поэтому, перестала расти, такъ

что и процесс одеревенѣнія въ ней наступитъ раньше, чѣмъ у горчицы, удобренной 2 гр. азота. Сильнѣе одеревенѣвшее вещество разлагается въ почвѣ медленнѣе одеревенѣвшаго слабѣе, почему азотъ, внесенный подъ горчицу въ небольшомъ количествѣ и оказался использованнымъ хуже.

Разница въ результатахъ опытовъ ряда 31 а и 31в, причемъ въ первомъ случаѣ было, въ среднемъ, использовано 40%, а во второмъ только 30%, объясняется также степенью одеревенѣнія растенія въ обоихъ случаяхъ. Въ рядѣ а горчица развивалась въ болѣе холодные мѣсяцы, съ сентября до конца ноября, а въ рядѣ в съ августа до конца сентября, почему въ первомъ случаѣ получилась горчица менѣе одеревенѣвшая, скорѣе разлагающаяся, чѣмъ во второмъ.

Перехожу затѣмъ къ разсмотрѣнію дальнѣйшихъ вопросовъ.

16 Дѣйствительно ли удобреніе селитрой вызываетъ чрезмѣрное поглощеніе фосфорной кислоты и кали, ослабляя этимъ плодородіе почвы?

Мнѣніе, будто чилийская селитра сильно истощаетъ почву, такъ что послѣдующія растенія плохо удаются и выгоды отъ удобренія дѣлаются сомнительными, теперь высказывается правда, уже рѣдко; тѣмъ не менѣе, я считаю необходимымъ еще разъ провѣрить это мнѣніе и указать на факты, добытые изслѣдованіемъ.

Если удобреніе 100 кило чилийской селитры повышаетъ урожай положимъ на 300 кило овса зерномъ и на 500 кило соломой, то въ этомъ количествѣ заключается около 40 кило кали и $3\frac{1}{2}$ кило фосфорной кислоты, на которыя почва, конечно, стала бѣднѣе, благодаря удобренію селитрой. Повѣстно, что болѣе высокіе урожаи извлекаютъ изъ почвы и болѣе значительныя количества питательныхъ веществъ, почему тѣмъ болѣе значеніе приобретаетъ вопросъ о возстановленіи плодородія почвы, чѣмъ болѣе полученный съ этой почвы урожай. Совершенно нелогично, однако, упрекать чилийскую селитру въ томъ, что она превращаетъ въ растительное вещество запасы питательнаго матеріала почвы, ибо цѣль земледѣлія и заключается вѣдь въ превращеніи сыраго матеріала почвы и удобренія въ возможно большее количество продуктовъ урожая.

Впрочемъ, чилийскую селитру упрекали не въ этомъ и подъ «истощеніемъ» почвы селитрой подразумѣвается нѣчто иное. Полагали, что чилийская селитра растворяетъ питательныя вещества почвы, заставляя этимъ растеніе поглощать изъ почвы больше кали и фосфорной кислоты, чѣмъ необходимо для полученія должнаго

урожая. Если бы это было такъ, то почва, дѣйствительно, истощилась бы, благодаря селитрѣ, сильнѣе, чѣмъ необходимо для ожидаемаго повышенія урожая,—обстоятельство, которое, конечно, нельзя было бы упускать изъ виду при опредѣленіи стоимости удобрения селитрой.

На самомъ дѣлѣ это не только совершенно не вѣрно, но, какъ уже не разъ бывало съ вопросами, касающимися удобрения, — наблюдается даже какъ разъ *противуположное* явленіе.

Уже Шгутцеръ, основываясь на опытахъ Эммерлинга, Логеса, Безелера и Меркера, показалъ, что продукты урожая (ячменя и овса), полученные съ удобрениемъ селитрой, не были богаче кали и фосфорной кислотой, чѣмъ тѣ же продукты, полученные безъ селитры. При употребленіи селитры въ урожай оказалось даже нѣсколько менѣе фосфорной кислоты и кали, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда селитра не примѣнялась, хотя разница и была здѣсь не велика, благодаря малой точности результатовъ полевыхъ опытовъ.

Цѣлымъ рядомъ точныхъ опытовъ мнѣ удалось убѣдиться, что на неудобренныхъ селитрой участкахъ растенія могутъ извлекать изъ почвы больше фосфорной кислоты, чѣмъ на участкахъ удобренныхъ. Результаты этихъ опытовъ слѣдующіе:

	Овесъ зерномъ		Овесъ соломой	
	фосф. кисл.	кали.	фосф. кисл.	кали.
	%	%	%	%
Безъ удобрения	1,24	0,77	0,53	2,32
удобрено азотомъ: въ видѣ чил. селитры . . .	1,24	0,78	0,17	1,93
„ „ „ сѣрнок. аммоніа . . .	1,23	0,78	0,17	2,51
„ „ „ углекисл. „ . . .	1,23	0,75	0,17	2,43
„ „ „ азотнокисл. „ . . .	1,22	0,77	0,17	2,46

Эти числа показываютъ, что содержаніе кали и фосфорной кислоты въ зернѣ не измѣнялось при замѣнѣ селитры сѣрнокислымъ, углекислымъ или азотнокислымъ аммоніемъ. Для соломы получилось такое же совпаденіе, за исключеніемъ двухъ случаевъ:

а) безъ удобрения, содержаніе фосфорной кислоты въ соломѣ было въ три раза больше, чѣмъ при удобрении азотомъ;

б) при удобрении селитрой, содержаніе кали въ соломѣ было на $\frac{1}{4}$ меньше, чѣмъ при удобрении другими солями азота или при отсутствіи удобрения.

Отсюда вытекаютъ слѣдующіе вопросы:

1) Почему содержаніе фосфорной кислоты въ соломѣ, полученной безъ удобрения, оказалось въ три раза больше, чѣмъ при удобрении азотомъ?

Отвѣтъ. Растенія, неудобренныя азотомъ, не могли всю поглощенную изъ почвы фосфорную кислоту переработать въ органическое вещество, благодаря недостатку азота. Они отлагали фосфорную кислоту—вѣроятно, въ соединеніи съ известью—въ листьяхъ и стебляхъ, поглощали фосфорную кислоту снова и снова ее отлагали, почему и произошло накопленіе ея въ соломѣ.

2) Почему не наблюдается такого же накопленія и относительно *кали* въ соломѣ, которое также, вѣдь, не могло быть переработано растеніемъ, не получившимъ азотистаго удобрения?

Отвѣтъ. Калийныя соли растворимы, почему онѣ и не могли отложиться, а оставались растворенными въ сокахъ растенія, *насыщали* послѣдніе и не давали растенію поглощать изъ почвы новыя количества кали.

3) Почему содержаніе кали въ соломѣ понизилось при удобреніи чилийской селитрой?

Отвѣтъ. Этого я не знаю. Быть можетъ, благодаря обилію натра въ селитрѣ, растеніе поглотило больше натра, въ ущербъ поглощенію кали ¹⁾.

4) Почему содержаніе фосфорной кислоты значительно повысилось только въ *соломѣ* овса, не получившаго удобрения?

Отвѣтъ. Потому, что, какъ надо полагать, фосфорная кислота отлагалась въ растеніи въ видѣ нерастворимаго соединенія, и что въ зерна она могла бы попасть только въ растворимомъ, подвижномъ видѣ.

Ясно, что чилийская селитра отнюдь не обуславливала чрезмѣрнаго поглощенія фосфорной кислоты и кали, и что, напротивъ, растенія *неудобренныя* дали солому, *болѣе богатую* фосфорной кислотой. Растенія удобренныя тотчасъ же перерабатываютъ поглощенную фосфорную кислоту въ органическое вещество, тогда какъ въ неудобренныхъ она скопляется, оставаясь безъ употребленія. Это обстоятельство еще разъ показываетъ что внесенная въ почву и поглощенная растеніемъ фосфорная кислота можетъ проявить полное свое дѣйствіе только въ присутствіи *достаточнаго количества азота*.

17. Могутъ ли существовать условія, при которыхъ удобреніе селитрой истощаетъ содержаніе азота въ почвѣ?

Такой вопросъ кажется весьма страннымъ, ибо трудно себѣ представить, чтобы удобреніе селитрой, т. е. удобреніе азотомъ,

¹⁾ Подробнѣе объ этомъ, см. ниже.

могло истощить содержаніе азота въ почвѣ, да едва ли кто и задавался вопросомъ о возможности такого дѣйствія селитры. Если почву удобрить азотомъ и собрать выросшія на такой почвѣ растенія, то эти растенія, оставляя въ почвѣ весьма сильно развитую корневую систему и, быть можетъ, не успѣвая израсходовать всего азота, скорѣе обогащаютъ почву азотомъ, а не истощаютъ ее.

Тѣмъ не менѣе, разсмотримъ дѣло ближе.

Положимъ, на полѣ, площадью въ 1 гектаръ, мы разводимъ растеніе, отъ посѣва до созрѣванія котораго проходитъ періодъ въ 120 дней. Почва, положимъ далѣе, богата гумусомъ, отъ разложенія котораго ежедневно переходитъ въ растворимое состояніе по 1 кило азота, что въ 120 дней составитъ 120 кило. Успѣетъ ли, спрашивается, растеніе поглотить и переработать въ органическое вещество всѣ эти 120 кило азота? Нѣтъ. Часть растворимаго азота останется въ почвѣ, ибо способность растенія поглощать азотъ не одинакова въ теченіе всего періода произростанія. Если растеніе въ первые 60 дней своего развитія поглотить и переработаетъ все освобождающееся въ этотъ промежутокъ времени количество азота, т. е. всѣ 60 кило, то въ теченіе слѣдующихъ 60 дней оно успѣетъ поглотить только около 20 кило, а остальные 40 кило, которые за это время перейдутъ въ растворимое состояніе, останутся въ почвѣ; ближе къ періоду цвѣтенія растеніе начинаетъ все болѣе и болѣе утрачивать способность поглощать и перерабатывать азотъ, пока, наконецъ, азотъ совершенно не перестанетъ поглощаться.

Итакъ, почва даетъ ежедневно по 1 кило азота. 60 кило первыхъ 60 дней растеніе перерабатываетъ вполне, изъ остальныхъ же 60 кило оно поглощаетъ всего 20 кило, оставляя нетронутыми 40 кило растворимаго азота. Положимъ, мы не заставили растеніе пользоваться только почвеннымъ азотомъ, переходящимъ постепенно въ растворимое состояніе, а удобрили почву еще 60 кило азота. Что тутъ произойдетъ? Отвѣтъ: Если нѣтъ, допустимъ, стѣсненія въ мѣстѣ, если нѣтъ недостатка въ кали, фосфорной кислотѣ, извести, водѣ и пр., то растенія поглотятъ 60 кило почвеннаго азота и 60 кило азота удобрения въ первые 60 дней своего развитія и переработаютъ все это количество въ органическое вещество, котораго получится *вдвое* больше, чѣмъ при отсутствіи селитры. Двойное число листьевъ и стеблей могутъ изъ тѣхъ 60 кило азота, которые во второй 60 дневный періодъ сдѣлаются растворимыми, поглотить уже не 20, а, скажемъ, 40 кило, такъ что въ почвѣ осталось бы уже не 40, а всего 20 кило растворимаго азота.

Въ концѣ концовъ оказалось бы слѣдующее: удобреніе селитрой усилило истощеніе почвы; послѣ растеній, удобренныхъ селитрой, почва оказывается бѣднѣе азотомъ, чѣмъ послѣ растеній не-удобренныхъ!

Вопросъ, казавшійся неимѣющимъ смысла, вопросъ о томъ, могутъ ли растенія, удобренные азотомъ, сильнѣе истощить почву, чѣмъ растенія неудобренные, имѣетъ, такимъ образомъ, свои основанія. Посмотримъ же, встрѣчаются ли на дѣлѣ условія, отвѣчающія нашему примѣру.

Отвѣтъ мы найдемъ въ рядѣ опытовъ 43 а.

На 90 участкахъ почвы были поставлены опыты для рѣшенія вопросовъ объ использованіи азота. Изъ участковъ:

- 1) не удобренъ
- 2) удобренъ 3 гр. азота
- 3) » 6 » »

Послѣ снятія урожая участки должны были представить подходящій матеріалъ для изученія нашего вопроса. Если растенія, удобренные азотомъ, дѣйствительно, болѣе истощаютъ почву, чѣмъ неудобренные, то больше всего растворимаго азота должно послѣ уборки оказаться въ уч. 1, меньше въ уч. 2 и еще меньше въ уч. 3. Но какъ убѣдиться въ этомъ? Путемъ химическаго анализа? Нѣтъ, ибо методъ опредѣленія азота былъ бы въ данномъ случаѣ слишкомъ мало точнымъ. Гораздо болѣе надежные и точные результаты даетъ здѣсь анализъ при помощи растеній. Разъ участокъ 1 богаче растворимымъ азотомъ, чѣмъ уч. 2 и 3, то растеніе, чувствительное къ растворимому азоту, напр. бѣлая горчица, должна на уч. 1 развиваться быстрѣе и лучше, чѣмъ на уч. 2 и 3.

Мы воспользовались именно этимъ методомъ и засѣяли участки бѣлой горчицей, безъ предварительнаго удобренія. Горчица была снята 18 октября, послѣ чего было опредѣлено содержаніе азота и количество сухаго вещества въ продуктахъ урожая.

На участкахъ, бывшихъ подъ пшеницей, мы получили:

	Сух. вещ. горчицы.	въ немъ азота.
	Гр.	Гр.
а) безъ удобренія азотомъ. .	24,7	0,568
б) при удобреніи 3 гр. азота .	8,9	0,281
в) » » 6 » » . .	7,3	0,215

Результатъ, такимъ образомъ, вполне подтверждаетъ наше предположеніе.

2. Какъ извѣстно, *ячмень* перестаетъ извлекать изъ почвы азотъ гораздо ранѣ пшеницы. Послѣ ячменя почва должна быть, поэтому, богаче азотомъ, чѣмъ послѣ горчицы. Дѣйствительно, на участкахъ, бывшихъ подъ ячменемъ, мы получили:

	Сух. вещ. горчицы. Гр.	въ немъ азота. Гр.
а) безъ удобренія азотомъ. .	32,9	0,776
б) при удобреніи 3 гр. азота .	24,1	0,677
в) » » 6 » » .	8,9	0,293

3. Еще *позднѣ* пшеницы перестаютъ азотъ поглощать и перерабатывать, какъ извѣстно, овесъ и морковь, почему послѣ этихъ послѣднихъ растений почва должна быть *бѣднѣ* азотомъ, чѣмъ послѣ пшеницы. Дѣйствительно,

	Сух. вещ. горчицы. Гр.	въ немъ азота. Гр.
а) получено послѣ овса, безъ удобренія азот. 9,1	0,281	
б) » » » при » 3 гр. аз. 2,1	0,059	
в) » » » » » 6 » » 4,6	0,132	
г) » » моркови, безъ » 3,1	0,086	
д) » » » при » 3 » » 2,5	0,078	
е) » » » » » 6 » » 2,6	0,080	

4. Отъ овса, пшеницы, ячменя и моркови отличаются *бобовыя*. Они также, правда, извлекаютъ изъ почвы внесенный въ нее растворимый азотъ, но, кромѣ того, они получаютъ еще гораздо больше азота изъ атмосфернаго воздуха. Вмѣстѣ съ тѣмъ, со своей корневой системой, богатой азотомъ и легко разлагающеюся, они оставляютъ въ почвѣ больше азота, чѣмъ сами успѣли изъ нея извлечь. Разъ это такъ, то послѣ бобовыхъ, особенно если удобреніе азотомъ благотворно повліяло на ихъ развитіе, почва удобренная окажется богаче азотомъ, чѣмъ почва неудобренная. Результаты нашихъ опытовъ вполне подтверждаютъ существованіе такой *разницы между бобовыми и небобовыми*.

	Сух. вещ. горчицы.	въ немъ азота.
а) На участ., быв. подъ фасолью, не удобрен. азотомъ, собрано 15,2	0,464	
б) » » » » » 3 гр. азота » 17,0	0,541	
в) » » » » » 6 » » 17,5	0,530	
а) » » » русск. бобами, » » азотомъ, » 12,8	0,410	
б) » » » » » 3 гр. азота » 14,7	0,494	
в) » » » » » 6 » » 16,0	0,530	

5. Наконецъ, чтобы доказать, что дѣйствительно *истощеніе почвы азотомъ* понизило урожай горчицы на нѣкоторыхъ участкахъ, одинъ изъ трехъ параллельныхъ участковъ, удобренныхъ подъ ячмень 6 гр. азота, былъ послѣ уборки ячменя удобренъ 2,5 гр. азота. Въ результатѣ здѣсь получилось 21,6 гр. сухаго вещества съ содержаніемъ азота въ 1,08 гр., тогда какъ на двухъ остальныхъ параллельныхъ участкахъ собрано всего 8,9 гр. горчицы, съ содержаніемъ азота въ 0,293 гр. Отсюда ясно, что пониженіе урожая горчицы на участкахъ изъ-подъ удобреннаго предшествующаго растенія было, дѣйствительно, вызвано истощеніемъ почвы азотомъ.

Итакъ, послѣ уборки растенія, удобреннаго азотомъ — *если только не было взято избытка азота* — почва дѣйствительно оказывается болѣе бѣдною растворимымъ азотомъ, чѣмъ послѣ растенія неудобреннаго. Удобреніе селитрой заставляеть растенія роскошнѣе развиваться въ первыя стадіи, а растенія хорошо развитыя лучше утилизируютъ и почвенный азотъ. Явленіе это наблюдается всегда въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ почва была въ началѣ развитія растенія относительно бѣдна растворимымъ азотомъ и гдѣ она была удобрена относительно небольшимъ количествомъ селитры.

Часто встрѣчающіеся въ практикѣ случаи, не достаточно объясненные или объясненные невѣрно находятся въ связи съ указанными явленіями.

Слабое удобреніе селитрой, всего въ 1—1¹/₂ центнера на гектаръ, вызываетъ иногда несоразмѣрно значительныя повышенія урожая. При этомъ слабое удобреніе повышало урожай нерѣдко сильнѣе обильнаго удобрения даже въ тѣхъ случаяхъ, когда оба удобрения, слабое и сильное, надѣло поглощались растеніемъ, такъ что обнаруживались даже явственные признаки голоданія отъ недостатка азота. Явленія эти объясняются очень просто тѣмъ фактомъ, что удобреніе селитрой вызываетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ *усиленное использование почвеннаго азота* и что такое дѣйствіе вполне достигается даже при употребленіи небольшого количества азотнаго удобрения, почему влияніе селитры и бываетъ обыкновенно замѣтнѣе при слабомъ удобреніи, чѣмъ при сильномъ.

Но это наблюдается не всегда. Почва можетъ быть слишкомъ бѣдна растворимымъ азотомъ, такъ что слабое удобреніе окажется не въ состояніи на столько поднять развитіе растеній, чтобы они могли сполна использовать запасъ азота въ почвѣ, дѣлающійся впоследствии доступнымъ для растеній. Въ такомъ случаѣ болѣе сильное удобреніе селитрой можемъ, наоборотъ, подѣйствовать болѣе замѣтнымъ образомъ.

Въ зависимости отъ времени года, отъ погоды и сѣвооборота культурная почва можетъ, при одномъ и томъ же валовомъ запасѣ азота, заключать въ себѣ весьма различныя количества азота *растворимаго*, въ каждый данный моментъ *доступнаго* для растеній. Послѣ растеній, сравнительно рано перестающихъ поглощать азотъ изъ почвы, какъ напр., послѣ ячменя, рапса, ранняго картофеля и др., почва бываетъ болѣе богата растворимымъ азотомъ и болѣе, поэтому, пригодна для посѣва озимаго хлѣба, лучше развивающагося въ теченіе осени, чѣмъ послѣ овса, поздняго картофеля, свеклы, моркови и другихъ растеній, посѣваемыхъ позднѣе. Это обстоятельство надо принимать въ соображеніе при удобреніи растеній азотомъ. Озимъ, слѣдующую за *позднимъ* предшествующимъ растеніемъ, надо осенью удобрить небольшимъ количествомъ чилийской селитры или амміачной соли; тогда какъ послѣ растенія, посѣваемого *рано*, въ почвѣ оказывается обыкновенно достаточно растворимаго азота, чтобы хлѣбъ могъ къ зимѣ хорошо развиваться. Чѣмъ почва богаче органическимъ азотомъ, чѣмъ бѣднѣе она была *растворимымъ* азотомъ во время посѣва, тѣмъ важнѣе удобрять растенія азотомъ въ *первые* періоды ихъ развитія, чтобы получить растенія, способныя воспользоваться запасомъ азота въ почвѣ, мало доступнымъ при посѣвѣ, но переходящимъ въ растворимое состояніе позднѣе, когда органическія соединенія азота начнутъ развиваться подъ вліяніемъ повышения температуры.

Сказаннымъ, полагаю, вполне удовлетворительно объясняются многія наблюденія практиковъ, въ основѣ правильныя, но обыкновенно невѣрно толкуемыя. Такъ, напр., говорятъ, что послѣ растенія, удобреннаго селитрой, хлѣбъ осенью развивается плохо; жалуются также, что послѣ рапса, ячменя и ранняго картофеля озимъ хотя развивается лучше, чѣмъ послѣ овса, поздняго картофеля свеклы, моркови и др., но что это замѣчается только осенью, такъ что весною снова приходится прибѣгать къ селитрѣ. Все это должно быть намъ теперь понятно.

Перехожу затѣмъ къ вопросу, тѣсно связанному съ только что разобраннымъ. Спрашивается:

18. Можно-ли себѣ представить условія, при которыхъ удобреніе селитрой вызываетъ пониженіе содержанія азота въ продуктахъ урожая?

Вопросъ этотъ кажется, на первый взглядъ, столь же несообразнымъ, какъ и вопросъ, рассмотрѣнный выше. Если почву удобрить чилий-

ской селитрой, если, значить, растенія будутъ получать пищу болѣе богатую азотомъ, чѣмъ въ томъ случаѣ, если бы почва не была удобрена имъ, то, казалось бы, продуктъ урожая долженъ быть болѣе богатъ азотомъ, а не болѣе бѣденъ имъ!

Тѣмъ не менѣе, намъ придется на поставленный вопросъ дать отвѣтъ положительный.

Въ самомъ дѣлѣ, какіе выводы вытекаютъ изъ сказаннаго въ предшествующей главѣ?

Если растеніе страдаетъ отъ недостатка азота въ началѣ своего развитія и на столько плохо поэтому развивается, что оказывается не въ состояніи переработать много почвеннаго азота, дѣлающагося позднѣе доступнымъ въ болѣе значительномъ количествѣ, то такое растеніе поглощаетъ часть почвеннаго азота, не перерабатывая его въ максимальное количество растительнаго вещества, а превращая его въ протеинъ, почему продуктъ урожая и получается болѣе богатый протеиномъ или, что тоже, болѣе богатый азотомъ. Но если растеніе было удобрено селитрой, если оно не голодаетъ, хорошо кустится, прекрасно развивается, приобретаетъ этимъ способность и въ болѣе позднюю стадію развитія, переработать *большое* количество растворимаго азота почвы и не только превратить его въ протеинъ, но и образовать изъ протеина максимальное количество зерна и соломы, то продуктъ урожая будетъ относительно бѣднѣе протеиномъ, чѣмъ продуктъ, полученный безъ удобрения селитрой.

Отсюда слѣдуетъ, что, *дѣйствительно, могутъ существовать условія, при которыхъ удобрение селитрою способно понизить содержаніе азота въ продуктахъ урожая*.

Въ подтвержденіе правильности такого вывода, привожу слѣдующіе результаты нашихъ опытовъ.

Растеніе, служившее для опыта.	Азота въ 100 ч. сухаго вещества.				Рядъ опы- товъ.
	Соломы (или ботвы)		Зерна (или корней)		
	безъ удобр.	съ удобр.	безъ удобр.	съ удобр.	
	азотомъ.	азотомъ.	азотомъ	азотомъ.	
Овесь	0,30	0,26	1,28	1,27	14
Рапсъ	0,61	0,45	3,20	3,10	14
Рожь	0,44	0,38	1,91	2,04	7
Горчяца	0,63	0,36	5,00	4,73	7
Овесь.	0,43	0,43	1,44	1,29	34a
Ячмень	0,58	0,54	1,41	1,37	34a
Овесь.	0,48	0,37	1,54	1,40	34b
Ячмень	0,65	0,49	1,46	1,45	34b
Свекловица	2,08	1,44	1,01	0,95	34b
Рожь	0,35	0,29	1,58	1,41	17

Растение, служившее для опыта.	Азота въ 100 ч. сухаго вещества.				Рядъ опы- товъ.
	Соломы (или ботвы)		Зерна (или корней)		
	безъ удобр. аз. томъ.	съ удобр. азотомъ.	безъ удобр. азотомъ.	съ удобр. азотомъ.	
Овесь	0,38	0,7	1,36	1,23	41a
Пшеница.	0,41	0,31	2.09	1,59	41a
Рожь	0,38	0,33	1,74	1,37	41a
Ячень.	0,55	0,50	1,69	1,21	41a
Ряпсъ.	0,83	0,67	3,48	3,46	41a
Пшеница.	0,47	0,26	1,92	1,68	41b
Рожь	0,39	0,31	2,01	1,57	41b
Рожь	0,33	0,29	1,80	1,82	10a
Пшеница.	0,45	0,35	2,07	1,58	10b
Морковь	1,31	1, 0	0,52	0,48	10c
Овесь.	0,38	0,27	1,36	1,23	39a

Эти числа, полагаю, достаточно убѣдительны, показывая, что селитра далеко не во всѣхъ случаяхъ повышаетъ содержаніе азота въ продуктахъ урожая. Но

19. Нельзя ли представить себѣ условій, при которыхъ удобреніе селитрой ускоряетъ созрѣваніе растенія?

Обыкновенно полагаютъ, что ускоряющимъ образомъ на созрѣваніе растеній дѣйствуетъ удобреніе *фосфорной кислотой* и что удобреніе селитрой замедляетъ созрѣваніе.

Я утверждаю, однако, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ ускоряющимъ образомъ *можетъ дѣйствовать и удобреніе селитрой*.

Когда растеніе въ началѣ своего развитія страдаетъ отъ недостатка растворимаго азота въ почвѣ, такъ что оно развивается слабо, поглощаетъ и перерабатываетъ лишь небольшія количества растворяющагося позднѣе органическаго азота — въ такихъ случаяхъ къ началу процесса созрѣванія накапливается въ почвѣ избытокъ растворимаго азота, а этотъ избытокъ замедляетъ созрѣваніе.

Но гдѣ растеніе было удобрено умѣреннымъ количествомъ селитры и, благодаря этому, на столько развилось, что получило возможность сполна переработать позднѣе поступающій въ его распоряженіе азотъ, тамъ относительнаго избытка азотистой пищи въ почвѣ не будетъ, такъ что созрѣваніе наступитъ раньше и пойдетъ равномернѣе, чѣмъ на почвѣ, не удобренной азотомъ.

Удобреніе селитрой можетъ и замедлять, и ускорять созрѣваніе.

Если азота было взято слишкомъ много, или если онъ внесенъ въ почву слишкомъ поздно, такъ что въ почвѣ окажется относительный избытокъ азота, то созрѣваніе растенія замедлится.

Напротивъ, если селитры взято *умѣренное* количество, если растенія были удобрены очень *рано*, то можетъ произойти — какъ то было въ приведенныхъ выше опытахъ — ускореніе созрѣванія.

Это явленіе наблюдается и на практикѣ. Бываетъ, что на какомъ-нибудь полѣ хлѣбъ созрѣваетъ весьма *нравно* тамъ, гдѣ растенія стоятъ рѣдко, гдѣ они въ началѣ своего развитія страдали отъ недостатка азота и плохо, поэтому, кустились; напротивъ, они гораздо ровнѣе въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ихъ больше, гдѣ образовались крупные и хорошо развитые колосья.

Я еще разъ указываю на ошибочность проводимаго часто въ учебникахъ и въ популярныхъ сочиненіяхъ мнѣнія, будто чилийская селитра «даетъ много соломы и мало зерна» будто удобреніе селитрой «способствуетъ образованію листовыхъ органовъ», «замедляетъ созрѣваніе», «повышаетъ содержаніе протеина» и т. д. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ такъ и бываетъ на дѣлѣ, но *бываетъ и какъ разъ наоборотъ*. Я особенно рекомендую, поэтому, практикамъ хорошенько выяснитъ себѣ условія, при которыхъ можетъ получиться тотъ или иной результатъ, ибо иначе они будутъ дѣйствовать ощупью, а не сознательно, будутъ соли азота примѣнять нераціонально и не извлекутъ изъ удобрения азотомъ тѣхъ выгодъ, какія получить возможно.

Разобразъ, такимъ образомъ, на примѣрѣ селитры рядъ общихъ вопросовъ, касающихся удобрения азотомъ, я перехожу къ разсмотрѣнію другихъ азотистыхъ удобрительныхъ матеріаловъ, чтобы дѣйствіе ихъ сравнить съ дѣйствіемъ чилийской селитры.

По своему значенію и по дѣйствію, ближе всего къ селитрѣ стоитъ *сѣрнокислый аммоній*. Къ нему я, поэтому, и перехожу.

20. Какъ дѣйствуетъ удобреніе амміачной солью, сравнительно съ удобреніемъ селитрой?

Надъ этимъ вопросомъ уже не мало работали, а еще больше о немъ писали. Для вычисленія отношенія между дѣйствіемъ амміачной соли и селитры былъ произведенъ цѣлый рядъ полевыхъ опытовъ, изъ которыхъ и были выведены средня числа, *не особенно точныя*, хотя нѣкоторыя изъ нихъ и могутъ имѣть практическое значеніе.

Привожу здѣсь прежде всего слѣдующую таблицу, взятую мною изъ сочиненія Штутцера о чилийской селитрѣ.

Урожай отъ каждаго 100 кило чилийской селитры былъ выше

урожая отъ соотвѣтствующаго количества амміачной соли (75 кило), въ среднемъ, на:

Растеніе.	Зерна ± кило.	Соломы ± кило.	Число опытовъ, послужившее для вывода средняго.	Исслѣдователь или референтъ опытовъ.
Рожь	+ 63	+ 130	3	Гейнрихъ
	+ 168	+ 168	1	Лоттъ и Кени гъ
	+ 361	+ 834	1	Гейденъ
	+ 0	— 19	5	Лоозъ и Джильбертъ
Овесъ	— 22	— 120	5	»
	— 45	— 117	4	»
	— 131	— 230	4	»
	+ 10	+ 71	7	А. Фелькеръ
Пшеница	— 31	+ 19	7	»
	+ 31	+ 161	33	Лоозъ и Джильбертъ
	+ 27	+ 162	33	»
	+ 69	+ 251	5*	Меркеръ
	+ 42	+ 114	3	М. Г. Горданъ
	+ 392	—	1	Гольдефлейсъ
	+ 100	—	1	»
	+ 20	+ 123	7	Фелькеръ
Ячмень	— 23	+ 75	7	»
	+ 43	+ 102	16	Лоозъ и Джильбертъ
	+ 91	+ 163	33	»
	+ 33	+ 53	16	»
Корнеплодовъ				
Картофель	+ 251	—	18	Меркеръ
	+ 209	—	9	Лоозъ и Джильбертъ
	— 53	—	9	»
	— 1300	—	1	Гольдефлейсъ
	— 650	—	1	»
	— 1750	—	1	»
	+ 920	—	1	П. Вагнеръ
	+ 2385	—	3	Лоозъ и Джильбертъ
	+ 1616	—	3	»
	+ 3616	—	1	Дрекслеръ
	+ 920	—	20	Меркеръ
	+ 1510	—	20	»
	+ 298	—	20	»
	+ 495	—	8	»
	+ 950	—	23	»
Сахарн. све- кловица	+ 3300	—	1	Гольдефлейсъ
	— 80	—	1	»
	+ 1490	—	1	»
	+ 764	—	5	Дегеренъ
	+ 1500	—	1	Брейманъ
	+ 375	—	1	Гейне
	+ 515	—	27	Г. Шульце
	+ 588	—	3	Лоозъ и Джильбертъ
	+ 1133	—	3	»
	+ 2372	—	3	»
	+ 179	—	18	Лоозъ и Джильбертъ
Дугов. сѣна	+ 117	—	20	»
Корней				
Кормовой свеклы	+ 2090	—	9	Лоозъ и Джильбертъ
	+ 3938	—	9	»
	+ 938	—	9	»
	— 90	—	9	»

Въ среднемъ, урожай отъ каждаго 100 кило чилийской селитры превышалъ урожай отъ соотвѣтствующаго количества амміачной соли на

25	кило	пшеницы	зерномъ
57	»	ячменя	»
164	»	картофеля	
920	»	сахарной	свекловицы
1739	»	кормовой	свеклы.

Эти среднія числа могутъ, само собою разумѣется, дать лишь нѣкоторыя *приблизительныя* указанія, ибо результаты отдѣльныхъ опытовъ, послужившіе для вывода среднихъ, обнаруживаютъ ужа-сающія колебанія и противорѣчія. Наши числа свидѣтельствуютъ лишь, что, въ среднемъ, удобреніе амміачной солью дѣйствуетъ слабѣе, чѣмъ удобреніе селитрой, взятой въ количествѣ, отвѣчающемъ содержанію азота въ амміачной соли, причемъ различіе въ дѣйствіи обѣихъ солей особенно замѣтно при опытахъ съ *свеклой кормовой и сахарной*.

Научное изслѣдованіе вопроса должно прежде всего выяснить: дѣйствительно-ли амміачная соль дѣйствуетъ слабѣе соотвѣтствующаго количества селитры и на сколько велика разниа между этими удобреніями.

Для рѣшенія поставленнаго вопроса, мы произвели цѣлый рядъ опытовъ, притомъ, въ большинствѣ случаевъ, не на участкахъ, а въ сосудахъ, такъ какъ для подобнаго рода опытовъ участки менѣе пригодны.

Положимъ, въ самомъ дѣлѣ, что мы удобрили одинъ участокъ амміачной солью, а рядомъ лежащій селитрой и засѣяли ихъ за-тѣмъ, скажемъ, пшеницей. Спрашивается, можетъ ли развитіе расте-ній служить намъ надежнымъ указаніемъ на дѣйствіе того и другого удобренія? Нѣтъ; по крайней мѣрѣ, не всегда, ибо дождь можетъ испортить опыты.

Положимъ, что послѣ посѣва пройдутъ въ теченіе нѣсколь-кихъ дней сильные дожди. Какъ они отразятся на опытахъ? Отвѣтъ: селитра будетъ дождями унесена въ глубокіе горизонты почвы, а если почва достаточно проницаема и дождей выпало много, то селитра можетъ просочиться такъ глубоко, что станетъ недо-ступной для корней растений. Въ то-же время амміачная соль, какъ извѣстно, связываемая почвой, останется въ почвѣ и будетъ погло-щаться растениями, такъ что въ результатѣ селитра окажется или слабѣе амміачной соли или совершенно недѣйственной.

Совершенно, конечно, ошибочно было бы выводиться отсюда заключеніе, что азотъ дѣйствуетъ въ видѣ амміачной соли энергичнѣе, чѣмъ въ видѣ селитры, такъ какъ въ нашемъ случаѣ селитра просто ушла, почему она и не дѣйствовала.

Мы можемъ себѣ, однако, представить и случай *противоположный*. Амміакъ, какъ мною уже было замѣчено, связывается почвой, но связанное состояніе его скоро прекращается. Онъ рано или поздно переходитъ въ подвижную азотную кислоту, такъ что, подобно селитрѣ, легко можетъ просочиться въ почву.

Представимъ себѣ моментъ, когда селитра уже сполна поглощена растеніемъ, а большая часть амміачной соли еще только переходитъ въ селитру. Начиная съ этого момента просачиваться въ почву будетъ уже не селитра, а амміачная соль.

Мы видимъ, слѣдовательно, что полевые опыты, также какъ и опыты на небольшихъ участкахъ не всегда могутъ дать надежный отвѣтъ на поставленный выше вопросъ. Желая сравнить дѣйствіе чилийской селитры съ дѣйствіемъ амміачной соли, мы должны оба соединенія азота поставить въ такія условія, чтобы растенія во всякое время могли этими соединеніями пользоваться. Возможность просачиванія въ глубокіе слои почвы должна быть совершенно устранена. Лучше всего, поэтому, производить опыты въ замкнутыхъ сосудахъ. Но чтобы избѣжать возраженій противъ опытовъ въ сосудахъ, мы поставили—соблюдая необходимыя предосторожности — и рядъ опытовъ на участкахъ.

Что касается самого выполненія опытовъ, то, по причинамъ, изложеннымъ выше, азотъ примѣнялся въ возрастающемъ количествѣ, причемъ для полученія максимальнаго урожая, почва удобрялась одновременно и соответствующимъ количествомъ кали и фосфорной кислоты.

Приводимая здѣсь таблица показываетъ среднія изъ результатовъ опытовъ удобренія амміачной солью и селитрой.

1. Опыты въ сосудахъ.

Растеніе.	Количество азота на сосудъ.	Если повышеніе урожая отъ селитры принять равнымъ 100, то отъ соответствующаго коли- чества амміачной соли получено	
		соломы.	зерна.
Яровая рожь.	0,295	80	84
	0,590	99	95
Овесъ	1,5	93	93
	2,0		

Растеніе.	Количество азота на сосудъ.	Если повышение урожая отъ селитры принять равнымъ 100, то отъ соответствующаго коли- чества амміачной соли получено	
		соломы.	зерна.
Пшеница	гр. 0,75	96	97
	1,50		
Рожь	0,75	101	99
	1,50		
Ячмень	0,75	82	79
	1,50		
Рапсъ	0,75	90	95
	1,50		
Картофель	0,75	82	
	1,50		
Морковь	0,75	88	90
	1,50		
Овесъ	0,196	95	99
	0,295		
	0,393		
	0,491		
Овесъ	1,5	92	86
	2,0	94	98
	1,5	85	90
	1,5	102	90
Марковь	2,0	106	95
	1,5	104	84

2. ОПЫТЫ НА УЧАСТКАХЪ.

Овесъ	8,44	88	99
	6,784	86	86
	5,088	93	81
Рожь	2,544	76	81
	5,088	98	84
Ленъ	2,544	69	64
	5,088	86	89
Рапсъ	2,544	103	120
	5,088	95	94
Овесъ	2,544	69	74
	5,088	73	80
Ячмень	6,0	87	100
Рожь	1,696	93	72
	3,392	96	91
Пшеница	1,696	57	65
	3,392	78	81
Марковь	1,696	129	92
	3,392	89	96

Эти числа говорятъ слѣдующее:

1) Въ результатахъ опытовъ въ сосудахъ видны гораздо большая точность и большее совпаденіе, чѣмъ при опытахъ на участкахъ.

2) По результатамъ опытовъ въ сосудахъ и на участкахъ, дѣйствіе амміачной соли оказывается нѣсколько слабѣе дѣйствія, соответствующаго количества селитры. Въ среднемъ изъ всѣхъ опытовъ въ сосудахъ дѣйствіе амміака было равно 91, или, скажемъ, 90, если дѣйствіе селитры принять равнымъ 100.

3) На вопросъ не оказываются ли извѣстныя культурныя растенія чувствительнѣе другихъ къ удобренію амміачною солью, опыты на *участкахъ* не дали достаточно опредѣленнаго отвѣта. Я не рѣшаюсь дѣлать изъ результатовъ какіе либо выводы; нѣсколько ниже я приведу, впрочемъ, данныя удовлетворительно разъясняющія эту сторону дѣла. Что же касается опытовъ въ сосудахъ, то результаты, полученные съ овсомъ, пшеницей, рожью и ячменемъ, достаточно точны и хорошо совпадаютъ, такъ что можно рѣшить, которыя изъ названныхъ растений лучше утилизируютъ амміачную соль.

Вотъ полученные мною средніе урожаи сухаго вещества.

Удобрѣніе.		Средніе урожаи сухаго вещества.		Если повышеніе урожая отъ селитры принять равнымъ 100, то отъ соответствующаго количества амміачн. соли получено.	
		соломы.	зерна.		
гр.		гр.	гр.	соломы.	зерна.
Овесъ.	0	10,4	4,5	—	—
	азотъ { азотно- { 1,5	111,2	76,8	100	100
	въ { кисл. натр. { 2,0	135,7	96,4		
	видѣ. { сѣрно { 1,5	103,5	67,0	93	93
	кисл. амм. { 2,0	128,0	94,9		
Пшеница.	0	10,3	4,3	—	—
	азотъ { азотно- { 0,75	53,4	24,7	100	100
	въ { кисл. натр. { 1,5	89,0	41,8		
	сѣрно { 0,75	48,2	22,3	96	97
	кисл. амм. { 1,5	89,4	42,7		
Рожь.	0	10,1	4,2	—	—
	азотъ { азотно- { 0,75	59,5	24,1	100	100
	въ { кисл. натр. { 1,5	85,1	42,5		
	сѣрно { 0,75	55,0	22,3	101	99
	кисл. амм. { 1,5	90,7	43,4		
Ячмень.	0	6,3	2,6	—	—
	азотъ { азотно- { 0,75	44,0	26,7	100	100
	въ { кисл. натр. { 1,5	76,3	43,1		
	сѣрно { 0,75	35,9	21,2	82	79
	кисл. амм. { 1,5	64,7	34,9		

Изъ этой таблицы видно, что изъ 4 злаковъ, *ячмень* всегда хуж утилизируетъ амміачную соль, чѣмъ овесъ, пшеница и рожь.

Итакъ, мы можемъ считать установленнымъ слѣдующее: а) Дѣйствіе сѣрно-кислаго аммонія оказывается въ среднемъ слабѣе дѣйствія чилийской селитры. Даже при условіяхъ одинаково благопріятныхъ для дѣйствія обѣихъ солей, амміачная соль обнаружила лишь 90% дѣйствія селитры. б) На *ячмень* амміачная соль оказала, при прочихъ разныхъ условіяхъ, меньшее дѣйствіе, чѣмъ на овесъ, пшеницу и рожь.

Гдѣ искать объясненія для этихъ результатовъ?

Разсмотримъ статью Мэркера объ удобреніи амміакомъ, напечатанную въ *Jahrbuch der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft* за 1889 г.

21. Какіе результаты дали опыты удобренія селитрой и амміакомъ выполненные, по плану Мэркера, членами германскаго сельскохозяйственнаго общества.

Лѣто 1888 г., когда велись опыты было, по словамъ Мэркера, самое неблагопріятное для точнаго опыта: мокрая поздняя весна, ненормально сухое лѣто, а начиная съ августа, сильные дожди, такъ что изъ 40 лицъ, производившихъ опыты, только 29 довели ихъ до конца. Опыты должны были дать отвѣтъ на два вопроса:

1) Какое вліяніе оказываетъ *известъ* на дѣйствіе сѣрно-кислаго аммонія?

2) Каково дѣйствіе амміачной соли сравнительно съ дѣйствіемъ селитры? Помѣщаемая ниже таблица, вычисленная по таблицамъ Мэркера показываетъ среднее повышеніе урожая, наблюдавшееся при опытахъ.

1) Результаты опытовъ для выясненія вліянія извести на дѣйствіе сѣрно-кислаго аммонія.

Наши числа даютъ среднее изъ трехъ (выполненныхъ въ различныхъ хозяйствахъ) опытовъ съ ячменемъ и овсомъ, двухъ опытовъ съ озимю рожью, пяти опытовъ съ картофелемъ и одного опыта съ свекловицею, одного съ кормовою свеклою и одного съ яровою пшеницею. Для каждаго опыта имѣются два параллельныхъ опыта.

Опыты велись съ одной стороны на почвѣ неудобренной известью, а съ другой на удобренной (6 центнерами негашеной, или

10 $\frac{1}{2}$ п. угле-кислой извести на моргенъ ¹⁾, причемъ сѣрно-кислаго аммонія бралось по 100 кило на гектаръ ²⁾).

Удобреніе амміакомъ повысило урожай съ гектара на слѣдующее количество (сравнительно съ неудобренными участками):

1) безъ извести, на 229 кило ячменя зерномъ	65 к. сол.
съ известью » 494 » » »	316 » »

больше, съ известью, на 265 кило больше на 251 к.

2) безъ извести, на 614 кило овса зерномъ	1064 к. сол.
съ известью » 386 » » »	818 » »

больше, съ известью, на 272 кило меньше на 246 к.

3) безъ извести, на 178 кило озим. пшен. зерн. и на 263 к. сол.	
съ известью » 171 » » » »	167 » »

меньше съ изв. на 7 кило меньше на 96 к.

4) безъ извести, на 727 кило картофеля	
съ известью » 581 » »	

съ известью меньше на 146 кило

5) безъ извести на 2217 кило свекловицы,	
съ известью » 2956 » »	

съ изв. больше на 739 кило.

6) безъ извести, на 5520 кило кормовой свеклы,	
съ известью » 2960 » » »	

съ изв., меньше на 2560 кило.

7) безъ извести, на—76 кило яров. пшен. зерн. —720 к. сол.	
съ известью » +154 » » » »	—415 » »
съ известью, на ?	?

Мэркеръ замѣчаетъ: «какъ и слѣдовало ожидать, опыты, выполненные при столь неблагопріятныхъ условіяхъ 88 г., не могли дать законченнаго результата, но они, тѣмъ не менѣе, показываютъ, что примѣненіе, по совѣту Шульца (Дупицъ) угле-кислой извести можетъ, при извѣстныхъ условіяхъ, въ значительной степени усилить дѣйствіе амміачнаго удобрения какъ и дѣйствіе хлѣбнаго навоза. Оговариваясь, однако, что я отнюдь не придаю сказанному рѣшающаго значенія, такъ какъ въ условіяхъ опытовъ 1888 г. лежитъ очень большой источникъ ошибокъ».

Нельзя не согласиться съ Мэркеромъ, не считающимъ полученныхъ результатовъ «законченными» и не придающимъ имъ рѣшающаго значенія. Посмотримъ, однако, можно-ли вообще изъ резуль-

¹⁾ 1 центеръ на моргенъ=13,0608 пуд. на десятину.

²⁾ 1 кило на гектаръ=0,06645 пуд. на десятину.

татовъ опытовъ дѣлать выводъ, «что примѣненіе по совѣту Шульца, углекислой извести способно при извѣстныхъ условіяхъ въ значительной степени усилить дѣйствіе амміачнаго удобренія, какъ и дѣйствіе хлѣвнаго навоза».

Въ самомъ дѣлѣ, результаты опытовъ показываютъ слѣдующее:

1) При опытахъ съ яровой пшеницей амміачное удобреніе совсѣмъ не повысило урожая, такъ что спрашивается, почему эти опыты не были причислены къ опытамъ, которые Мэркеръ считаетъ изъ числа 20-ти «непригодными».

2) При опытахъ съ кормовой свеклой удобреніе амміакомъ вызвало гораздо меньшее повышеніе урожая въ случаѣ примѣненія извести, чѣмъ безъ нея.

3) При опытахъ съ картофелемъ амміакъ оказалъ очень слабое дѣйствіе, причемъ съ известью дѣйствіе было меньше, чѣмъ безъ извести.

4) Тоже самое оказывается и при опытахъ съ озимой пшеницей. Каждые 100 кило амміачной соли на гектаръ повысили урожай едва на 20 кило, причемъ на почвѣ, удобренной известью, урожай оказался даже нѣсколько ниже, чѣмъ на почвѣ неудобренной.

5) Изъ 7-ми различныхъ опытовъ остаются только опыты съ ячменемъ, овсомъ и свекловицей, въ которыхъ известь повысила урожай отъ каждыхъ 100 кило амміака на 265—222 кило зерна и 739 кило свеклы съ гектара.

Если прибавить, что результаты отдѣльныхъ опытовъ, по которымъ вычислены среднія для ячменя, овса и свекловицы, обнаруживаютъ весьма большія колебанія, то слѣдуетъ усомниться въ возможности дѣлать какіе либо выводы изъ приведенныхъ результатовъ.

Кромѣ того, я долженъ замѣтить, что вообще не считаю заключеніе Мэркера вѣрнымъ и что планъ его опытовъ не былъ вполне правиленъ.

Разъясню это на простомъ примѣрѣ.

Положимъ, мы получимъ:

1) Безъ удобренія урожай въ	100
2) Съ амміачной солью урожай въ	120
3) Съ известью урожай въ	110
4) Съ известью и амм. солью урожай въ	150

Какой выводъ можно отсюда сдѣлать?

По Мэркеру, слѣдующій: «удобреніе амміакомъ повысило, безъ извести, урожай на 20 (срав. 2 съ 1), а съ известью на 40 (срав.

4 съ 3); поэтому, углекислая известь можетъ повысить дѣйствіе не только хлѣбнаго навоза, но и дѣйствіе амміака». Я же считаю правильнымъ дѣлать лишь слѣдующія заключенія: удобреніе одною известью повысило урожай на 10; удобреніе однимъ амміакомъ—на 50; значитъ, почвѣ не доставало *азота*, чтобы известь могла проявить полное свое дѣйствіе и что въ почвѣ не доставало и *извести*, чтобы полное свое дѣйствіе могло проявить удобреніе азотомъ, и только комбинированное удобреніе дало почвѣ недостававшее для полученія предѣльнаго урожая количество извести и азота.

Выводъ же изъ этихъ результатовъ благотворное вліяніе известкованія на дѣйствіе азота въ видѣ сѣрноокислаго аммонія, какъ то предполагаетъ Шульцъ, и какъ то должны были подтвердить опыты, нелзя.

Такой выводъ можно было бы дѣлать лишь въ томъ случаѣ, если бы результаты были, скажемъ слѣдующіе:

1) Безъ удобренія	100
2) Съ аммоніемъ	120
3) Съ селитрой	140
4) Съ известью	110
5) Съ аммон. и известью	150
6) Съ селитрой и известью	150

Отсюда я былъ бы вправѣ дѣлать слѣдующій выводъ:

На почвѣ, удобренной известью, амміакъ, также, какъ и соответствующее количество селитры, повысили урожай на 40; на почвѣ же не удобренной известью, амміакъ далъ повышеніе всего 20, тогда какъ селитра опять—въ 40, изъ чего слѣдуетъ, что известкованіе почвы способно, въ извѣстныхъ случаяхъ, оказывать специфически-благотворное вліяніе на дѣйствіе вносимой въ почву амміачной соли.

Въ выработанный Меркеромъ планъ опытовъ слѣдовало, поэтому, ввести также и удобреніе *селитрой* почвы известкованной и неизвесткованной. Если бы оказалось, что на удобренной известью почвѣ повышеніе урожая вызывается амміачной солью, а не селитрой, то дѣйствительно можно было бы заключить, что известкованіе почвы способно въ нѣкоторыхъ случаяхъ усиливать дѣйствіе азота, вносимаго въ почву въ видѣ сѣрноокислаго аммонія.

Разъ сравнительнаго опыта удобренія селитрой или другимъ соединеніемъ азота произведено не было, числа Меркера не могутъ дать отвѣта на поставленный вопросъ.

2) Опыты для выяснения дѣйствія чилийской селитры и сѣрноокислаго аммонія.

Изъ 20 опытовъ, произведенныхъ въ различныхъ хозяйствахъ, Мэркеръ приводитъ всего 13, потому что остальные 7 не дали результатовъ.

Привожу ниже среднія числа изъ 3 опытовъ съ ячменемъ, 7 опытовъ съ овсомъ, 1 опыта съ картофелемъ, 1 опыта съ свекловицей.

а) Опыты съ ячменемъ.

Удобрение на гектаръ.	Отъ азотистаго удобрения урожай съ гектара повысился на:	Если повыше- ние урож. отъ селитры при- нять рав- нымъ 100, то соотв. кол. ам- соли повысило урожай на: зерна соло- мы	
		100	100
20 кило зерна въ видѣ селитры .	231 кило зер.	212 кило сол.	100 100
20 » » » амміака .	139 » »	104 » »	60 49
32 » » » селитры .	411 » »	516 » »	100 100
32 » » » амміака .	412 » »	432 » »	100 84

б) Опыты съ овсомъ.

32 кило азота въ видѣ селитры .	630 кило зер.	1076 кило сол.	100 100
32 » » » амміака .	667 » »	1085 » »	106 101
48 » » » селитры .	858 » »	1578 » »	100 100
48 » » » амміака .	954 » »	1527 » »	111 97

в) Опыты съ картофелемъ и свекловицей.

32 кило азота въ видѣ селитры .	2690 » »	8100 » »	100 100
32 » » » амміака .	2800 » »	8500 » »	104 106
48 » » » селитры .	5526 » »	13100 » »	100 100
48 » » » амміака .	4050 » »	11100 » »	73 85

Результаты эти, какъ видно, обнаруживаютъ большія колебанія.

Болѣе слабое удобрение амміакомъ оказало на ячмень сравнительно меньшее дѣйствіе, чѣмъ болѣе сильное, результатъ, который можетъ быть объясненъ только развѣ неточностью опыта. На овесъ слабое и сильное удобрения амміакомъ повліяло въ одинаковой степени, притомъ также, какъ и селитра, на картофель же и свекловицу болѣе сильное удобрение амміакомъ подѣйствовало хуже, а слабое лучше удобрения соответствующимъ количествомъ селитры.

Колебанія въ результатахъ, безъ разъясненія причинъ колебаній, вотъ все, что дали опыты; какихъ либо указаній на направленіе дальнѣйшихъ изслѣдованій изъ опытовъ также не видно.

Опыты Ф. Вагнера, выполняемые по другому плану и также приводимые Мærкеромъ, новаго ничего не дали. По результатамъ сравнительныхъ опытовъ Ф. Вагнера, дѣйствіе удобрения амміакомъ оказалось для картофеля равнымъ 64%, а для кормовой свеклы 56% дѣйствія соотвѣтствующаго количества селитры. А гдѣ же причина столь слабаго дѣйствія амміака? Ея здѣсь найти нельзя, также какъ и въ прежнихъ опытахъ удобрения. Я остаюсь поэтому при убѣжденіи, высказанномъ еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ, когда я утверждалъ, что вопросъ объ удобреніи амміакомъ разрабатанъ еще «очень мало».

Продолжаю затѣмъ изложеніе хода своихъ изслѣдованій.

22. Почему азотъ въ видѣ амміачной соли оказывается часто слабѣ азота въ видѣ селитры.

1) Мы должны помнить, что чилійская селитра заключаетъ въ себѣ азотъ въ доступномъ для растений видѣ, тогда какъ амміачная соль должна сначала перейти въ соединеніе азотной кислоты, прежде чѣмъ она будетъ въ состояніи оказать существенное вліяніе на питаніе растений. Если и удалось достигнуть болѣе или менѣе нормальнаго развитія культурныхъ растений при примѣненіи одной *амміачной соли*, причемъ, по возможности, были устранены всѣ условія, способствующія превращенію амміака въ азотную кислоту, все-же во всѣхъ этихъ опытахъ наблюдалось гораздо болѣе роскошное развитіе растений, когда (при прочихъ равныхъ условіяхъ) растеніе питалось азотомъ въ видѣ *селитры*. Кромѣ того, въ опытахъ съ амміакомъ все-же нельзя вполнѣ отрицать возможности образованія въ періодъ вегетации, изъ амміака, нѣкотораго количества селитры достаточнаго для питания растенія. Мы должны думать, что азотная кислота служитъ наиболѣе, — быть можетъ, и единственно — благопріятнымъ азотистымъ питательнымъ веществомъ для сельскохозяйственныхъ культурныхъ растений и что удобреніе амміачной солью только потому усиливаетъ питаніе растений, что, въ соприкосновеніи съ почвой, она постепенно переходитъ въ азотнокислыя соединенія.

Такой переходъ возможенъ, однако, лишь при извѣстныхъ условіяхъ, только въ присутствіи микроскопически малыхъ организмовъ. — Намъ необходимо, поэтому, опредѣлить, какъ скоро идетъ превращеніе амміака въ азотную кислоту, какія соединенія ему благопріятствуютъ и какія мы можемъ принять мѣры, чтобы ускорить этотъ процессъ.

2) Надо выяснитъ происходить ли переходъ амміака въ селитру на цѣло и не получается ли изъ каждаго 100 частей азота въ видѣ амміака не 100 частей азота въ видѣ селитры, а меньше.

3) Чилийская селитра не теряетъ въ почвѣ своей подвижности, тогда какъ амміакъ связывается почвою.

Обстоятельство это имѣетъ большое значеніе, ибо чѣмъ болѣе питательное вещество подвижно, тѣмъ легче оно поглощается корнями растений. Поглощеніе селитры не представляетъ никакихъ затрудненій для растений, такъ какъ вмѣстѣ съ дождевой водой она распредѣляется въ почвѣ по всѣмъ направленіямъ, приходя въ соприкосновеніе съ каждымъ корневымъ волоскомъ и притекая, благодаря всасыванію почвою, къ тѣмъ пунктамъ, гдѣ преимущественно происходитъ расходованіе воды и питательныхъ веществъ.

Селитра легко поглощается растеніями даже изъ очень слабыхъ растворовъ, амміачная-же соль труднѣе доступна для растений уже потому, что она менѣе легко перемѣщается въ почвѣ.

Поэтому необходимо опредѣлить быстроту перехода амміака въ азотную кислоту и выяснитъ условія, благоприятствующія такому переходу, ибо, перейдя въ азотную кислоту, азотъ уже перестаетъ поглощаться почвою, а приобретаетъ подвижность селитры.

4) Азотъ связанъ въ амміачной соли съ *сѣрной кислотой*, и чтобы перейти въ азотную кислоту амміакъ долженъ сначала отдѣлиться отъ сѣрной кислоты. Такое отдѣленіе вызывается углекислою известью почвы. Поэтому, надо выяснитъ слѣдуетъ ли известкованіемъ почвы ускорять переходъ амміака въ азотную кислоту и не объясняются ли неудачи часто наблюдаемыя при удобреніи амміакомъ почвъ, богатыхъ перегноемъ, но бѣдныхъ известью (почвъ луговыхъ и болотныхъ), именно недостаткомъ извести въ почвѣ.

5) На каждыя 100 частей азота въ видѣ сѣрнокислаго амміака вносится въ почву 285 частей сѣрной кислоты, злаки-же поглощаютъ на каждыя 100 частей азота всего 10 частей сѣрной кислоты. Можно, поэтому, допустить, что значительный избытокъ сѣрной кислоты способенъ при извѣстныхъ условіяхъ повліять вредно на растенія и что амміакъ окажетъ лучшее дѣйствіе, если будетъ внесенъ въ почву въ соединеніи съ *другой* кислотою. Хотя вредное вліяніе сѣрной кислоты лишь *возможно*, но мало *вѣроятно*, все-же необходимо, ради полноты, выяснитъ этотъ вопросъ.

6) Удобряя почву съ одной стороны сѣрнокислымъ аммоніемъ, а съ другой чилийской селитрой, то есть, *азотнокислымъ натромъ*, мы, строго говоря, ставимъ не вопросъ о сравнительномъ дѣйствіи азота въ

видѣ амміака и селитры, а слѣдующій вопросъ: *какъ дѣйствуетъ удобрение 100 частями азота въ видѣ амміака съ 285 частями сѣрной кислоты сравнительно съ удобрениемъ 100 частями азота въ видѣ селитры съ 221 частью натра?*

Благопріятнаго или вреднаго дѣйствія сѣрной кислоты, съ одной стороны, и благопріятнаго или вреднаго дѣйствія натра, съ другой, также, по моему мнѣнію нельзя не принимать во вниманіе. Надо рѣшить вопросъ—не объясняется ли въ нѣкоторыхъ случаяхъ болѣе благопріятное вліяніе чилийской селитры присутствіемъ въ ней натра.

Наша задача заключалась въ разъясненіи всѣхъ этихъ 6 пунктовъ путемъ опыта, результаты котораго я сообщаю въ слѣдующихъ главахъ.

23. Сполна ли идетъ превращеніе амміака въ селитру или это превращеніе связано съ извѣстною потерей азота?

Вопросъ этотъ уже не разъ затрогивался, особенно работами Таке, Кельнера и Дегерена. Но результаты ихъ опытовъ обнаруживаютъ противорѣчія; къ тому же и условія производства самыхъ опытовъ далеко не отвѣчаютъ условіямъ нитрификации въ природѣ.

Придерживаясь, по возможности, естественныхъ условій, мы произвели возможно простыми способами большое число опытовъ, показывающихъ, что при самыхъ благопріятныхъ, созданныхъ нами условіяхъ (въ рыхлой, богатой органическими веществами и мергелемъ почвѣ, при высокой температурѣ и при слабомъ удобрении амміакомъ), изъ каждаго 100 частей азота въ видѣ амміака уже по прошествіи 12 дней перешло въ селитру не менѣе 88 частей.

Изъ каждаго 100 частей азота въ видѣ амміака получено:

По прошествіи 12 дней 88 частей азота въ видѣ селитры

»	»	24	»	88	»	»	»	»	»
»	»	36	»	89	»	»	»	»	»
»	»	48	»	89	»	»	»	»	»
»	»	60	»	89	»	»	»	»	»
»	»	72	»	89	»	»	»	»	»
»	»	84	»	88	»	»	»	»	»

Основываясь на результатахъ нашихъ опытовъ, мы должны принять, что изъ каждаго 100 частей азота въ видѣ амміака въ

самомъ благопріятномъ случаѣ переходить въ селитру не болѣе 89 или, круглымъ счетомъ, 90 частей. Такой результатъ совпадаетъ съ результатами опытовъ Кельнера ¹⁾, наблюдавшаго при процессѣ нитрификаціи также потерю въ 10% азота.

Куда дѣваются остальные 10% азота, улетучиваются ли они въ видѣ свободного азота или поглощаются микроорганизмами, какъ утверждаетъ Франкъ, я не знаю и вопроса этого не изслѣдовалъ. Для поставленнаго нами практическаго вопроса достаточно знать, что даже при весьма благопріятныхъ условіяхъ изъ каждыхъ 100 частей азота въ видѣ амміака переходитъ въ селитру не болѣе 90 частей.

Такой результатъ вполне подтверждается и результатами опытовъ, изложенныхъ въ главѣ 20, гдѣ я говорилъ, что:

Въ среднемъ изъ опытовъ въ сосудахъ дѣйствіе азота въ видѣ амміака достигало 91 или, въ круглыхъ числахъ, 90% дѣйствія азота въ видѣ селитры.

Укажу здѣсь на обстоятельные опыты П. Бударина ²⁾, давшіе слѣдующій результатъ:

Если дѣйствіе азота въ видѣ селитры принять равнымъ 100, то удобреніе соотвѣствующимъ количествомъ амміака дало:

	Зерна.	Соломы и зерна.
для озимой ржи .	80	87
» » пшеницы	91	87
» ячменя . . .	88	92
» овса	91	91
среднее . .	88	89

Эти результаты вполне совпадаютъ съ результатами, полученными мною, которые, въ свою очередь, совпадаютъ съ результатами нашихъ опытовъ по вопросу о переходѣ амміака въ селитру, такъ что я считаю себя вправѣ сказать слѣдующее:

Когда имѣются наиболѣе благопріятныя условія для перехода амміака въ азотную кислоту и для дѣйствія сѣрнокислаго аммонія и селитры, изъ каждыхъ 100 частей азота въ видѣ амміака пе-

¹⁾ Biedermann's Centralblatt, 1886, стр. 857.

²⁾ Biederm. Centralbl., 1889, стр. 377. — (Подробнѣе въ сочиненіи: Искусственный, преимущественно азотистыя, удобрения. П. Бударина, Варшава, 1888.

Прим. перев.

переходятъ въ селитру 90 частей, и дѣйствіе сѣрноокислаго амміака достигаетъ 90% дѣйствія чилийской селитры.

Мы можемъ теперь приступить къ выясненію условій, при которыхъ этихъ 90% не получается, а если и получается, то слишкомъ медленно

24. Какія условія вліяють благопріятно и какія неблагопріятно на переходъ амміака въ азотную кислоту?

Для рѣшенія этого вопроса до сихъ поръ еще совсѣмъ не было произведено опытовъ, которые позволяли бы судить о факторахъ, вліяющихъ при естественныхъ условіяхъ, такъ какъ цѣнныя изслѣдованія Дегерена, Бусенго, Кельнера, Таке и др., какъ уже замѣчено выше, были произведены при условіяхъ (искусственная вентиляция, притокъ чистаго кислорода, устраненіе на нѣсколько дней или недѣль доступа атмосфернаго воздуха, примѣненіе водныхъ растворовъ въ качествѣ почвы, прибавленіе небольшихъ количествъ алкоголя и т. д.), отличавшихся то въ большей, то въ меньшей степени отъ естественныхъ условій нитрификаціи въ почвѣ.

Кромѣ того, имѣющіяся работы не даютъ яснаго представленія о размѣрахъ вліянія, при одинаковыхъ условіяхъ, одного фактора (напр., гумуса или теплоты) сравнительно съ вліяніями другаго (напр., мергелеванія почвы или количества удобренія амміакомъ). Мы можемъ изъ этихъ работъ сдѣлать лишь общее заключеніе, что большое содержаніе гумуса или извести въ почвѣ, хорошее провѣтриваніе и нагрѣваніе ея ускоряютъ процессы нитрификаціи.

Наши опыты для рѣшенія этого вопроса были произведены при условіяхъ самихъ обыкновенныхъ.

Открытые стеклянные сосуды, вмѣщавшіе въ себѣ каждый по 300 гр. почвы средней влажности, были частью удобрены амміачною солью, частью оставлены безъ удобренія; затѣмъ къ нимъ было сверху прибавлено еще по 50 гр. почвы. Черезъ каждые 12 дней опредѣлялось содержаніе азотной кислоты въ 2 параллельныхъ сосудахъ, изъ которыхъ почва высыпалась.

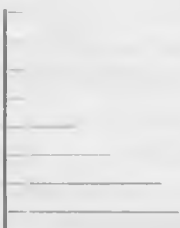
Привожу идѣсь, для большей наглядности, результаты опытовъ въ видѣ графической таблицы.

Изъ каждыхъ 100 частей азота въ видѣ амміака перешло въ селитру (см. табл. на стр. 148):

Результаты настолько очевидны, что не нуждаются въ поясненіи. Они заключаются въ слѣдующемъ:

А. ВЪХОДНОМЪ ПОМѢЩЕНІИ.

По прошествіи 0 12 24 36 48 60 72 84 дней



0 12 24 36 48 60 72 84 дней



0 12 24 36 48 60 72 84 дней

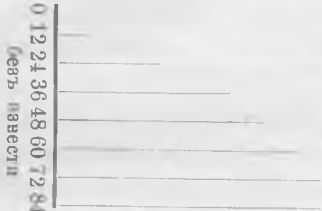


0 12 24 36 48 60 72 84 дней.



В. ВЪТЕПЛОМЪ ПОМѢЩЕНІИ.

По прошествіи 0 12 24 36 48 60 72 84 дней



0 12 24 36 48 60 72 84 дней



0 12 24 36 48 60 72 84 дней



0 12 24 36 48 60 72 84 дней.



Безъ извѣстн.

съ извѣстн.

Безъ извѣстн.

съ извѣстн.

суглинокъ.

сѣдой земли.

1. Опыты съ садовой землей.

Процессъ нитрификаціи прекратился:

по	прошествіи	72	дней,	когда	почва	не	была	удобрена	мергелемъ	и	находилась	въ	холодномъ	помѣщеніи.
»	»	60	»	когда	почва	была	удобрена	мергелемъ	и	стояла	въ	холодномъ	помѣщеніи;	
»	»	24	»	когда	почва	не	была	удобрена	мергелемъ	и	стояла	въ	тепломъ	помѣщеніи;
»	»	12	»	когда	почва	была	удобрена	мергелемъ	и	стояла	въ	тепломъ	помѣщеніи.	

2. Опыты на суглинкѣ.

Процессъ нитрификаціи еще не пришелъ къ концу:

по	прошествіи	84	дней,	въ	почвѣ	не	удобренной	мергелемъ	и	стоявшей	въ	холодномъ	помѣщеніи	
»	»	»	»	въ	почвѣ	удобренной	мергелемъ	и	стоявшей	въ	холодномъ	помѣщеніи.		

Напротивъ, процессъ нитрификаціи прекратился:

по	прошествіи	72	дней,	въ	почвѣ	не	удобренной	мергелемъ	и	стоявшей	въ	холодномъ	помѣщеніи;	
»	»	48	»	въ	почвѣ	удобренной	мергелемъ	и	стоявшей	въ	тепломъ	помѣщеніи.		

При опытахъ на суглинистыхъ почвахъ изъ каждаго 100 частей азота въ видѣ амміака перешло въ селитру, однако, только отъ 80 до 85 частей.

Кромѣ опытовъ, въ которыхъ 300 гр. почвы удобрялись 0.1 гр. азота въ видѣ сѣроокислаго аммонія, мы произвели такое же число опытовъ, гдѣ почва удобрялась 0.2 гр.; процессъ образованія селитры шелъ здѣсь гораздо медленнѣе. Подобное же явленіе наблюдалось и другими изслѣдователями, особенно Дегереномъ.

Опыты наши указали, такимъ образомъ, на условія, способствующія переходу амміака въ азотную кислоту. Содержаніе гумуса и извести въ почвѣ, теплота, провѣтриваніе, концентрація амміачнаго раствора—вотъ условія, въ значительной степени вліяющія на ходъ нитрификаціи, условія, съ которыми долженъ, по возможности, считаться и хозяйинъ-практикъ. Частыя колебанія въ результатахъ опытовъ удобренія и наблюдающіяся на практикѣ неудачи съ удобреніемъ амміачною солью объясняются въ нѣкоторыхъ случаяхъ условіями, препятствующими достаточно быстрому превращенію амміака

въ селитру; причины этихъ колебаній и неудачъ, послѣ сказаннаго, уже не трудно будетъ найти.

25. Можно ли известкованіемъ почвы усилить дѣйствіе амміачной соли?

Въ предшествоющей главѣ было доказано, что превращеніе амміака въ азотную кислоту, наиболѣе доступное для растений соединеніе азота, можетъ быть ускорено въ значительной степени внесеніемъ въ почву извести негашеной или извести углекислой. Чтобы амміакъ, связанный въ амміачной соли съ сѣрной кислотой, принималъ участіе въ питаніи культурныхъ растений, известь должна его отдѣлить отъ сѣрной кислоты, послѣ чего амміакъ долженъ, при посредствѣ микроорганизмовъ и при содѣйствіи извести, перейти въ азотную кислоту. На поставленный въ заголовкѣ вопросъ надо, поэтому, дать безусловно *положительный* отвѣтъ.

Тѣмъ не менѣе, я считалъ необходимымъ доказать это прямымъ опытомъ, такъ какъ мнѣ неизвѣстны опыты, изъ которыхъ бы явствовало, что удобреніе амміакомъ дѣйствуетъ только въ присутствіи извести, и что при тѣхъ же условіяхъ дѣйствіе *селитры* обнаруживается и *безъ* прибавленія извести

Опыты наши, всего въ числѣ 64, были произведены частью на торфяной, частью на суглинистой почвѣ. Азотистымъ удобреніемъ служили съ одной стороны сѣрнокислый аммоній, а съ другой, соотвѣтствующее количество азотнокислаго натра. При 32 опытахъ почва была удобрена мергелемъ. Для опытовъ служилъ яровой рапсъ, который убранъ незрѣлымъ въ іюлѣ, такъ какъ цвѣты были повреждены насѣкомыми, и образованіе сѣмянъ не могло быть равномерное.

Въ среднемъ, результатъ получился слѣдующій.

Удобреніе.		Средній урожай сухаго вещества.	Средній урожай сравнительно съ без- азотистымъ удобр.	На каждые 100 гр. вызваннаго селитрой повышенія урожая, отъ соотвѣтствующаго количества амміачнаго удобре- нія получено
гр.		гр.	гр.	гр.
торфѣ безъ мер- геля.	азотъ	0	6,3	—
		азотнокисл.	1,5	74,3
	натра.	2,0	94,4	88,1
		аммоніа.	2,0	29,4
видѣ	азотъ	1,5	26,9	20,6
	натра.	2,0	29,4	23,1
				100
				28

Удобрѣне				Средній урожай сухого вещества.	Средній урожай сравнитель- но съ без- азотистымъ удобр.	На каждыя 100 гр. вызваннаго селитрой повышенія урожая, отъ соотвѣтствующаго количества амміачнаго удобре- нія получено
гр.				гр	гр.	гр.
торфѣ съ	азотъ	азотнокисл.	0	9,6	—	100
		натра.	1,5	84,6	75,0	
мергелемъ.	видѣ	сѣрнокисл.	2,0	92,0	82	90
		аммонія.	1,5	74,5	64,9	
	азотъ		0	6,1	—	100
		азотнокисл.	1,5	81,1	75,0	
суглинокъ безъ мергеля.	видѣ	натра.	2,0	102,6	96,5	89
		азотнокисл.	1,5	72,2	66,1	
	азотъ	аммонія.	2,0	91,9	85,8	100
			0	5,8	—	
суглинокъ съ	азотъ	азотнокисл.	1,5	82,1	76,3	90
		натра.	2,0	98,1	92,3	
мергелемъ.	видѣ	сѣрнокисл.	1,5	70,1	64,3	90
		аммонія.	2,0	92,8	87,0	

Ясно изъ этихъ чиселъ, числа едва ли могутъ говорить.

На торфяной почвѣ, не содержащей извести, необходимой для превращенія амміака въ азотную кислоту, дѣйствіе амміачнаго удобрения равнялось всего 28% дѣйствія селитры, тогда какъ на той-же почвѣ, но удобренной известью, дѣйствіе амміачной соли достигло возможнаго предѣла, т. е. 90%.

На суглинкѣ, не нуждавшемся въ извести, амміакъ далъ:

безъ мергеля . . . 89%
съ мергелемъ . . . 90%

Для дѣйствія селитры—а это имѣетъ рѣшающее значеніе—было безразлично, удобрялась ли почва мергелемъ или нѣтъ. Въ среднемъ, азотъ въ видѣ селитры повысилъ урожай:

на торфяной почвѣ безъ мергеля на . . . 78 гр.
» » » съ мергелемъ . . . 79 »

тогда какъ азотъ въ видѣ амміака повысилъ урожай

на торфяной почвѣ безъ мергеля на . . . 22 гр.
» » » съ мергелемъ » . . . 71 »

Мы можемъ, такимъ образомъ, считать установленнымъ, что углекислая известь мергеля усиливаетъ дѣйствіе *амміака*, а не дѣйствіе азотистаго удобрения вообще. Причины, почему это необходимо было доказать путемъ сравнительнаго опыта съ *селитрой*, мною были изложены выше, гдѣ я говорилъ объ опытахъ Меркера.

Гдѣ извести въ почвѣ недостаетъ, амміачная соль оказываетъ слабое дѣйствіе. Частыя неудачи удобрения амміакомъ объясняются во многихъ случаяхъ, вѣроятно, именно недостаткомъ извести въ почвѣ, а неудачъ этихъ можно избѣгать, если почву удобрять известью или мергелемъ.

26. Можетъ ли сѣрная кислота амміачной соли дѣйствовать вредно на растенія?

Какъ мною уже замѣчено выше, вмѣстѣ съ амміачной солью въ почву вносится на каждыя 100 частей азота не менѣе 285 частей сѣрной кислоты, тогда какъ злаки, напр., на каждыя 100 частей азота поглощаютъ и перерабатываютъ, въ среднемъ, только 10 частей сѣрной кислоты.

Хотя и мало вѣроятно, все же *возможно* допустить, что сѣрная кислота, накопляющаяся въ почвѣ, особенно послѣ продолжительнаго примѣненія амміачной соли, окажетъ на растенія вредное вліяніе.

Чтобы рѣшить вопросъ, мы въ теченіе трехъ лѣтъ ежегодно удобряли однѣ и тѣ-же участки почвы однимъ и тѣмъ-же удобрениемъ, т. е.

- а) чилійской селитрой,
- б) *сернокислымъ* аммоніемъ
- в) *углекислымъ* »
- или г) *азотнокислымъ* »

Ежегодно каждый участокъ засѣвался двумя растеніями: овсомъ, убиравшимся послѣ созрѣванія, и рапсомъ или горчицей, убиравшимися въ зеленомъ видѣ. Подъ каждое растеніе удобрение азотомъ повторялось, причемъ въ почву вносилось столько фосфорной кислоты и кали, сколько было необходимо для получения максимальнаго урожая. Результаты этихъ опытовъ привожу здѣсь въ видѣ слѣдующей таблицы.

Каждый граммъ внесеннаго въ почву азота далъ сухаго вещества всего:

Азотъ въ видѣ:	Въ первый годъ.		Во второй годъ.		Въ третій годъ.		
	Овесъ.	Ряпсъ.	Овесъ.	Ряпсъ.	Овесъ.	Горч.	Средн.
	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.
<i>Азотнокислаго натра</i>	39	40	57	24	63	25	41
<i>Сѣрниокислаго аммонія</i>	36	30	49	26	55	26	37
<i>Углекислаго</i> >	36	27	48	22	56	25	36
<i>Азотнокислаго</i> >	37	30	47	27	58	27	38

Послѣ азотистаго удобренія въ урожаѣ собрано азота больше на слѣдующее число граммовъ:

Азотъ въ видѣ:	Въ первый годъ.		Во второй годъ.		Въ третій годъ.		
	Овесъ.	Ряпсъ.	Овесъ.	Ряпсъ.	Овесъ.	Горч.	Средн.
	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.
<i>Азотнокислаго натра</i>	5,912	2,589	4,672	2,475	3,864	2,269	3,630
<i>Сѣрниокислаго аммонія</i>	5,447	1,574	3,880	1,895	2,944	1,941	2,947
<i>Углекислаго</i> >	5,346	1,226	3,676	1,862	3,307	2,003	2,903
<i>Азотнокислаго</i> >	5,528	1,543	3,933	2,128	3,405	2,253	3,132

Результаты эти показываютъ слѣдующее:

1) Дѣйствіе азота въ видѣ амміачной соли достигло, въ среднемъ, 90% дѣйствія его въ видѣ селитры, что вполне подтверждаетъ результаты, изложенные въ главѣ 20.

2) Азотъ въ видѣ сѣрниокислаго аммонія обнаружилъ дѣйствіе не меньше, чѣмъ азотъ въ видѣ углекислаго аммонія, ибо въ среднемъ сѣрниокислый аммоній повысилъ урожай на 37 гр., а углекислый на 36 гр.

3) Нѣсколько лучшее дѣйствіе азотноамміачной соли, сравнительно съ углеамміачной и сѣрноамміачной, объясняется тѣмъ, что въ азотноамміачной соли половина азота находится въ видѣ *азотной кислоты*, которая въ нашихъ опытахъ дѣйствуетъ на 10% лучше амміака.

Если прибавить, что наши опыты велись на почвѣ, очень бѣдной азотомъ, что *все* необходимое для растеній количество азота вводилось исключительно въ видѣ амміачной соли; что, не смотря на шестикратное въ теченіе 3 лѣтъ удобреніе амміакомъ, сѣрная кислота *не* обнаружила вреднаго дѣйствія, то мы должны считать поставленный въ заголовкѣ вопросъ рѣшеннымъ.

Итакъ, сѣрная кислота, вводимая въ почву вмѣстѣ съ сѣрниокислымъ аммоніемъ, не оказываетъ вреднаго дѣйствія на растенія, если почва заключаетъ въ себѣ столько извести, что разложеніе сѣрноамміачной соли можетъ идти безпрепятственно.

27. Могутъ ли культурныя растенія также хорошо выносить сильное удобреніе сѣрноамміачной солью или сильно концентрированные растворы ея, какъ они выносятъ сильное удобреніе чилийской селитрой или ея сильно концентрированные растворы?

Соли азота, какъ извѣстно, быстро и легко растворяются въ водѣ. Если внести въ почву или разбросать по ея поверхности чилийскую селитру или амміачную соль, то послѣ перваго же дождя соли не только вполне растворятся, но и равномерно распредѣлятся въ почвѣ.

Что, однако произойдетъ, если въ теченіе одной, двухъ или даже трехъ недѣль послѣ внесенія солей въ почву дождя не будетъ? Равномерно ли распредѣлятся соли въ почвѣ и въ этомъ случаѣ? Нѣтъ. Частицы соли останутся тамъ, куда онѣ упали или куда ихъ перенесли орудія обработки почвы. Если частицы почвы не велики, если селитра не была слишкомъ крупнозерниста, то онѣ вскорѣ поглотятъ столько влаги, что растворятся, «расплывутся», образовавъ концентрированный, «насыщенный» растворъ, который будетъ мало-по-малу поглощать новое количество почвенной влаги, разбавляться и распредѣляться далѣе. Такое разбавленіе и распредѣленіе идутъ, однако, медленно, — тѣмъ медленнѣе, чѣмъ менѣе влаги въ почвѣ; только послѣ дождя произойдетъ равномерное во всей почвѣ распредѣленіе солей и ихъ растворовъ.

Если удобреніе было сильное или если долго не было дождя, то образуются, значить, растворы сильно концентрированные, которые, быть можетъ, способны вредно повліять на растенія. Спрашивается: что въ такомъ случаѣ растенія выносятъ лучше — концентрированный ли растворъ *амміачной соли* или концентрированный растворъ *селитры*?

Опытовъ для рѣшенія этого вопроса никѣмъ сдѣлано не было, почему мы и произвели рядъ опытовъ — всего 56 — результаты которыхъ приводимъ здѣсь.

Опыты велись въ сосудахъ, причемъ соли азота то смѣшивались съ почвою, то примѣнялись безъ смѣшенія. Въ первомъ случаѣ, соли равномерно перемѣшивались съ слоемъ почвы въ 12 сант., который затѣмъ покрывался слоемъ удобренной земли въ 6 сант., въ случаѣ же второмъ соли насыпались на слой почвы, лежащій отъ поверхности на глубинѣ 6 сант., причемъ соли съ почвою не перемѣшивались. Результаты получились слѣдующіе:

Удобреніе.		Повышеніе урожаѣ съ удобренія азотомъ.			Если повышеніе урожаѣ при перемѣшиваніи удобре- нія принять за 100, то при удобреніи безъ пере- мѣшиванія съ почвой по- лучено
		р.	гр.	гр.	
Азотъ въ видѣ азот- но- кисл. натра.	съ	0,196	22,5	11,7	100
	пере-	0,295	28,7	15,3	100
	мѣши-	0,393	37,7	19,7	100
	ваніемъ	0,491	41,8	24,2	100
	безъ	0,196	21,0	11,7	96
	пере-	0,295	30,6	17,7	110
	мѣши-	0,393	40,5	21,2	108
	ванія.	0,491	45,8	26,3	109
Азотъ въ видѣ сѣрно- кисл. аммо- нія.	съ	0,196	16,9	10,7	100
	пере-	0,295	26,2	16,1	100
	мѣши-	0,393	33,2	19,0	100
	ваніемъ	0,491	48,0	29,5	100
	безъ	0,196	18,5	11,1	107
	пере-	0,295	28,7	14,8	103
	мѣши-	0,393	37,6	19,7	110
	ванія.	0,491	45,8	24,6	91

Въ среднемъ изъ всѣхъ опытовъ чилийская селитра дала безъ перемѣшиванія повышеніе въ 106, а сѣрникоислый амміакъ въ 103, если повышеніе при перемѣшиваніи принять за 100.

Соли азота въ *болѣе концентрированномъ* состояніи дѣйствовали, такимъ образомъ на овесъ нѣсколько лучше, чѣмъ въ состояніи болѣе разбавленномъ. Амміачная соль въ этомъ отношеніи не отличается отъ чилийской селитры. Кромѣ того, растенія во всякомъ случаѣ, выносятъ концентрированные растворы *амміачной соли* не хуже, чѣмъ концентрированные растворы *селитры*.

Если принять во вниманіе, что удобреніе примѣнялось нами гораздо болѣе сильное (40, 60, 80 и 100 кило азота на гектаръ), чѣмъ оно примѣняется на практикѣ, почему различіе между дѣйствіемъ амміака и селитры должно было бы выступить особенно рѣзко, то мы будемъ имѣть право допустить, что условія (почвы, удобрения и погоды), вызывающія сравнительно сильную концентрацію растворовъ, не вліяютъ на дѣйствіе амміачной соли сколько нибудь иначе, чѣмъ на дѣйствіе селитры. Разъ вліяніе подобныхъ условий и окажется вреднымъ для растеній, все же дѣйствіе амміачной соли не будетъ въ этомъ отношеніи невыгодно отличаться отъ дѣйствія селитры.

Напротивъ, *слишкомъ сильное* удобреніе селитрой культурное

растеніе выносить хуже сильнаго же удобренія амміачною солью. Чрезмѣрное удобреніе селитрой *замедляетъ* развитіе растеній даже въ тѣхъ случаяхъ, когда амміачная соль такого вліянія не оказываетъ. Правда, растенія, удобренныя селитрой, въ послѣдствіи даже обгоняютъ растенія, удобренныя амміакомъ, все же въ началѣ своего развитія растенія труднѣе поглощаютъ и медленнѣе перерабатываютъ селитру, чѣмъ амміачную соль, если обѣ соли были употреблены въ *очень большихъ* количествахъ.

Привожу здѣсь, въ подтвержденіе сказаннаго, результаты опытовъ:

Растенія были убраны съ корнями.	Азота на сосудъ.	Если количество азота поглощенное растеніями съ амміакомъ, принять за 100, то при тѣхъ же условіяхъ растенія съ селитрой поглотили гр.
Черезъ 15 дней послѣ посѣва	гр.	
	{ 0,4	92
	{ 0,8	88
» 23 » » »	{ 1,2	80
	{ 0,4	98
	{ 0,8	97
» 37 » » »	{ 1,2	81
	{ 0,4	103
	{ 0,8	104
	{ 1,2	107

Числа эти показываютъ, что растенія, удобренныя селитрой, поглотили въ первый періодъ вегетаціи гораздо меньше азота, чѣмъ растенія, удобренныя амміачною солью, притомъ, тѣмъ меньше, сравнительно, чѣмъ сильнѣе удобреніе. Во второй періодъ отъ растеній съ амміакомъ нѣсколько отстали только растенія, удобренныя *самымъ большимъ* количествомъ селитры, тогда какъ въ періодъ третьемъ растенія съ селитрой уже успѣли обогнать растенія съ амміакомъ.

На поставленный въ заголовкѣ вопросъ я считаю себя въ правѣ дать слѣдующій отвѣтъ:

Сильно концентрированные растворы сернокислаго аммонія культурныя растенія выносятъ нисколько не хуже сильно концентрированныхъ растворовъ чилійской селитры.

28. Нѣтъ ли условій, при которыхъ натръ чилійской селитры оказываетъ благотворное вліяніе на развитіе растеній и нельзя-ли въ нѣкоторыхъ случаяхъ объяснить лучшее дѣйствіе чилійской селитры вліяніемъ натра?

Опытовъ для рѣшенія этого вопроса, кромѣ нашихъ, еще сдѣлано не было. При производствѣ нашихъ опытовъ, всего въ числѣ 60, мы удобряли участки почвы:

- a* — безазотистымъ удобреніемъ
b — азотнокислымъ натромъ
c — азотнокислою известью
d — сѣрнокислымъ аммоніемъ
e — „ „ и количествомъ натра въ видѣ хлористаго соединенія, отвѣчающимъ количеству его въ опытахъ *b*.

Сравненіе дѣйствія этихъ удобреній должно было выяснитъ значеніе натра, заключающагося въ чилийской селитрѣ.

Для опытовъ въ первый годъ служили на одной половинѣ участковъ яровая рожь, а на другой ленъ; во второй годъ тѣ же участки были вторично удобрены тѣмъ же удобреніемъ и засѣяны сначала овсомъ и рапсомъ, а затѣмъ, по рапсу овсомъ (снятымъ зеленымъ), предварительно снова удобреннымъ тѣмъ же удобреніемъ. Почвою служилъ легкій песокъ.

Если повышение урожая отъ азотнокислаго натра принять равнымъ 100, то отъ другихъ удобреній получено:

		Азотно- кислый натрѣ.	Азотно- кислая известь.	Сѣрнокис- лый аммо- ній.	Сѣрнокис- лый аммо- ній и хло- ристый натрій.
первый годъ	яровая рожь	100	101	87	91
	ленъ	100	97	79	82
второй годъ	рапсъ	100	112	93	83
	овесъ	100	90	74	82
	овесъ послѣдующій	100	67	78	89

Результаты эти недостаточно правильны и не достаточно точны. Если бы опыты велись въ сосудахъ, то результаты были бы точнѣе. Тѣмъ не менѣе, они даютъ намъ нѣкоторыя указанія.

Разсмотримъ прежде всего опыты съ рапсомъ. На это культурное растеніе натр. оказалъ, повидимому, вредное вліяніе.

Азотнокислая *известь* дѣйствовала лучше азотнокислаго *натра*; кромѣ того, амміакъ безъ хлористаго натрія вызвалъ болѣе значительное повышеніе урожая, чѣмъ съ примѣсью его.

Другія наблюденія подтверждаютъ это.

Напомню объ опытахъ, въ которыхъ удобреніе азотнокислымъ натромъ нѣсколько замедлило развитіе рапса. Въ другомъ рядѣ опытовъ азотнокислый натрѣ дѣйствовалъ лучше амміачной соли; во второй же и третій годы, когда отъ неоднократнаго удобренія азотнокислымъ натромъ въ почвѣ участковъ накопилось много натра,

амміачныя соли оказали на рапсъ лучшее дѣйствіе, чѣмъ селитра, тогда какъ при опытахъ съ овсомъ наблюдалось обратное явленіе.

Итакъ, на рапсъ сильное удобреніе натромъ дѣйствуетъ, повидимому, вредно.

Вычисливъ среднее изъ чиселъ, полученныхъ съ рожью, льномъ, и овсомъ, мы увидимъ, что

для азотнокислаго натра.	урожай равняется 100
» » извести	» » 89
» сѣрнокислаго аммонія	» » 80
» » » съ хлорис. натр. » »	86

Числа эти недостаточно рѣзки, различія между ними слишкомъ малы, почему мы можемъ извлечь изъ нихъ лишь нѣкоторыя указанія для постановки другихъ вопросовъ.

Участокъ, удобренный однимъ амміакомъ, далъ наименьшій урожай. Прибавленіе хлористаго натрія повысило урожай, хотя и незначительно. Удобреніе азотнокислой известью дало на 10% меньше удобренія азотнокислымъ натромъ.

Благотворное вліяніе натра замѣтно, но оно выступаетъ недостаточно рѣзко, притомъ слабѣе на ржи и льнѣ, чѣмъ на овсѣ.

Въ ближайшіе затѣмъ годы мы поставили новый рядъ опытовъ, руководствуясь при этомъ слѣдующими соображеніями.

Благотворное вліяніе натра на развитіе растеній могло быть вызвано двумя различными причинами.

Хозяевамъ уже давно извѣстно, что чилійская селитра сильнѣе связываетъ почву, почему свекловичныя плантаціи, сильно удобренныя селитрой, чаще и тщательнѣе обрабатываютъ мотыгой, чѣмъ поля, удобренныя сѣрноамміачной солью. Благодаря содержанію *натра* въ селитрѣ, на почвѣ, удобренной ею, легко образуется кора, причемъ частицы почвы плотнѣе смыкаются, затрудняя движеніе почвенной влаги. Удобреніе селитрой увеличиваетъ влагоемкость почвы, что на почвахъ тяжелыхъ отражается вредно, а на легкихъ весьма выгодно.

Возможно, поэтому, что благотворное вліяніе натра на растительность, наблюдавшееся при нашихъ опытахъ, объясняется отчасти увеличеніемъ влагоемкости ¹⁾ легкой песчаной почвы, служившей для нашихъ опытовъ.

¹⁾ Въ другомъ мѣстѣ я подробнѣе остановлюсь на подобномъ дѣйствіи натра здѣсь же ограничиваюсь лишь краткимъ указаніемъ на это дѣйствіе.

Кромѣ того, надо допустить еще другое, болѣе важное дѣйствіе натра.

Натръ не является собственно питательнымъ веществомъ. Культурное растеніе можетъ нормально развиваться и безъ натра. Но отсюда еще не слѣдуетъ, чтобы натръ не могъ, въ извѣстныхъ, случаяхъ, оказывать на растеніе благотворнаго вліянія.

Въ литературѣ имѣются указанія на косвенное дѣйствіе удобренія натромъ. Натръ вызываетъ раствореніе кали и фосфорной кислоты, но такое его дѣйствіе, хотя и вліяющее иногда благотворно на развитіе растенія, вредитъ плодородію почвы, истощая ее, почему удобрять культурныя растенія натромъ не рационально. Таковы литературныя указанія.

Нисколько не отрицая подобнаго рода косвеннаго дѣйствія натра, я, однако, убѣжденъ, что значеніе этого дѣйствія преувеличиваютъ, что хорошіе результаты отъ удобренія натромъ (поваренной солью) объясняется скорѣе *прямымъ* его дѣйствіемъ, а не косвеннымъ.

Хотя натръ собственно не питательное вещество, такъ какъ культурныя растенія *обходятся безъ него*, все-же различныя причины заставляютъ меня предполагать, что натръ можетъ способствовать теченію нѣкоторыхъ процессовъ питанія, можетъ принимать на себя функціи, выполняемыя *каліемъ*, когда натра нѣтъ.

Если питательныя вещества и не могутъ замѣнять другъ друга *вполнѣ*, все-же такая замѣна *отчасти* возможна, какъ то было доказано, напр., Э. Вольфомъ для фосфорной кислоты и кремнезема.

Для рѣшенія этого вопроса мы произвели рядъ опытовъ, въ которыхъ почвой служилъ суглинокъ, содержащій кали меньше, чѣмъ было необходимо для полученія максимальнаго урожая, т. е. почва, нуждавшаяся въ удобреніи кали.

Участки, равномерно удобренные избыткомъ фосфорной кислоты, были, кромѣ того, удобрены:

а.—(безъ удобренія)

б.—6 гр. азота въ видѣ азотнокислаго натра

в.—6 » » » амміачной соли

г.—6 » » » азотнокисл. натра и 5 гр. кали въ видѣ хлористаго калия

д.—6 » » » амміачной соли и 5 гр. кали въ видѣ хлористаго калия

е.—6 » » » 13,269 гр. натра (соотвѣтственно содержанию натра при опытѣ б) въ видѣ хлористаго натрія.

Для опыта служилъ ячмень.

Результаты опытовъ должны были рѣшить вопросъ, можно-ли натръ отчасти замѣнить кали.

Удобрение.	Повышеніе урожая		На каждыя 100 частей повышения, вызваннаго селитрой (безъ кали), другія удобрения дали (соломы и зерна).
	отъ удобр. азотомъ соломы гр.	азотомъ зерна. гр.	
Селитра.	246,1	157,0	100
Амміачная соль . . .	175,3	125,4	75
Селитра и кали . . .	250,9	170,5	105
Амміачн. соль и кали .	219,0	171,3	97
Амміачн. соль и натръ.	220,3	164,3	95

Числа эти показываютъ слѣдующее:

а) Сѣрноамміачная соль дѣйствовала гораздо слабѣе селитры.

б) Послѣ прибавленія кали, сѣрноамміачная соль дѣйствовала также, какъ и селитра.

в) Послѣ прибавленія натра, сѣрноамміачная соль дѣйствовала также, какъ и селитра.

Прежде чѣмъ ближе остановиться на результатахъ этихъ опытовъ, я приведу здѣсь данныя, полученныя мною въ слѣдующемъ, 1890 году, на тѣхъ-же участкахъ и съ тѣми-же удобрениями.

Для опытовъ служила морковь.

Удобрение.	Повышеніе урожая		На каждыя 100 ч. повышения, вызваннаго удобрениемъ селитрой (безъ кали) отъ другихъ удобрений получено ботвы и корней.
	отъ удобр. азотомъ отъ корне. гр.	азотомъ корни. гр.	
Селитра.	798	1603	100
Амміачная соль . . .	753	1113	78
Селитра и кали . . .	697	2458	131
Амміач. соль и кали .	584	1786	99
Амміач. соль и натръ.	777	2132	121

Изъ этихъ чиселъ вытекаетъ:

а) Сѣрноамміачная соль дѣйствовала гораздо слабѣе селитры.

б) Послѣ прибавленія кали, сѣрноамміачная соль дѣйствовала также, какъ селитра.

в) Послѣ прибавленія натра, сѣрноамміачная соль дѣйствовала нѣсколько лучше селитры.

г) Отъ прибавленія кали дѣйствіе селитры въ значительной степени усилилось.

Результаты эти весьма опредѣленны и подтверждаютъ значеніе натра.

Почва, какъ показываютъ числа, нуждалась въ удобреніи кали. Сѣрноамміачная соль дѣйствовала слабо, потому что недоставало кали, прибавленіе котораго повысило урожай съ 98 до 99. Азотно-кислый натръ далъ тотъ-же результатъ (100) и безъ прибавленія кали, а отсюда слѣдуетъ, что натръ, заключающійся въ азотнокисломъ натрѣ, могъ замѣнить кали, недостававшее для полученія урожая въ 100. Разъ это такъ, дѣйствіе сѣрноамміачной соли также должно было усилиться отъ прибавленія *натра*. Натръ въ самомъ дѣлѣ повысилъ урожай отъ сѣрноамміачной соли до 120, т. е. на 20% болѣе, чѣмъ отъ прибавленія кали.

Но не кажется-ли этотъ послѣдній результатъ страннымъ?

Азотнокислый натръ далъ повышеніе въ 100, а отъ соответствующаго количества сѣрнокислаго аммонія, съ примѣсью соответствующаго количества натра въ видѣ хлористаго натрія получено повышеніе въ 120. Чѣмъ объяснить этотъ излишекъ въ 20? По всей вѣроятности, лишь присутствіемъ *хлора*, который также повліялъ на повышеніе урожая. Но возможно-ли это? Мыслимо-ли, чтобы хлоръ повысилъ урожай моркови на участкахъ, гдѣ въ предшествовавшемъ году онъ оказался безъ вліянія на ячмень? Не играетъ-ли здѣсь роль тотъ фактъ, что въ среднемъ урожай моркови заключается хлора, по крайней мѣрѣ, въ шесть разъ больше, чѣмъ въ среднемъ урожай ячменя? Этотъ вопросъ надо будетъ еще разобрать.

Мы видѣли, такимъ образомъ, что натръ весьма замѣтно вліяетъ на морковь, сильно повысивъ урожай ея, гораздо сильнѣе, чѣмъ урожай ячменя, выросшаго въ предшествовавшемъ году на тѣхъ-же участкахъ, получившихъ то-же удобреніе. Гдѣ искать причины этого *последняго* явленія? Почему сѣрноамміачная соль, сравнительно съ селитрой повліяла на морковь гораздо слабѣе, чѣмъ на ячмень? Почему прибавленіе натра къ амміачной соли сильнѣе отразилось на *моркови*, чѣмъ на ячменѣ? Не происходитъ-ли замѣна кали натромъ гораздо скорѣе у моркови, чѣмъ у ячменя и не лучше-ли утилизируетъ морковь удобреніе натромъ? Не знаю. Этотъ вопросъ должны будуť разяснить дальнѣйшія изслѣдованія.

Но здѣсь возможно еще другое объясненіе. Почва могла быть въ первый годъ еще достаточно богата калиемъ, почему дѣйствіе натра на ячмень и не обнаружилось. Если такъ, то въ третій годъ, когда на тѣхъ же участкахъ посѣяли снова *ячмень*, дѣйствіе на него натра

должно проявиться замѣтнѣе, чѣмъ въ первый годъ, тѣмъ болѣе, что морковь еще увеличила недостатокъ кали въ почвѣ.

Для рѣшенія этого вопроса, мы продолжали опыты на тѣхъ же участкахъ и въ третій годъ (1891), засѣявъ ихъ *ячменемъ*. Вотъ результаты:

У д о б р е н і е.	Повышеніе урожая отъ азотистаго удобрения.		На каждыя 100 част. повыш. отъ селитры безъ кали, другія удобрения дали соломы и зерна.
	Соломы.	Зерна.	
	Грам.	Грм.	
Селитра	260,6	151,7	100
Амміачная соль	174,2	104,1	67
Селитра и кали	289,4	185,3	115
Амміачная соль и кали.	227,9	160,7	94
» » и натръ	244,6	194,5	107

Результаты эти столь же ясны, какъ и результаты опытовъ съ морковью. Въ третій годъ, когда запасъ кали въ почвѣ былъ истощенъ, благодаря культурѣ ячменя въ первый годъ и моркови во второй — вліяніе натра обнаружилось вполне опредѣленно и на ячмень, такъ что высказанное выше предположеніе наше вполне подтверждается опытомъ.

Для большей наглядности результаты трехлѣтнихъ опытовъ я выражу въ слѣдующей таблицѣ:

На каждыя 100 частей повышенія урожая отъ амміачной соли (безъ какой-либо примѣси) другими удобрениями получено:

При удобрении.	Въ 1 годъ.	Во 2 годъ.	Въ 3 годъ.	Среднее.
Амміакомъ	100	100	100	100
» и кали	130	127	140	132
» натромъ	128	156	158	147
Азотной кисл. и натр.	134	129	148	137
» » натромъ и кали	140	169	171	160

Таблица эта съ очевидностью подтверждаетъ большое значеніе натра.

На почвѣ, сравнительно бѣдной кали, удобреніе сѣрноокислымъ амміакомъ дало гораздо меньшее повышеніе урожая, чѣмъ удобреніе соответствующимъ количествомъ азотноокислаго натра. Но дѣйствіе азотноокислаго натра сравнялось или даже уступало дѣйствію сѣрноокислаго аммонія, когда къ амміачной соли прибавляли хлористаго кали или даже хлористаго натра.

Чтобы устранить малѣйшія сомнѣнія въ существованіи такого

вліянія натра на развитіе культурныхъ растений, я приведу изъ имѣющихся у меня чиселъ еще слѣдующія:

а) Кали и натра заключалось въ урожаѣ, полученномъ отъ азотистаго удобренія:

Удобреніе.	Первый годъ. Ячмень.		Второй годъ. Морковь.		Третій годъ. Ячмень.	
	Кали. гр.	Натра. гр.	Кали. гр.	Натра. гр.	Кали. гр.	Натра. гр.
1) Амміакъ	2,048	0,086	1,422	1,198	1,506	0
2) » и кали	3,236	0,161	5,275	0,780	3,078	0,97
3) » и натръ	2,455	0,921	1,593	10,198	2,519	1,330
4) Азотн. кисл. и натръ .	2,400	0,942	0,710	10,105	1,635	1,623
5) » » натръ и кали	2,869	0,564	4,388	9,257	3,573	1,540

б) Всего кали и натра заключалось въ урожаѣ отъ азотистыхъ удобреній:

У д о б р е н і е .	Кали.	Натра.	Если урожай отъ удобренія амміакомъ принять за 100, то всего получено кали и натра отъ друг. удобреній:
	грам.	грам.	
1) Амміакъ	5,0	1,3	100
2) » и кали	11,6	1,0	132
3) » и натръ	6,6	12,4	147
4) Азотная кисл. и натръ .	4,7	12,7	137
6) » » натръ и кали	10,8	11,4	160

Эти цифры показываютъ слѣдующее:

а) При участіи 5,0 гр. почвеннаго кали, амміакъ повысилъ урожай на 100 (опытъ 1).

б) При участіи 5,0 грам. почвеннаго кали и 6,6 грам. кали въ удобреніи (всего 11,6 грам.) амміакъ повысилъ урожай на 132 (опытъ 2).

в) При участіи 6,6 гр. почвеннаго кали и 12,4 натра въ удобреніи, амміакъ повысилъ урожай на 147 (опытъ 3).

г) При участіи 4,7 гр. почвеннаго кали и 12,7 натра въ удобреніи, азотная кислота повысила урожай на 137 (опытъ 4).

д) При участіи 4,7 грам. почвеннаго кали, 6,1 гр. кали въ удобреніи (всего 10,8 гр. кали) и 11,4 гр. натра въ удобреніи, азотная кислота повысила урожай на 160.

Отсюда вытекаютъ слѣдующій, не подлежащій сомнѣнію, выводъ: *натръ способенъ оказывать на развитіе растений существенное вліяніе, причемъ культурныя растенія могутъ, при удобреніи хлористымъ натріемъ, образоватъ изъ одного и того же количества кали почти на половину больше продуктовъ урожая.*

Нельзя, конечно, замѣнить кали натромъ во всѣхъ функціяхъ питанія растений, но удобреніе натромъ влечетъ за собой лучшее использование имѣющагося запаса кали; поэтому, на почвахъ, гдѣ урожай можетъ быть повышенъ отъ удобренія кали, та же цѣль будетъ отчасти достигнута и удобреніемъ натромъ.

Полагаю, что этотъ фактъ имѣетъ большое практическое значеніе ¹⁾).

Далѣе я подробно остановлюсь на настоящемъ вопросѣ, здѣсь же приведу нѣсколько примѣровъ, показывающихъ, что установленный нами фактъ разъясняетъ цѣлый рядъ явленій, наблюдавшихся въ практикѣ, которая считалась съ ними только какъ съ фактомъ.

1) Удобреніе солями амміака дѣйствуетъ, какъ то показали опыты по инициативѣ Меркера, гораздо хуже селитры на корнеплоды, *на свекловицу, кормовую свеклу, картофель*, требующіе много кали.

Наши опыты подтверждаютъ это наблюденіе, объясняя его содержаніемъ *натра* въ чилийской селитрѣ, усиливающаго вліяніе кали на развитіе растений.

2) Самекомъ ²⁾ были произведены опыты, показавшіе, что дѣйствіе амміачной соли на кормовую свеклу достигаетъ всего 16% (на листья 83%), а на овесъ 64% (на солому 53%) дѣйствія селитры. Такимъ образомъ, на свеклу, требующую много кали, амміакъ дѣйствовалъ хуже, чѣмъ на овесъ. вмѣстѣ съ азотомъ въ почву вносилась еще только фосфорная кислота. Если бы къ амміаку былъ прибавленъ и *кали* или *натр*, то растенія развивались бы, вѣроятно, не хуже, чѣмъ при удобреніи селитрой, причемъ, быть можетъ, оказалось бы, что опыты для выясненія потребности кали въ почвѣ были поставлены неправильно.

Кали былъ прибавленъ къ селитрѣ, а не къ амміаку. Благодаря натру селитры, удобренія кали совершенно не требовалось; оно и оказалось безъ вліянія, изъ чего заключили, что въ почвѣ кали достаточно. Если бы къ *амміаку* былъ прибавленъ кали, то вліяніе кали, вѣроятно, обнаружилось бы, такъ что почва оказалась бы нуждающеюся въ кали. Въ обоихъ случаяхъ выводъ былъ бы однако правиленъ лишь *относительно*. Понятно, если не давать

¹⁾ Въ литературѣ я нашелъ указаніе Шампіона и Пелле (R. Champion et H. Pellet. Comptes rendus, 1875, T. 80, № 25), допускающихъ, основываясь на анализахъ золь, замѣщеніе части однихъ основаній другими авторами, однако, не говорятъ о *натрѣ*, какъ объ удобреніи и т. д.

²⁾ Biedermann's Centralblatt. 1889. pag. 282.

себѣ яснаго отчетѣ во всѣхъ процессахъ, легко впасть въ заблужденіе и сдѣлать изъ опытовъ неправильный выводъ.

Слѣдующій примѣръ дополнить и подтвердить сказанное.

3) Опыты Варингтона ¹⁾ въ Ротамстетѣ показали, что дѣйствіе амміака выражается слѣдующими числами, если дѣйствіе селитры принять за 100:

При опытахъ съ ячменемъ	69 для соломы 80 для зерна
» » » лугов. злаками	31 (среднее изъ 18 лѣтн. опытовъ)
» » » картофелемъ	47 (» » 12 » »)
» » » свеклой	27 (» » 10 » »)

При этихъ опытахъ почва удобрялась только селитрой и только амміачною солью. Когда къ удобренію прибавлялись кали и фосфорная кислота, дѣйствіе амміака усиливалось, сравнительно съ дѣйствіемъ селитры (также принятымъ равнымъ 100):

При опытахъ съ ячменемъ	до 87 для соломы и 89 для зерна
» » » луговыми злак.	» 80 (среднее изъ 18 лѣтн. опыт.)
» » » » » »	» 86 (» » 28 » »)
» » » картофелемъ	» 99 (» » 12 » »)
» » » свеклой	» 74 (» » 10 » »)

Эти результаты вполне совпадаютъ съ полученными нами.

Прибавленіе кали значительно усилило дѣйствіе амміака, также какъ это было бы достигнуто и удобреніемъ натромъ въ количествѣ, отвѣчающемъ содержанію его въ чилийской селитрѣ.

Удивительно, что въ тѣ 10—28 лѣтъ, въ теченіе которыхъ велись опыты, довольствовались лишь однимъ результатомъ, выяснившимъ, что безъ прибавленія «минеральнаго удобренія» дѣйствіе амміачной соли не достигаетъ дѣйствія селитры. Опытовъ для отысканія причинъ этого явленія произведено не было; о нихъ, по крайней мѣрѣ, ничего не говорится въ отчетѣ. Варингтонъ замѣчаетъ только: «чилиійская селитра, очевидно, освобождаетъ заключающіяся въ почвѣ зольныя составныя части, дѣлая ихъ доступными для растеній и превосходя въ этомъ отношеніи амміачныя соли, что подтверждается опытами въ Ротамстетѣ.

4) Бэслеръ ²⁾, говоря объ опытахъ, произведенныхъ въ 1888 году по порученію министерства опытной станціей въ Регенвальде, замѣчаетъ, что удобреніе 100 кило чилийской селитры повысило урожай картофеля на 1456 кило, а соответствующее количество

¹⁾ Отдѣльный оттискъ изъ «The Gas Engineers Annual for 1889».

²⁾ Biederm Centralbl. 1889. pag. 14.

амміачной соли только на 37 кило, тогда какъ при опытахъ съ овсомъ существенной разницы между амміачной солью и селитрой не оказалось. Явленіе это не было объяснено.

И здѣсь, слѣдовательно, мы видимъ, что картофель, требующій много кали, не довольствуется однимъ амміакомъ, что натръ, попадающій въ почву вмѣстѣ съ селитрой, содѣйствуетъ лучшей утилизациі наличнаго запаса кали, для овса достаточнаго и безъ прибавленія натра. Если бы подъ картофель къ амміаку былъ прибавленъ каинитъ, то дѣйствіе удобренія, вѣроятно, не уступало бы дѣйствію селитры, особенно еще потому, что въ почвѣ заключалось всего 0,11% кали.

5) По даннымъ полевыхъ опытовъ Меркера, подтверждаемымъ нашими изслѣдованіями, селитра дѣйствовала лучше амміачной соли, особенно на ячмень. Объясняется это тѣмъ, что изъ числа колосовыхъ хлѣбовъ ячмень требуетъ кали болѣе другихъ, напр., болѣе овса. Если такъ, то натръ чилийской селитры, способствуя лучшей утилизациі кали, долженъ оказывать на ячмень весьма хорошее дѣйствіе. Что изъ всѣхъ хлѣбовъ именно *ячмень* любитъ чилийскую селитру болѣе, чѣмъ сѣрноамміачную соль, становится, послѣ сказаннаго, вполне понятнымъ.

6) Каинитъ оказываетъ нерѣдко — особенно на бѣдныхъ кали песчанистыхъ, болотныхъ и луговыхъ земляхъ — гораздо лучшее дѣйствіе, чѣмъ хлористый калий, взятый въ соответствующемъ количествѣ. Объясняется это присутствіемъ въ каинитѣ около 30% хлористаго натрія.

На этомъ мы и покончимъ съ вопросомъ объ амміачномъ удобреніи. Обращаюсь затѣмъ къ азотистымъ удобрительнымъ тукамъ, заключающимъ азотъ въ видѣ *органическихъ* соединеній.

29. Какъ велико относительное достоинство азота, заключающагося въ удобрительныхъ матеріалахъ «органическаго» происхожденія (костяной мукѣ, мясной мукѣ, рыбной мукѣ, перувианскомъ гуано, кровяной мукѣ, роговой мукѣ, кожаной мукѣ, шерстяной пыли, хлѣвномъ навозѣ, мукѣ изъ жмыховъ, зеленой растительной массѣ)?

Вопросомъ этимъ занимались Экенбрехеръ, Кельнеръ, Петерманъ.

При опытахъ удобренія подъ овесъ Экенбрехеръ¹⁾ нашелъ, что дѣйствіе азота различныхъ удобреній равняется слѣдующему числу процентовъ дѣйствія азота въ видѣ селитры:

¹⁾ Landw. Versuchsstat. 1884.

Азота въ видѣ костяной муки	100%	для соломы,	77%	для зерна
» » » роговой »	91	» »	56	» »
» » » кропяной »	86	» »	65	» »
» » » сыраго гуано	6	» »	6	» »

Опыты велись въ безплодномъ пескѣ, насыпанномъ въ ящики. Дѣйствіе трудно разлагающихся туковъ во второй годъ испытано не было.

Кельнеръ ¹⁾ нашелъ, что органическіе туки дѣйствуютъ гораздо лучше сѣрноамміачной соли; это онъ объясняетъ быстрымъ переходомъ амміака въ селитру (опыты велись въ Японіи), которая вымывалась дождемъ, прежде чѣмъ растенія успѣвали ее вполнѣ поглотить.

А. Петерманъ ²⁾ неоднократно изслѣдовалъ дѣйствіе различныхъ азотистыхъ туковъ органическаго происхожденія, особенно отбросовъ шерстянаго производства, получаемыхъ въ Бельгіи въ большомъ количествѣ. Онъ пришелъ къ заключенію, основываясь на многолѣтнихъ собственныхъ опытахъ (съ 1880 г.), что первое мѣсто занимаетъ *чильская селитра*, за которой слѣдуютъ *кропяная мука*, затѣмъ *шерсть*, обработанная сѣрной кислотой, далѣе костяная мука, *необработанная шерсть* и, наконецъ, *кожаная мука*.

Имѣющіеся до сихъ поръ опыты не даютъ, однако, ясной картины относительнаго достоинства различныхъ азотистыхъ туковъ органическаго происхожденія. Результаты часто противорѣчатъ другъ другу, недостаетъ возможно *полнаго* ряда сравнительныхъ опытовъ надъ различными туками, а самое главное—нѣтъ изслѣдованій дѣйствія трудно разлагающихся матеріаловъ въ послѣдующіе годы.

Если при опытѣ 100 частей азота въ видѣ селитры повысили урожай на 100, а въ видѣ костяной муки, скажемъ, на 50, то результатъ этотъ не выясняетъ вопроса о достоинствахъ костяной муки, ибо половина азота костяной муки осталась въ почвѣ и обнаружить свое дѣйствіе позднѣе, тогда какъ отъ селитры такого дополнительнаго дѣйствія ожидать нельзя.

Мы сочли, поэтому, необходимымъ подробно разработать вопросъ объ относительномъ достоинствѣ различныхъ азотистыхъ туковъ, руководствуясь, при производствѣ опытовъ, слѣдующими принципами,

¹⁾ Biederm. Centr. bl. 1890, pag. 307.

²⁾ Bulletin de la station agricole expérimentale de l'état à Gembloux 1886. № 36.

1) Опыты надо вести на однихъ и тѣхъ-же участкахъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ подъ рядъ и ежегодно участки удобрять снова тѣмъ-же удобреніемъ. Если органическія удобрения дѣйствуютъ не сразу, то дѣйствіе ихъ должно изъ года въ годъ усиливаться сравнительно съ дѣйствіемъ солей азота.

2) Для того-же ряда опытовъ надо брать возможно большее число различныхъ туковъ, чтобы имѣть право сравнить ихъ другъ съ другомъ.

3) Почва должна быть достаточно богата известью, чтобы безпрепятственно шель процессъ нитрификаціи азота.

4) Физическія свойства почвы не должны быть исключительно благопріятны или исключительно неблагопріятны. Лучше всего брать почву среднюю. Дальнѣшія изслѣдованія должны будутъ уже рѣшить, въ какомъ отношеніи и въ какой степени результаты измѣнятся, если брать почвы *исключительныя*.

5) Примѣнять всѣ удобрительные матеріалы надо весною, а не осенью, чтобы избѣжать просачиванія растворимыхъ соединеній азота, возможнаго въ теченіи зимнихъ мѣсяцевъ.

6) Надо заботиться о томъ, чтобы результатъ урожая выражалъ лишь дѣйствіе азота различныхъ туковъ. Если въ удобреніи заключается, кромѣ азота, еще фосфорная кислота (напр., въ костяной мукѣ) или кали (напр., въ гуано, въ зеленомъ растительномъ веществѣ, въ хлѣвномъ навозѣ, въ мукѣ изъ жмыховъ), то присутствіе этихъ веществъ *не* должно отражаться на результатѣ опытовъ. Вліяніе ихъ можно устранить, если въ почву внести ихъ въ избыткѣ. Почва, уже заключающая въ себѣ достаточный избытокъ фосфорной кислоты, окажется нечувствительной къ удобренію фосфорной кислотой, такъ что здѣсь обнаружить свое дѣйствіе одинъ азотъ, если почва будетъ удобрена азотомъ положимъ, въ видѣ костяной муки.

7) Всѣ опытные участки должны быть снабжены всѣми питательными веществами, *за исключеніемъ* азота, въ количествѣ нѣсколько *большемъ*, чѣмъ необходимо для полученія максимальнаго урожая.

8) Азота-же надо брать *меньше*, чѣмъ необходимо для максимальнаго урожая, чтобы азотъ могъ непременно проявить свое дѣйствіе.

9) Чтобы испытать, выполнены ли требованія пунктовъ 7 и 8, азотъ надо примѣнять, по крайней мѣрѣ, въ двухъ различныхъ дозахъ.

10) Содержаніе азота въ почвѣ должно быть не велико, чтобы можно было пользоваться сравнительно сильными удобрениями, повышающими точность результатовъ.

11) Дѣйствующихъ медленнѣе, растворяющихся труднѣе туковъ надо брать больше, чѣмъ туковъ, дѣйствующихъ быстрѣе.

12) Опыты надо вести на участкахъ и въ сосудахъ. Опыты въ сосудахъ представляютъ преимущества въ томъ отношеніи, что устраняютъ возможность просачиванія растворовъ; зато на участкахъ нагрѣваніе почвы болѣе приближается къ естественнымъ условіямъ.

Руководствуясь этими принципами, мы произвели всего 366 отдѣльныхъ опытовъ, результаты которыхъ я здѣсь и привожу.

Остановлюсь прежде всего на опытахъ на участкахъ. Почвой служилъ средній суглинокъ (съ Оденвальда), а опытными растеніями—яровая рожь, затѣмъ яровая пшеница, далѣе морковь. Азота брались различныя количества: на участокъ по 1,696 гр. и 3,392 гр. когда испытывались быстрѣе дѣйствующіе туки (селитра, амміачная соль, костяная мука, мясная мука, рыбное гуано, перувианское гуано, кровяная мука и роговая мука), и по 3.392 — 6.784 гр., когда почва удобрялась медленнѣе дѣйствующими кожаной мукой, шерстяной мукой, мукой изъ клещевинныхъ жмыховъ, зеленой растительной массой и хлѣвнымъ навозомъ. Количества эти были рассчитаны такъ, чтобы ихъ не доставало для полученія максимальнаго урожая. Во всѣ годы и на всѣхъ участкахъ растенія замѣтно голодали отъ недостатка азота, почему можно было быть увѣреннымъ, что все доступное для растеній количество азота, было ими вполне переработано.

Если количество азота, найденное въ продуктахъ урожая отъ примѣненія селитры, принять за 100, то въ урожай отъ другихъ туковъ получено азота:

	Въ опытахъ 1-го года.	Въ среднемъ изъ опытовъ 1-го и 2-го годовъ.	Въ среднемъ изъ опытовъ 1-го, 2-го и 3-го годовъ.
Азотистый натръ	100	100	100
Сѣрнокислый аммоній	85	74	88
Необраб. кисл. перуванск. гуано	84	88	80
Кровяная мука	67	67	69
Мука изъ клещевин. жмыховъ .	62	65	67
Зеленая растительная масса . .	62	60	68
Роговая мука	63	61	63

Рыбное гуано	51	59	64
Перепрѣвшая костяная мука . .	42	53	61
Мясная мука	44	47	54
Шерстяная мука	27	28	33
Хлѣвный навозъ	11	16	32
Кожаная мука	13	12	20

Если вычислить среднія для группы однородныхъ, по своему дѣйствию, туковъ, то мы получимъ, что дѣйствіе

- 1) Чилийской селитры равно 100
- 2) Сѣрноамм. соли и необработаннымъ перуан. гуано 83
- 3) Кровяной, роговой, жмыховой муки и зеленого растит. вещества. 65
- 4) Костяной, рыбной и мясной муки 53
- 5) Шерстяной пыли и хлѣвного навоза 25
- 6) Кожаной муки 15

Само собою разумѣется, что эти числа могутъ дать лишь *приблизительную* картину отношенія различныхъ туковъ къ селитрѣ. Отыскивать числа, безусловно вѣрные для всѣхъ случаевъ, не имѣло бы смысла.

Въ условіяхъ, болѣе благоприятныхъ для гніенія и нитрификаціи органическихъ туковъ (когда почва богаче гумусомъ и известью, когда она рыхлѣе, когда разводятся растенія съ болѣе продолжительнымъ періодомъ вегетаціи, а потому лучше утилизирующія органическій азотъ), всѣ эти числа нѣсколько *повысятся*, а при условіяхъ противоположныхъ — нѣсколько *понижутся*.

Кромѣ того, колебанія возможны и для каждого отдѣльнаго тука, ибо не всякая мука изъ кости, мяса, кожи, также и не всякій навозъ разлагается въ вполнѣ одинаковой степени. Различія во внѣшнемъ и внутреннемъ строеніи и въ составѣ удобрительныхъ матеріаловъ также не останутся здѣсь безъ вліянія.

Разберемъ этотъ вопросъ по даннымъ опытамъ въ сосудахъ, въ которыхъ почва нагрѣвается гораздо сильнѣе, чѣмъ на участкахъ, почему и числа должны будутъ получиться иныя.

Для опытовъ служила частью суглинистая почва, заключающая въ одномъ рядѣ 0,5% углекислой извести, а въ другомъ 1%, частью-же суглинокъ, удобренный 200 гр. мергеля на сосудъ, такъ что можно было одновременно опредѣлить и вліяніе углекислой извести на разложеніе органическихъ туковъ и на ихъ дѣйствіе.

а) Если количество азота, находящагося въ избыткѣ урожая отъ селитры, принять за 100, то въ урожай отъ другихъ удобрений получено азота:

Въ урожаѣ отъ азотнокислаго нарта	100
» » » сѣрнокислаго аммонія	85
» » » кровяной муки	71
» » » зеленой растит. массы.	65

б) Опыты безъ мергеля.

	При опытахъ перваго года.	Въ среднемъ изъ опытовъ перваго и втораго года.
Азотнокислый натръ	100	100
Сѣрнокислый аммоній	91	91
Кровяная мука	67	76
Роговая мука	63	72
Зеленая растит. масса	65	77
Шерстяная пыль	13	27
Хлѣвный навозъ	12	26

При опытахъ въ сосудахъ дѣйствіе различныхъ органическихъ туковъ выражается нѣсколькими большими числами, чѣмъ при опытахъ на участкахъ, что объясняется болѣе сильнымъ нагрѣваніемъ почвы въ сосудахъ, менѣе защищенной отъ лучей солнца.

Если сравнить другъ съ другомъ органическіе туки, то существенной разницы между результатами опытовъ на участкахъ съ одной стороны, и въ сосудахъ, съ другой, не окажется. Крупныя различія обнаруживаютъ только числа для шерстяной муки и хлѣвнаго навоза, что насъ, однако, не должно удивлять, такъ какъ, благодаря слабому дѣйствию этихъ удобреній, предѣлы ошибокъ должны быть значительно высоки.

Остается опредѣлить еще вліяніе *мергеля*.

Если количество азота въ избыткѣ урожая отъ удобреній безъ мергеля принять за 100, то отъ удобренія съ мергелемъ получено азота

Удобреніе	При опытахъ 1-го года.	Въ среднемъ изъ опытовъ 1—2 года.
Азотнокисл. натръ	111	110
Сѣрнокисл. аммоній	105	100
Кровяная мука	96	98
Роговая мука	109	110
Зеленая растит. масса	100	97
Шерстяная пыль	100	100
Хлѣвный навозъ	111	110
Среднее	105	104

Такимъ образомъ, мергелеваніе почвы повысило использованіе азота, въ среднемъ, на 5%; отношеніе-же между различными туками не измѣнилось отъ мергеля на столько, чтобы можно было дѣлать какіе-либо выводы.

Результаты многочисленныхъ опытовъ нашихъ могутъ, слѣдовательно, служить указаніемъ на относительное достоинство названныхъ органическихъ удобрительныхъ матеріаловъ, хоть эти указанія и приблизительны.

Посмотримъ, какое значеніе могутъ имѣть для насъ эти числа. Принявъ дѣйствіе азота въ видѣ селитры за 100, мы видѣли, что дѣйствіе азота въ видѣ селитры. равно 100

»	»	»	»	сѣрноамміачной соли — и необ-	
				работ. перув. гуано.	» 83
»	»	»	»	кровяной, роговой, жмыховой	
				муки и въ видѣ зеленой расти-	
				тельной массы	» 65
»	»	»	»	костяной, мясной и рыбной муки.	» 53
»	»	»	»	шерстяной пыли и хлѣвнаго	
				навоза.	» 25
»	»	»	»	кожаной муки.	» 15

Опытовъ, въ которыхъ сравнивалось бы такое большое число различныхъ удобрительныхъ матеріаловъ, никѣмъ еще произведено не было; но я уже въ самомъ началѣ главы привелъ опыты Петермана, показавшіе, что первое мѣсто, по своему дѣйствію, занимаетъ чилійская селитра, затѣмъ слѣдуютъ:

Кровяная мука,
Костяная мука,
Шерстяная пыль,
Кожаная мука.

Этотъ рядъ вполне совпадаетъ съ рядомъ, полученнымъ нами, но опыты Петермана не даютъ чиселъ, такъ какъ у него не было участковъ, удобренныхъ азотомъ, съ которыми бы онъ могъ дѣлать сравненіе.

Но можетъ ли хозяинъ, оплачивающій единицу вѣса азота въ видѣ селитры 100 пф., платить за ту-же единицу

въ видѣ кровяной, роговой и жмыховой муки	65 пф.
» » костяной, рыбной и мясной муки	53 »
» » кожаной муки.	15 »

На это я долженъ прежде всего замѣтить, что вельзя прямо сравнивать органическій азотъ съ селитрой, ибо не всегда возможно

замѣнить имъ селитру, также какъ не всегда и органическій азотъ можетъ быть замѣненъ селитрой. Когда растеніямъ желаютъ дать быстро дѣйствующее азотистое удобреніе; когда необходимо ускорить первыя стадіи изъ развитія, укрѣпить поверхностнымъ удобреніемъ растенія, пострадавшія отъ холодовъ, отъ насѣкомыхъ или отставшія въ своемъ развитіи; когда желаютъ ускорить питаніе азотомъ въ позднѣйшую стадію;—во всѣхъ этихъ случаяхъ нельзя пользоваться какимъ-либо другимъ удобрительнымъ тукомъ, кромѣ селитры, такъ что нечего и спрашивать, можно ли по болѣе дешевой цѣнѣ купить азотъ въ видѣ кровяной, мясной жмыховой муки и т. д.

Наоборотъ, въ нѣкоторыхъ случаяхъ бываетъ желательно снабдить почву запасомъ медленнѣе дѣйствующаго азотистаго удобрения, или избѣжать примѣненія *натра*; кромѣ того, если почва легко проникаема, то селитра скоро можетъ просочиться въ глубокіе слои. Въ такихъ случаяхъ надо пользоваться органическимъ азотомъ, который чилийской селитрой замѣнить нельзя.

Поставленный выше вопросъ о стоимости удобрения имѣетъ, поэтому, значеніе лишь въ томъ случаѣ, когда дѣйствительно возможно замѣнить органическій азотъ селитрой или, наоборотъ, селитру органическимъ азотомъ.

Но если такая замѣна возможна, то сравнительная стоимость органическаго азота будетъ нѣсколько выше, чѣмъ то показываютъ числа.

Въ самомъ дѣлѣ, изъ каждаго 100 частей азота въ видѣ селитры съ урожаемъ возвратилось при нашихъ опытахъ въ среднемъ 70 частей. Это много. На практикѣ получится въ среднемъ гораздо меньше, особенно на нивахъ проникаемыхъ и когда весна мокрая. Органическій азотъ теряется несравненно труднѣе, почему разница между стоимостью селитры и органическихъ туковъ будетъ меньше.

Кромѣ того, органическій азотъ дѣйствуетъ не только въ первый годъ, хотя значеніе его въ этомъ отношеніи и не слѣдуетъ преувеличивать. Мы видѣли, правда, что при ежегодномъ удобреніи однихъ и тѣхъ же участковъ азотомъ въ видѣ кровяной муки, роговой муки, жмыховой муки и зеленой растительной массы урожаи нѣсколько повышались, но это повышеніе было на столько мало, что едва-ли заслуживаетъ вниманія. Замѣтнѣе увеличилось дѣйствіе медленно разлагающихся матеріаловъ (костяной муки, мясной муки, шерстяной пыли, слѣвнаго навоза и кожаной муки), которые въ первый годъ отдали растеніямъ лишь небольшую часть своего азота.

Все-же и здѣсь дополнительное дѣйствіе не велико. Ненадо забывать, что часть органическаго азотистаго вещества переходитъ въ соединенія, чрезвычайно трудно разлагающіяся въ почвѣ, и что матеріалы, медленно подвергающіеся гніенію (хлѣбный навозъ, шерстяная пыль, кожаная мука), даютъ особенно легко вещества, подобныя торфѣ и гумусу, очень медленно разлагающіяся.

Надо еще замѣтить, что при гніеніи органическихъ азотистыхъ веществъ остается связаннымъ не все количество азота. Въ зависимости отъ внѣшнихъ условій болѣе или менѣе значительная часть азота освобождается и улетучивается въ воздухъ, пропадая, такимъ образомъ, даромъ. Процессы эти еще не достаточно выяснены. Какъ велика можетъ быть здѣсь потеря азота и какія условія ее ускоряютъ или замедляютъ, еще неизвѣстно. Мы обязаны I. Кенигу, тщательно собравшему и сгруппировавшему имѣющійся матеріалъ, тѣмъ, что мы знаемъ объ этомъ предметѣ. Я отсылаю читателя къ труду Кенига, подробнѣе не останавливаясь на немъ, такъ какъ самъ еще не занимался вопросомъ.

Итакъ:

Стоимость органическаго азота, сравнительно со стоимостью селитры, должна быть нѣсколько выше, чѣмъ то показываютъ наши числа, *но она все же гораздо ниже стоимости органическаго азота у некоторыхъ торговцевъ!*

Въ сельскохозяйственномъ календарѣ Менцеля мы увидимъ, что 1 кило азота стоитъ:

Въ видѣ селитры, кровяной и мясной муки	118 пф.
» » перепрѣвшей костян. муки, рыбн. гуано, жмыховъ.	105 »
» » грубой костян. муки, роговой муки, шерстян. пыли.	95 »
» » обломковъ костей, хлѣвн. навоза, кожаной муки.	75 »

Если стоимость азота въ видѣ чилийской селитры принять за 100, то остальные туки будутъ стоить:

	По таксамъ календаря Менцеля.	По даннымъ опытовъ удобренія.
Чилийская селитра	100	100
Кровяная мука	100	65
Роговая мука	81	65
Жмыховая мука	89	65
Перепрѣвшая костян. мука	89	53
Мясная мука	100	53
Рыбная мука	89	53
Шерстяная пыль	81	25
Хлѣбный навозъ	64	25

Оба столбца совершенно не совпадаютъ; стоимость по таксѣ не отвѣчаетъ дѣйствию удобрений.

Азотъ кровяной и мясной муки имѣетъ гораздо меньшую цѣнность, чѣмъ азотъ въ видѣ селитры, почему и долженъ стоить дешевле. Роговая мука оказалась при нашихъ опытахъ болѣе дѣятельной, чѣмъ мясная мука, тогда какъ стоимость первой равна 81, а второй 100. Жмыхи стоятъ 89, шерстяная пыль 81, опыты же показываютъ, что азотъ въ видѣ жмыховъ дѣйствуетъ въ 3 раза лучше азота въ видѣ шерсти.

Выразить относительное достоинство азотистыхъ удобрительныхъ матеріаловъ опредѣленными числами, примѣнимыми во всѣхъ случаяхъ, какъ уже замѣчено, нельзя; но у насъ должны быть *приблизительныя* данныя, а такія данныя могутъ быть выведены изъ опытовъ удобрения.

Тщательно взвѣсивъ побочное дѣйствіе чилийской селитры; различныя условія, вліяющія на дѣйствіе амміака; возможность потери азота отъ просачиванія, скорѣе наблюдающагося у однихъ удобрений, чѣмъ у другихъ; *постепенность* дѣйствія органическаго азота, въ нѣкоторыхъ случаяхъ весьма желательную; обогащеніе почвы перегноемъ при удобреніи хлѣвнымъ навозомъ, и т. д.,—все это тщательно взвѣсивъ, я считаю возможнымъ дать слѣдующія среднія числа, выражающія сравнительное достоинство различныхъ азотистыхъ удобрений:

	Сравнительное достоинство.
Азотъ въ видѣ чилийской селитры	100
» » » сѣрниокислаго аммонія	90
» » » кровяной муки, роговой муки и зеленой (еще не одеревенѣвшей) растител. массы.	70
» » » перепрѣвшей костяной муки, мясной муки, рыбной муки	60
» » » хлѣвнаго навоза	45
» » » шерстяной пыли	30
» » » кожаной муки	20

Числа эти могутъ служить *приблизительнымъ* указаніемъ для рѣшенія вопроса, на сколько существующія цѣны на опредѣленное удобрение относительно высоки или относительно низки.

Если азотъ въ видѣ селитры стоитъ напр. 130 пф. за кило, то азотъ остальныхъ удобрений долженъ стоить:

Въ видѣ чилийской селитры	130 пф.
» » сѣрноокислаго аммонія	117 »
» » кровян. муки, рогов. муки, жмыхов муки, зеленой растительной массы	91 »
» » мелкомолотой, перепрѣвшей костяной рыбной и мясной муки	78 »
» « хлѣвнаго навоза	59 »
» » шерстяной пыли	39 »
» » кожаной муки	26 »

Если 1 кило въ видѣ амміачной соли стоитъ 130 пф. тогда какъ относительная стоимость его всего 117 пф, то азотъ въ видѣ амміака обходится дороже азота въ видѣ селитры почему пользоваться имъ слѣдуетъ лишь въ томъ случаѣ, когда, не смотря на болѣе высокія цѣны, ему приходится отдавать предпочтеніе. Наоборотъ, когда азотъ въ видѣ амміака стоитъ, положимъ, 100 пф., а въ видѣ селитры 130 пф., т. е. когда амміакъ сравнительно дешевле, селитру слѣдуетъ примѣнять лишь тамъ, гдѣ, благодаря особымъ условіямъ (почвы, хозяйства), ей надо отдать предпочтеніе и гдѣ ея нельзя замѣнить амміачной солью, напр., при поверхностномъ удобреніи.

То же можно сказать и объ остальныхъ удобрительныхъ тукахъ. Если сравненіе рыночной стоимости удобренія съ относительною покажетъ, что удобреніе обходится дорого, то надо выяснитъ, не будетъ-ли выгоднѣе замѣнить его болѣе дешевымъ, принимая каждый разъ въ соображеніе цѣль разведенія, данныя условія почвы и климата. Это послѣднее особенно важно, когда рѣчь идетъ о хлѣвномъ навозѣ. Само собою разумѣется, что при вычисленіи стоимости получаемого въ хозяйствѣ навоза нельзя вводить въ расчетъ большихъ колебаній, которымъ подвергается цѣна селитры. Если, напр., цѣна селитры поднимется вдвое, то ни одинъ хозяинъ не будетъ, конечно, оцѣнивать и навозъ двойною суммою и выводить отсюда увеличеніе доходности хозяйства, точно также и изъ паденія цѣны на селитру онъ не выведетъ пониженія доходности отъ содержанія скота. Хозяйство съ хлѣвнымъ навозомъ нельзя замѣнить удобреніемъ селитрой, также какъ и удобреніе селитрой нельзя замѣнить навозомъ. Хлѣвный навозъ вообще нельзя сравнивать съ продажными туками, ибо онъ имѣетъ совершенно иное значеніе. Удобреніемъ хлѣвнымъ навозомъ поддерживаются на постоянномъ уровнѣ всѣ факторы плодородія, содержаніе гумуса въ почвѣ, ея нагрѣваемость, влагоемкость, рыхлость, запасъ питательныхъ ве-

ществъ. Къ продажнымъ же тукамъ прибѣгаютъ лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда навоза недостаточно для поддержанія запаса растворимыхъ питательныхъ веществъ на одной высотѣ или когда желаютъ *поднять* производительность, усилить питаніе, дать культурному растенію спеціально требуемое имъ вещество. Такъ бываетъ въ большинствѣ случаевъ, почему повышеніе или паденіе цѣны на селитру не должно отражаться на производствѣ навоза.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ весьма важно, однако, имѣть указаніе на относительное дѣйствіе азота въ видѣ хлѣбнаго навоза.

Можетъ явиться вопросъ—что выгоднѣе, увеличить-ли количество скота и производство навоза или-же добыть необходимое количество органическаго вещества и азота разведеніемъ растений на зеленое удобреніе? Даже когда необходимо и представляется случай купить навозъ, весьма важно знать сравнительное достоинство азота въ видѣ хлѣбнаго навоза и въ видѣ зеленой растительной массы.

Приведенные выше результаты опытовъ нашихъ съ хлѣбнымъ навозомъ и зеленымъ растительнымъ веществомъ отчасти разъясняютъ этотъ вопросъ, но въ слѣдующей главѣ я дамъ еще новыя указанія, необходимыя для его рѣшенія.

30. Логично-ли дѣлать сельскохозяйственныя культурныя растенія на азотособирателей и азотопотребителей?

Шульцъ (Лупицъ), основываясь на многолѣтней практикѣ и на остроумныхъ наблюденіяхъ, первый раздѣлилъ культурныя растенія на *азотособирателей* и *азотопотребителей*. Такое дѣленіе логично и заслуживаетъ полнаго вниманія.

Бобовыя, т. е. горохъ, люпины, сераделла, эспарцетъ, бобы, чечевица, всѣ вики и клеверы могутъ, какъ мы уже видѣли, черпать необходимый для нихъ азотъ изъ атмосфернаго воздуха. Въ случаѣ максимальнаго развитія, они поглощаютъ атмосфернаго азота до 100, до 200, даже до 300 кило на гектаръ, увеличивая этимъ оборотный запасъ азота въ хозяйствѣ. Они уравниваютъ потери азота, происходящія отъ удаленія продуктовъ изъ хозяйства и отъ просачиванія азота въ почву. Бобовыя являются въ этомъ отношеніи *азотособирающими* растеніями.

Не бобовыя, т. е., колосовыя хлѣба, злаки, картофель, свекла, морковь, цикорій, рапсъ, табакъ, хмель, виноградъ, кукуруза, ленъ, конопля и др., неспособны поглощать свободнаго атмосфернаго азота, а поглощаютъ и перерабатываютъ только азотъ, химически связан-

ный, заключающійся въ почвѣ или вносимый въ нее съ удобрениемъ; эти растенія потребляютъ запасъ азота въ хозяйствѣ, почему мы ихъ называемъ азотопотребителями.

Дѣленіе сельскохозяйственныхъ культурныхъ растений на собирающихъ и потребляющихъ азотъ вполне, такимъ образомъ, логично. На немъ основанъ въ высшей степени важный вопросъ о зеленомъ удобрении. Имъ то мы теперь и займемся.

31. Какъ пользоваться собирающими азотъ растеніями, чтобы удобрить почву атмосфернымъ азотомъ?

Первый, обратившій всеобщее вниманіе на атмосферный азотъ и на удобрение почвы собирающими азотъ растеніями, былъ опять таки Шульдъ (Лулицъ). Онъ и Нейгаусъ, Ширмеръ, Арядтъ, Делингеръ указали вмѣстѣ съ тѣмъ на практическую выполнимость такого удобрения и старались убѣдить хозяевъ въ выгоды пользования запасомъ азота въ воздухѣ и удобрения почвы атмосфернымъ азотомъ.

Я не имѣю въ виду касаться здѣсь чисто *практической* стороны дѣла. Предоставляю это практикамъ, указавъ лишь на многочисленные статьи, въ которыхъ сообщаются наблюденія надъ культурой различныхъ азотособирателей на извѣстныхъ почвахъ, при извѣстныхъ климатическихъ и хозяйственныхъ условіяхъ и т. д.

Упомяну лишь вкратцѣ «о методахъ удобрения почвы атмосфернымъ азотомъ». Для этого:

1) Въ качествѣ главнаго растенія разводятъ бобовыя, живые и корни которыхъ остающіеся въ почвѣ, служатъ удобрениемъ подъ слѣдующее растеніе.

2) Въ качествѣ главнаго растенія разводятъ бобовыя, весь урожай которыхъ служитъ удобрениемъ подъ слѣдующее во второй годъ растеніе. Здѣсь жертвуютъ цѣлымъ урожаемъ, почему этотъ способъ примѣняется лишь на очень легкихъ, сухихъ, тощихъ песчаныхъ почвахъ или въ очень неблагоприятныхъ климатахъ.

3) Высѣваетъ сераделлу, люпины или то и другое, или же клеверъ въ главный хлѣбъ, а поздней осенью, зимой или ранней весной запахиваютъ растенія, развившіяся послѣ уборки хлѣба.

4) Высѣваютъ люпины между картофелемъ и запахиваютъ ихъ поздней осенью, зимою или весной.

5) Люпины, вику, горохъ или же смѣсь изъ гороха и вики, или изъ гороха, вики и бобовъ высѣваютъ по поднятому живую главнаго хлѣба, запахивая растенія поздней осенью, зимою или весной.

6) По поднятому жниву главнаго хлѣба высѣвають пунцовый клеверъ, въ май снимають одинъ укосъ въ кормъ, распахивають, оставляя жниво и корни на удобрение картофеля или кормовой свеклы.

Зеленое удобрение можно, такимъ образомъ, значительно разнообразить, примѣняясь къ мѣстнымъ условіямъ.

Моя задача заключается во всестороннемъ выясненіи на основаніи точныхъ опытовъ, тѣхъ результатовъ, которые могутъ быть достигнуты зеленымъ удобрениемъ.

32. Какъ велико дѣйствіе азота въ видѣ зеленого удобрения, сравнительно съ азотомъ чилийской селитры?

Неоднократные расчеты выгоды зеленого удобрения давали обыкновенно весьма большія числа.

Фр. Арндтъ, напр., говоритъ въ своемъ трудѣ о зеленомъ удобрении, что Нейгаусъ (Селховъ), удобряя свою почву сераделлой и люпинами, увеличилъ въ ней запасъ азота на 151 кило на гектаръ (125 кило надземными зелеными частями и 26 кило корнями), и что это равняется, въ переводѣ на деньги, 180 маркамъ.

Арндтъ замѣчаетъ, что числа эти «не считаютъ безусловно вѣрными», съ чѣмъ я не могу не согласиться.

Прежде всего нельзя считать *обогащающимъ* почву всего количества азота, заключающагося въ надземныхъ и подземныхъ органахъ. Азотособиратели живутъ на счетъ *почвеннаго* азота; только когда они достигнутъ развитія, *болѣе роскошнаго*, чѣмъ то отвѣчаетъ свободному запасу азота въ почвѣ, они начинаютъ поглощать и *атмосферный* азотъ. Изъ полученныхъ Нейгаусомъ 151 кило надо вычесть азотъ, взятый изъ *почвы*, и только остатокъ можно считать *прибылью*, «*обогащеніемъ*», *азотомъ*, взятымъ изъ воздуха. Если почва была богата растворимымъ азотомъ, то остатокъ, *прибыль* азота, будетъ невелика; если же почва была бѣдна азотомъ, то *прибыль* будетъ велика.

Можно ли, далѣе какъ поступаетъ Арндтъ, приравнивать стоимость азота въ зеленомъ удобрении стоимости его въ *селитрѣ*? Въдъ азотъ зеленого удобрения будетъ дѣйствовать нѣсколько медленнѣе и менѣе полно, чѣмъ азотъ селитры. Изъ чиселъ, приводимыхъ Арндтомъ, придется, такимъ образомъ, принять, какъ допускаетъ и онъ самъ, только развѣ «половину».

Если же Арндтъ попроситъ насъ *доказать*, что онъ оцѣнилъ зеленое удобрение слишкомъ высоко, то такого доказательства мы

дать не въ состояніи, ибо мы еще не знаемъ, какъ велико дѣйствіе 100 частей азота зеленого удобренія, сравнительно съ дѣйствіемъ 100 частей азота чилийской селитры или другихъ азотистыхъ туковъ.

Чтобы заполнить этотъ пробѣлъ въ нашихъ знаніяхъ, мы произвели нѣсколько опытовъ.

24 сосуда были, 9 августа 1888 года, наполнены песчаной почвой и каждые три сосуда засѣяны гречихой, горчицей, сераделлой, люпинами, горохомъ и викой. Въ сентябрѣ и октябрѣ растенія были сняты и задѣланы. Въ апрѣлѣ слѣдующаго года всѣ сосуды были засѣяны овсомъ, а также и 6 новыхъ, ранѣе не засѣянныхъ сосудовъ, изъ которыхъ 3 были удобрены чилийской селитрой.

Въ среднемъ получился слѣдующій результатъ:

Удобреніе азотомъ въ видѣ.		Средній урожай зерномъ и соломой.	Повышеніе урожая отъ азотистаго удобренія.	Азота во всемъ сборѣ зерна и соломы.
		гр.	гр.	гр.
—		0	89,0	—
чил. селитры.		1,5	323,5	234,5
Содержаніе азота въ надземныхъ частяхъ.	гречихи . .	0,270	49,2	—39,8
	бѣлой горчицы . .	0,123	65,4	—23,6
	сераделлы . .	0,914	142,5	53,5
	люпиновъ. . .	2,077	276,0	187,0
	гороха. . .	3,087	366,7	277,7
	вики . . .	2,641	343,6	254,6
				0,433
				1,668
				0,308
				0,367
				0,740
				1,496
				2,094
				4,894

Основываясь на этихъ результатахъ, постараемся отвѣтить на слѣдующіе вопросы:

33. Выгодно-ли разводить на зеленое удобреніе гречиху, горчицу, рапсъ, шпегель и другія небобовыя?

На этотъ вопросъ дается часто отвѣтъ положительный. Въ учебникахъ рекомендуется разведеніе этихъ растеній на зеленое удобреніе, а въ сельскохозяйственныхъ журналахъ польза отъ нихъ, то превозносится, то подвергается сомнѣнію. Доказательствъ же дѣйствительности или безрезультатности зеленого удобренія горчицей, гречихой или рапсомъ нигдѣ не приводится.

Разсмотримъ прежде всего приведенныя выше среднія числа.

Удобреніе люпинами, горохомъ и викой весьма значительно

¹⁾ Gründüngung und System Schultz Lupitz auf Lehmboden, von Fritz Arndt. Berlin. Paul Parey 1890.

повысило урожай. Удобрение же гречихой и горчицей не только не дало повышения, но вызвало даже понижение урожая! Чѣмъ это объяснить?

Полагаю слѣдующимъ. Гречиха и горчица не принадлежатъ, какъ намъ извѣстно, къ числу азотособирателей; онѣ не поглощаютъ атмосфернаго азота, не обогащаютъ имъ почвы, почему онѣ и содержатъ въ зеленыхъ частяхъ мало азота. Какъ видно изъ таблицы, содержаніе азота достигало здѣсь, въ среднемъ, едва одной десятой содержанія азота въ зеленыхъ частяхъ люпиновъ, гороха и бобовъ. Гречиха и горчица черпали азотъ только изъ *почвы*; онѣ поглотили изъ почвы растворимый азотъ, перевели его въ органическое вещество, трудная разлагаемость котораго объясняетъ, почему удобрение горчицей и гречихой вызвало *понижение* урожая, сравнительно удобренной почвой. Въ сосудахъ, не засѣянныхъ растеніями, овесъ могъ пользоваться запасомъ растворимаго азота въ почвѣ и далъ урожай въ 89,0 гр., тогда какъ въ сосудахъ, занятыхъ ранѣе горчицей и гречихой, растворимый азотъ почвы перешелъ въ органическія соединенія, въ зеленое вещество горчицы и гречихи; а такъ какъ этотъ азотъ могъ снова перейти въ растворимое соединеніе только послѣ разложенія органическаго вещества, могъ проявить свое дѣйствіе гораздо медленнѣе, да и не достаточно полно, то въ опытахъ и былъ полученъ лишній урожай, всего въ 57,3 вещества. Такое объясненіе подтверждается слѣдующимъ обстоятельствомъ.

Горчица дала, какъ видно изъ нашей таблицы, всего 0,123 гр. азота въ зеленомъ веществѣ, а греча 0,270 гр., т. е. вдвое больше. Чѣмъ это объяснить? Отвѣтъ: раннимъ наступленіемъ голода у горчицы (гораздо болѣе чувствительной къ недостатку азота), которая, поэтому, рано закончила свое развитіе, когда гречиха еще продолжала расти и поглощать азотъ, постепенно переходившій въ растворимое состояніе. Разъ гречиха поглотила и перевела въ органическое, медленно разлагающееся вещество все количество растворимаго азота, а горчица только *половину* этого количества, то удобрение почвы зеленой гречихой должно было менѣе поднять урожай овса, чѣмъ удобрение горчицей. Подтверждается-ли это результатами нашихъ опытовъ? Да, подтверждается. Гречиха дала всего 49,2 гр. овса, а горчица 65,4 гр., не смотря на то, что — или, по нашему объясненію — потому что зеленое вещество гречихи содержитъ вдвое больше азота, чѣмъ зеленое вещество горчицы.

Если такъ, то нельзя считать выгоднымъ то, что азотъ, переходящій въ осеннее время въ растворимое соединеніе, снова дѣлается, при помощи горчицы и гречихи, трудно растворимымъ. На поставленный въ заголовкѣ вопросъ мы должны, поэтому, дать безусловно отрицательный отвѣтъ.

Спрашивается, однако, дѣйствительно-ли мы уже имѣемъ право давать такой отвѣтъ? Едва-ли. Вѣдь, мы должны принять въ соображеніе еще слѣдующее:

Опыты наши велись не на участкахъ почвы, а въ *замкнутыхъ сосудахъ*, такъ какъ это было необходимо для полученія яснаго и вѣрнаго отвѣта на поставленный вопросъ. Надо было устранить возможность потери отъ просачиванія въ подпочву азота, осенью постоянно нитрифицирующагося.

Что же наблюдается на практикѣ? Легкая песчаная почва, легко проницаема для воды, а потому и для всѣхъ, растворяющихся въ водѣ, веществъ. Азотнокислыя соединенія, получающіеся изъ перегной песчаной почвы, ничѣмъ не занятой, растворяются дождевыми и снѣговыми водами, уносятся въ грунтовые и дренажныя воды, большею частью ускользая, такимъ образомъ, отъ положенія ближайшими культурными растеніями, разъ не принято мѣръ для связыванія этихъ соединеній. Гдѣ почва очень проницаема, гдѣ есть основаніе опасаться потери части почвеннаго азота въ теченіи осеннихъ и зимнихъ мѣсяцевъ, тамъ этой потери можно, вѣдь, избѣжать культурой горчицы, гречихи, рапса и др., снова переводящихъ въ органическое вещество азотъ, осенью перешедшій въ соединенія азотной кислоты.

Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ, повидимому наблюдались хорошіе результаты отъ удобренія зеленой горчицей, гречихой, рапсомъ, то-рицей и другими небобовыми, дѣйствіе этихъ растеній можетъ найти себѣ объясненіе частью именно въ удержаніи растворимыхъ соединеній азота отъ просачиванія въ теченіи зимнихъ мѣсяцевъ, частью-же въ обогащеніи почвы органическимъ веществомъ и въ затѣненіи ея растеніями.

До сихъ поръ никто, однако, еще *не доказалъ*, съ числами въ рукахъ, преимущество культуры небобовыхъ на зеленое удобреніе. Я убѣжденъ, что весьма рѣдки случаи, въ которыхъ *предположенія* практиковъ дѣйствительно вѣрны. Гдѣ почва менѣе проницаема, *болѣе тяжела*, такъ что черезъ нее вода зимою просачивается съ трудомъ, тамъ культура небобовыхъ едва-ли можетъ имѣть успѣхъ.

Напротивъ, въ такихъ случаяхъ урожай могутъ даже *понижиться*. Мнѣ практики не разъ указывали на случаи *уменьшенія* урожая въ отъ удобренія зеленой горчицей. Кстати; я никогда не «*рекомендовалъ*» — какъ не рѣдко говорится въ специальныхъ журналахъ — разведеніе горчицы на зеленое удобреніе или, еще менѣе, удобреніе такой горчицы чилийской селитрой. Я только подвергалъ вопросъ всестороннему разсмотрѣнію и высказывалъ мысль, что было бы не бесполезно рѣшить его путемъ опыта. Результаты-же этихъ опытовъ подробно изложены выше, въ главѣ 15.

34. Всегда ли будетъ культура бобовыхъ обогащать почву азотомъ?

Мы видѣли, что разведеніе гречихи и горчицы не обогащаетъ почвы азотомъ, а только развѣ удерживаетъ азотъ отъ просачиванія на легко проницаемыхъ почвахъ. Если почвы мало проницаемы, если вѣтъ основаній опасаться просачиванія растворимаго азота, то культура этихъ растений не даетъ благопріятныхъ результатовъ, а можетъ даже понизить урожай, превращая растворимый азотъ почвы въ медленно разлагающееся, медленно дѣйствующее органическое вещество.

Что же мы видимъ у бобовыхъ, у азотособирателей? *Всегда ли* будетъ культура бобовыхъ *обогащать* почву азотомъ? Нѣтъ.

Въ главѣ 3-й я показалъ, что бобовыя поглощаютъ изъ почвы растворимый азотъ также, какъ и не бобовыя, притомъ даже скорѣе, чѣмъ изъ атмосфернаго воздуха. Только когда содержаніе растворимаго азота въ почвѣ недостаточно, бобовыя прибѣгаютъ къ атмосферному воздуху, которымъ они пользуются лишь до тѣхъ поръ, пока въ почвѣ азота мало для удовлетворенія потребности въ немъ растенія.

Если мы будемъ разводить горохъ, вику или другія бобовыя на почвѣ, въ которой растворимаго азота достаточно для полученія максимальнаго урожая этихъ растеній, то горохъ и вика будутъ жить исключительно на счетъ азота почвы, *не поглощая изъ атмосферы и слѣда азота*.

Это обстоятельство имѣетъ весьма важное значеніе.

Положимъ, ячменное поле въ 2 гектара мы раздѣлили на 2 части, изъ которыхъ, послѣ уборки ячменя, одну часть засѣяли горчицей, а другую викой. Положимъ, съ горчицей мы получили 50 кило азота и столько же съ викой. Произошло ли въ данномъ случаѣ обогащеніе почвы азотомъ отъ разведенія вики? Нѣтъ, не произошло 50 кило азота, заключающіеся въ зеленой массѣ, гор-

Напротивъ, въ такихъ случаяхъ урожай могутъ даже *понижиться*. Мнѣ практики не разъ указывали на случаи *уменьшенія* урожая въ отъ удобренія зеленой горчицей. Кстати; я никогда не *«рекомендовалъ»* — какъ не рѣдко говорится въ специальныхъ журналахъ — разведеніе горчицы на зеленое удобреніе или, еще менѣе, удобреніе такой горчицы чилийской селитрой. Я только подвергалъ вопросъ всестороннему разсмотрѣнію и высказывалъ мысль, что было бы не бесполезно рѣшить его путемъ опыта. Результаты-же этихъ опытовъ подробно изложены выше, въ главѣ 15.

34. Всегда ли будетъ культура бобовыхъ обогащать почву азотомъ?

Мы видѣли, что разведеніе гречихи и горчицы не обогащаетъ почвы азотомъ, а только развѣ удерживаетъ азотъ отъ просачиванія на легко проницаемыхъ почвахъ. Если почвы мало проницаемы, если нѣтъ основаній опасаться просачиванія растворимаго азота, то культура этихъ растений не даетъ благопріятныхъ результатовъ, а можетъ даже понизить урожай, превращая растворимый азотъ почвы въ медленно разлагающееся, медленно дѣйствующее органическое вещество.

Что же мы видимъ у бобовыхъ, у азотособирателей? *Всегда ли* будетъ культура бобовыхъ *обогащать* почву азотомъ? Нѣтъ.

Въ главѣ 3-й я показалъ, что бобовыя поглощаютъ изъ почвы растворимый азотъ также, какъ и не бобовыя, притомъ даже скорѣе, чѣмъ изъ атмосфернаго воздуха. Только когда содержаніе растворимаго азота въ почвѣ недостаточно, бобовыя прибѣгаютъ къ атмосферному воздуху, которымъ они пользуются лишь до тѣхъ поръ, пока въ почвѣ азота мало для удовлетворенія потребности въ немъ растенія.

Если мы будемъ разводить горохъ, вику или другія бобовыя на почвѣ, въ которой растворимаго азота достаточно для полученія максимальнаго урожая этихъ растений, то горохъ и вика будутъ жить исключительно на счетъ азота почвы, *не поглощая изъ атмосферы и слѣда азота*.

Это обстоятельство имѣетъ весьма важное значеніе.

Положимъ, ячменное поле въ 2 гектара мы раздѣлили на 2 части, изъ которыхъ, послѣ уборки ячменя, одну часть засѣяли горчицей, а другую викой. Положимъ, съ горчицей мы получили 50 кило азота и столько же съ викой. Произошло ли въ данномъ случаѣ обогащеніе почвы азотомъ отъ разведенія вики? Нѣтъ, не произошло 50 кило азота, заключающіеся въ зеленой массѣ, гор-

чица взяла изъ почвы. А вика? Да гдѣ горчица могла взять 50 кило азота, тамъ ихъ могла найти и вика, почему всѣ 50 кило азота вики цѣликомъ получены изъ почвы. Удобреніе почвы зеленой викой въ данномъ случаѣ не обогатило почвы азотомъ, почему и дѣйствіе вики на послѣдующее растеніе не будетъ сильнѣе дѣйствія горчицы, а можетъ равняться даже нулю.

Если бы горчица извлекла изъ почвы, положимъ, только 25 кило азота, а вика заключала бы въ зеленой массѣ 50 кило, то отъ культуры вики почва обогатилась бы 25 кило азота.

Если, поэтому, въ надземныхъ и подземныхъ частяхъ вики заключается скажемъ, 100 кило азота, то, для опредѣленія количества азота, *взятаго изъ атмосфернаго воздуха*, изъ этихъ 100 кило надо вычесть количество, полученное растеніемъ изъ почвы. Чѣмъ богаче почва растворимымъ азотомъ, тѣмъ меньше вика поглотитъ азота изъ воздуха, тѣмъ слабѣе будетъ и относительное дѣйствіе зеленого удобрения. Напротивъ, чѣмъ почва бѣднѣе растворимымъ азотомъ, тѣмъ больше будетъ поглощено азота изъ воздуха, тѣмъ *сильнѣе* окажется и дѣйствіе зеленого удобрения.

Отсюда, конечно, еще не слѣдуетъ, чтобы культура бобовыхъ на почвахъ богатыхъ азотомъ была всегда менѣе выгодна, чѣмъ на почвахъ бѣдныхъ имъ. Это справедливо только для случаевъ, когда урожай одинаковый. Если почва, богатая азотомъ, даетъ соответственно больше зеленого вещества, чѣмъ почва бѣдная, то обогащеніе азотомъ и дѣйствіе зеленого удобрения будутъ на обѣихъ почвахъ, по меньшей мѣрѣ, одинаковы.

Необходимо помнить слѣдующее:

Разведеніе бобовыхъ только въ томъ случаѣ обогащаетъ почву азотомъ, когда бобовыя развиваются роскошнѣе и даютъ болѣе обильный урожай, чѣмъ это соответствуетъ количеству доступнаго азота въ почвѣ. Только приращеніе азота атмосфернаго происхожденія, только оно и обогащаетъ почву.

Приведу здѣсь нѣсколько чиселъ, иллюстрирующихъ сказанное.

Сераделла, развившаяся плохо, благодаря позднему посѣву, дала при одномъ рядѣ опытовъ 0,914 гр. азота, горохъ-же далъ 3,087 гр. Послѣ удобрения зеленой сераделлой, урожай повысился на 53,5 гр.
 » » зеленымъ горохомъ, » » 277,7 »

Отсюда каждый граммъ азота сераделлы повысилъ урожай на 58,5 гр., а каждый граммъ азота гороха повысилъ урожай на 90,0 гр.

Почему же сераделла дѣйствовала тутъ слабѣе гороха? Отвѣтъ

ясенъ: въ зеленой массѣ плохо развившейся сераделлы заключалось относительно меньше атмосфернаго азота, чѣмъ въ зеленой массѣ гороха, какъ это показываетъ слѣдующій приблизительный расчетъ.

а) Сераделла дала	0,914	гр. азота
Въ почвѣ заключалось раствори-		
маго азота, какъ показалъ опытъ		
съ гречихой	0,270	» »
Значитъ, изъ атмосферы получено	0,644	гр.

На каждые 100 гр. заключающагося въ сераделлѣ азота, атмосфернаго происхожденія будетъ, слѣдовательно, $\frac{0,644 \cdot 100}{0,914} = 70$ гр.

б) Горохъ далъ	3,087	гр. азота,
Въ почвѣ заключалось . . .	0,270	» »

Изъ атмосферы получено . 2,817 гр. азота,

На каждые 100 гр., заключающагося въ горохѣ азота, атмосфернаго происхожденія азота будетъ, слѣдовательно, $\frac{2,817 \cdot 100}{3,087} = 91$ гр.

Если вычислить количество урожая отъ каждого грамма атмосфернаго азота, то окажется, что удобреніе сераделлой даже нѣсколько лучше использовало азотъ, чѣмъ удобреніе горохомъ, ибо каждый граммъ атмосфернаго азота далъ

въ видѣ сераделлы: 145 гр. овса зерномъ и соломой			
» » гороха: 113 » » » »			

Отсюда съ достаточною ясностью слѣдуетъ, какъ важно воспользоваться всѣми средствами (раннимъ и не слишкомъ рѣдкимъ посѣвомъ, обильнымъ удобреніемъ фосфорной кислотой и кали, если нужно, и известью и т. д.), чтобы достигнуть возможно роскошнаго развитія растений, идущихъ на зеленое удобреніе, ибо только съ извѣстной стадіи развитія — тѣмъ болѣе поздней, чѣмъ почва богаче азотомъ — начинается приращеніе азота, поглощеніе азота изъ атмосфернаго воздуха, «обогащеніе» почвы.

Но спрашивается, далѣе:

35. Какъ велико можетъ быть приращеніе азота, достигаемое культурой бобовыхъ, и что еще можно сказать о зеленомъ удобреніи?

Положимъ, хозяинъ собралъ, на зеленое удобреніе, съ гектара 5000 кило сухаго вещества съ 150 кило азота и желаетъ опредѣлить *приращеніе* азота, а вмѣстѣ съ тѣмъ и выгоду зеленого

удобрения. Можно-ли на этотъ вопросъ дать удовлетворительный отвѣтъ? Полагаю, что сдѣлать это очень трудно.

Къ 150 кило азота *надземныхъ* органовъ мы должны прежде всего прибавить количество азота въ корневой системѣ. Этого количества мы, однако, не знаемъ, а можемъ опредѣлить его лишь приблизительно. Положимъ, въ корневой системѣ заключается еще 30 кило азота, такъ что всего получимъ 180 кило азота. Но часть этихъ 180 кило взята изъ почвы, а эту часть мы и должны вычесть, чтобы опредѣлить дѣйствительное обогащеніе почвы азотомъ. Но какъ велико количество азота, приходящееся на долю почвы? Этого мы не знаемъ. Если почва была богата легко разлагающимися соединеніями азота и если условія для ихъ разложенія были благопріятны, то почва дала растеніямъ много азота, въ противномъ-же случаѣ, она азота дала мало. Но какъ это выразить въ числахъ? Можно было-бы, для сравненія, посѣять на части того-же поля не бобовое и опредѣлить въ немъ содержаніе азота. Такой путь, однако, слишкомъ сложный. Если-бы мы даже могли точно опредѣлить и точно опредѣлили-бы количество азота, полученное растеніемъ изъ почвы, то мы все-же не имѣли-бы всѣхъ данныхъ для вычисленія *прибыли* азота въ удобренной бобовымъ почвѣ, сравнительно съ неудобренной, и для точнаго опредѣленія выгодности культуры бобовыхъ. Для этого, у насъ недоставало-бы еще фактора, подверженнаго большимъ колебаніямъ и совершенно не опредѣлимаго: количества азота, просочившагося осенью и зимою въ глубокіе слои почвы, въ грунтовые или дренажныя воды.

Чтобы опредѣлить приращеніе азота, мы должны, слѣдовательно, изъ 150 кило азота, заключающихся въ надземныхъ органахъ, вычесть количество азота, взятое изъ почвы, и къ остатку прибавить:

- 1) Количество азота въ корневой системѣ и
- 2) Количество азота, теряющееся осенью и зимою отъ просачиванія.

Ясно, что эти 3 фактора трудно опредѣлить съ достаточною точностью, почему и приходится отказаться отъ вычисленія *приращенія азота* по полученному осенью урожаю зеленого вещества и по содержанію азота въ послѣднемъ.

Чтобы опредѣлить въ данномъ случаѣ выгодность зеленого удобрения, ничего другаго не остается, какъ прибѣгнуть къ прямому опыту. Надо поле разбить на два участка; одинъ изъ нихъ засѣять бобовымъ, а другой оставить подъ паромъ, чтобы въ слѣдующій годъ опредѣлить урожай главнаго хлѣба на обоихъ участкахъ.

Такой опытъ требуетъ, конечно, много времени и большой тщательности въ исполненіи. Гораздо проще было-бы, если-бы по урожаю зеленой массы, который найти не трудно, можно было судить приблизительно и о результатахъ зеленого удобренія. Посмотримъ, что дадутъ намъ числа, выведенныя изъ нашихъ опытовъ.

Въ одномъ рядѣ опытовъ, на каждые 100 гр. азота, заключающагося въ зеленомъ удобреніи, содержаніе азота въ урожаѣ главнаго хлѣба повысилось

при удобреніи люпинами.	на 51 часть
» » горохомъ	» 54 »
» » викой	» 55 »

Въ среднемъ, на 53 части азота.

Это среднее даетъ намъ, полагаю, нѣкоторое указаніе.

Возвращаясь къ изложеннымъ въ главѣ 7 результатамъ опытовъ надъ использованіемъ азота селитры. Основываясь на этихъ опытахъ, я вычислилъ среднее повышеніе урожая зерна, картофеля, свеклы и т. д., достигаемое съ помощью каждаго 100 кило чилийской селитры. Точно также можно вычислить данныя и для азота зеленого удобренія, если число 53, полученное для овса, сравнить съ числомъ 75, найденнымъ при тѣхъ-же условіяхъ, для азота селитры.

Дѣйствіе азота въ видѣ зеленого удобренія равнялось-бы въ такомъ случаѣ 70% дѣйствія азота въ видѣ селитры, такъ что каждыя 100 кило азота (въ надземныхъ органахъ) бобоваго могли бы дать круглымъ счетомъ:

37 центн. зерна, съ соотвѣтств. колич. соломы (при допущеніи, что использованы будутъ 50% азота)

340 центн. картофеля, съ соотвѣтств. колич. ботвы (при допущеніи, что использованы будутъ 65% азота)

530 центн. свеклы, съ соотвѣтств. колич. ботвы (при допущеніи, что использованы будутъ 65% азота)

Эти числа позволяютъ намъ опредѣлить, приблизительно, урожай, какой можно ожидать отъ зеленого удобренія. Не трудно осенью отмѣрить 16 или 25 кв. метр. поля, собрать выросшую на этомъ участкѣ зеленую массу, высушить ее, взвѣсить и опредѣлить въ ней содержаніе азота. Если окажется, что съ гектара получено около 150 кило азота, то мы будемъ знать, что поле, удобренное зеленымъ удобреніемъ, можетъ дать: зерна центнеровъ на 55, картофеля центнеровъ на 510, а свеклы центнеровъ на 795 больше, чѣмъ поле, осенью пустовавшее.

«Можетъ дать больше», говорю я, ибо это зависитъ отъ слѣдующихъ условій.

1) Часть 150 кило азота, могла быть взята *изъ почвы*; кромѣ того часть азота просочилась-бы изъ почвы въ глубокіе слои и пропала-бы даромъ, если-бы поле не было занято растеніями. Первый изъ этихъ факторовъ *ослабилъ*-бы, а послѣдній усилилъ-бы результатъ отъ дѣйствія зеленого удобрения, такъ что во многихъ случаяхъ они, быть можетъ, другъ друга уравниваются.

2) Не надо также забывать, что предполагаемое нами повышение урожая отъ 150 кило азота зеленого удобрения можетъ быть получено лишь въ томъ случаѣ, если условія погоды слѣдующаго года не затрудняютъ использованія азота зеленого удобрения, если, кромѣ того, въ почвѣ будетъ достаточный запасъ фосфорной кислоты, кали и извести, наконецъ, если въ зеленомъ удобрении не окажется *избытка* азота, который растенія, произрастающія на данной площади, не были-бы въ состояніи сполна поглотить.

Если никогда не упускать изъ вида этихъ двухъ пунктовъ, то наши числа, полагаю, могутъ дать приблизительное указаніе на результатъ примѣненія зеленого удобрения и позволять сдѣлать расчетъ о его выгоды.

Перехожу затѣмъ къ другому вопросу.

Сколько килограммовъ азота на гектаръ могутъ быть получены введеніемъ въ сѣвооборотъ серраделлы, люпиновъ, вики, гороха?

Приведу сначала нѣсколько чиселъ, показывающихъ, сколько зеленого вещества и азота можетъ быть получено при очень *благоприятныхъ* условіяхъ, когда нѣтъ недостатка во влагѣ и почва удобрена избыткомъ фосфорной кислоты, кали, извести и т. д.

Опытъ, веденный нами въ теченіе 6 лѣтъ, разъясняетъ этотъ вопросъ. Почвою служилъ бѣдный перегной, но богатый известью песокъ, который ни разу не удобрялся азотомъ, а только фосфорной кислотой и кали. Ежегодно высѣвалось яровое растеніе (рожь, бѣлая горчица, овесъ, пшеница, морковь), а послѣ уборки его сѣялось растеніе на зеленое удобрение, которое снимали поздней осенью и затѣмъ задрѣвывали. На трехъ параллельныхъ участкахъ (I) сѣялся *горохъ*, на слѣдующихъ 3 параллельныхъ участкахъ (II) *вика*, а еще на 4 параллельныхъ участкахъ (III) *бѣлая горчица* и *гречиха* (т. е. 2 не бобовыхъ).

Зеленаго вещества получено.		Въ полученномъ и осенью задыанномъ зеленомъ веществѣ заключалось азота	гр.	По зеленому удобрѣнію въ слѣдующій годъ получено	Зерна и соломы	Въ продуктахъ уро- жайнаго расте- нія заключалось азота гр.
				Главное растеніе	гр.	
1885—1886	I. 17	1 гр. гороха.	8,03	яров. рожь.	570,8	4,911
	II. 1086	» вики. .	5,87		536,4	4,312
	III. 205	» овса. .	0,75		197,0	1,390
1886—1887	I. 2045	» гороха.	9,37	бѣл. горч.	221,0	3,084
	II. 2456	» вики .	14,71		254,9	4,308
	III. 333	» горчиц.				
		и гречихи.	1,85		88,2	1,350
1887—1888	I. 2612	» гороха.	18,10	овесъ . .	496,7	4,823
	II. 1595	» вики .	10,27		381,0	3,280
	III. 226	» горчиц.	1,60		174,3	1,423
1888—1889	I. 1319	» гороха.	6,04	овесъ . .	527,2	4,745
	II. 994	» вики .	6,12		574,7	5,540
	III. 109	» гречих.	0,40		101,1	0,853
1889—1890	I. 2888	» гороха.	17,25	яров. пшен.	412,4	3,543
	II. 1630	» вики .	8,36		353,9	2,641
	III. 95	» горчиц.	0,43		128,5	1,116
(съ ботвой).						
1890—1891	I. 1920	» гороха.	7,80	марковь. .	3759	4,994
	II. 1224	» вики .	6,45		3815	5,916
	III. 190	» гречих.	0,82		1103	1,368

Числа эти показываютъ, что, при благопріятныхъ условіяхъ, возможно на бѣдной азотомъ почвѣ получать всегда хорошіе урожаи колосовыхъ хлѣбовъ, безъ примѣненія азотистаго удобрения, а только путемъ культуры бобовыхъ и удобрения ихъ достаточнымъ количествомъ кали и фосфорной кислоты.

Кромѣ того, мы видимъ, что урожаи вики и гороха, получавшихся на тѣхъ-же участкахъ въ теченіе 6 лѣтъ, не уменьшались. На 6-й годъ вика и горохъ развились также роскошно, какъ и въ первый годъ, и вызванное ихъ культурой приращеніе азота было почти каждый годъ значительно больше, чѣмъ могло быть переработано послѣдующимъ растеніемъ.

Горчица и гречиха обнаруживали всегда весьма слабое развитіе, послѣдующее-же растеніе давало на этихъ участкахъ, въ среднемъ изъ всѣхъ опытовъ, только 30% урожая на участкахъ съ викой и горохомъ.

Приведу здѣсь еще результаты опытовъ 1891 г. съ люпинами и сераделлой.

Близъ Дармштадта, въ округѣ Аргейльгентъ, имѣется почва, весьма удобная для примѣненія зеленого удобрения. Почва сложена здѣсь изъ легкаго песка но условія влаги довольно благопріятны, такъ что люпины и сераделла удаются очень хорошо. Почвы удобряются очень интенсивно томасшлакомъ и каинитомъ. Разводятся послѣ сераделлы и люпиновъ рожь, картофель и овесъ.

На 20 различныхъ поляхъ этого округа мы тщательно опредѣли осенью 1891 г. урожай зеленой массы (надземныхъ органовъ) и содержаніе въ ней азота. Результаты нашего опредѣленія сведены въ слѣдующей таблицѣ, въ которой я помѣщаю также вычисленные данныя о повышеніи урожая овса, которое можетъ быть достигнуто примѣненіемъ зеленого удобрения, если принять, что изъ азота зеленого удобрения будетъ использовано 50%.

Съ гектара было получено зеленого растительнаго вещества.

I. Сераделла. Посѣяна въ началѣ апрѣля въ рожь, снята 26 октября 1891 г.

№ поля по порядку.	Зеленого ра- стительнаго вещества въ центнерахъ (по 50 кило.	Въ томъ числѣ азота, въ килогр.	Азота зеленого удоб- ренія достаточно, чтобы повысить уро- жай овса верномъ на слѣдующее количе- ство центнеровъ (по 50 кило).
1	515	135	50
2	498	127	47
3	530	129	48
4	433	110	41
5	720	161	60
6	578	160	59
7	368	106	39

II. Люпины. Посѣяны въ началѣ іюня въ рожь, сняты 26 октября 1891 г.

1	933	145	54
2	1015	142	53
3	705	105	39
4	810	128	47
5	755	115	43
6	1120	185	69
7	740	135	50
8	1030	215	80

III. Люпины Посѣяны въ началѣ августа по поднятому жниву, сняты 26 октября 1891 г.

1	855	114	42
2	783	107	40
3	938	123	46
4	520	79	29
5	670	90	33

Полагаю, что таблицы эти способны заинтересовать практика, ибо до сихъ поръ не имѣлось никакихъ данныхъ для сужденія о результатахъ примѣненія зеленого удобрения; въ литературѣ можно найти лишь отдѣльныя, совершенно особнякомъ стоящія, указанія на урожай зеленого вещества.

Таблицы показываютъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что зеленое удобрение дало весьма удовлетворительный результатъ на легкой и тощей песчаной почвѣ. Не трудно также убѣдиться въ чрезвычайной дешевизнѣ азота, полученнаго путемъ культуры люпиновъ и сераделлы, при удобреніи почвы фосфорной кислотой и кали.

30—35 кило сѣмянъ сераделлы, идущихъ на гектаръ, стоятъ не болѣе 12—14 марокъ; если къ этому прибавить еще марки 3—4 за посѣвъ и за всѣшку, то расходъ опредѣлится суммою въ 16—18 марокъ. Весною 1891 года было за то получено столько зеленого удобрения, что урожай овса могъ бы повыситься на 50 центн. зерна и соотвѣтствующее количество соломы.

Приведу изъ практики еще одинъ примѣръ, указывающій на важное значеніе зеленого удобрения.

Близъ Дармштадта имѣется небольшое имѣніе Вейлергофъ. Здѣсь прежде велось молочное хозяйство, такъ что почва всегда хорошо удобрялась. Новый владѣлецъ имѣнія, докторъ Делингеръ, бросилъ содержаніе скота, а для полученія азота ввелъ культуру бобовыхъ, подъ которыя удобряетъ фосфорною кислотой и кали.

Хотя почва (средній известковистый суглинокъ) здѣсь и менѣе благоприятна для примѣненія зеленого удобрения, чѣмъ въ Аргейльгенѣ, гдѣ почва песчаная, все же Делингеръ пока вполне удачно проводитъ у себя систему зеленого удобрения, въ связи съ удобреніемъ почвы кали и фосфорною кислотой. Люпины и сераделлу, культура которыхъ представляетъ менѣе всего затрудненій и требуетъ меньше расходовъ, въ Вейлергофѣ разводить пока не удалось. Здѣсь лучше всего идетъ культура смѣси гороха и вики, по 4 центнера на гектаръ, причемъ посѣвъ производятъ сейчасъ же послѣ уборки хлѣба, по поднятому жниву, а къ задѣлкѣ сѣмянъ

приступаютъ поздней осенью или весною. Только въ виду затруднительности вести вспашку поля и посѣвъ бобовыхъ одновременно съ уборкою хлѣбовъ, Делингеръ пытался сѣять на части поля клеверъ весною въ хлѣбъ. Такой пріемъ оказался также довольно удачнымъ, но все же отъ клевера далеко не получено тѣхъ урожаевъ, какіе получались отъ вики и гороха.

Осенью 1890 года мы опредѣлили на одномъ изъ полей Вейлергофа урожай зеленого вещества, котораго, какъ оказалось, получается, въ среднемъ, не менѣе 150 центнеровъ (въ сухомъ видѣ), заключающихъ азота не менѣе 250 кило на гектаръ.

Это чрезвычайно высокій урожай, получаемый, навѣрно, не каждый годъ, такъ какъ все зависитъ отъ погоды осенью. Не каждый годъ условія для произрастанія бобовыхъ будутъ столь же благоприятны, какъ въ 1890 году, и не каждое лѣто удастся столь же рано окончить уборку и посѣять горохъ и вику, какъ то удалось въ этомъ году. Но уже менѣе обильные урожай зеленого удобрения оказываются достаточно выгодными, ибо нѣтъ надобности вносить подъ послѣдующее растеніе столь значительнаго и *бѣткка* азота. 250 кило азота, въ видѣ зеленого удобрения, вѣдь достаточно для повышенія урожая овса, по крайней мѣрѣ, на 90 центн. зерномъ, съ соотвѣтствующимъ количествомъ соломы, такъ что объ использовании такого удобрения цѣликомъ нечего и думать. Напротивъ, столь обильное удобрение азотомъ можетъ вызвать полеганіе главнаго хлѣба, какъ это, дѣйствительно и наблюдалось въ Вейлергофѣ. Овесъ стоялъ весною 1891 года необычайно густо и имѣлъ роскошный видъ, какой наблюдать удастся рѣдко. Первая гроза его ударила. Благодаря, однако, удивительной энергіи роста, овесъ, далѣ, не смотря на сильное полеганіе, урожай въ 70 центн съ гектара. По сообщенію Делингера, такой же урожай далъ и ячмень.

Если растенія, посѣянные на зеленое удобрение, также роскошно разовьются, какъ это мы видѣли въ 1890 году, то хорошо будетъ задрѣвывать не все количество зеленого удобрения, а только часть его, другую же часть скормить скоту или переносить на другія поля, подъ свеклу, картофель, гдѣ бобовыя не были посѣяны. Иначе можетъ произойти полеганіе, такъ какъ задержать разложеніе зеленого вещества нельзя; оно идетъ на столько быстро, что зеленое удобрение нельзя, въ этомъ отношеніи, и сравнивать съ навозомъ. Навозъ состоитъ вѣдь, главнымъ образомъ, изъ «одревенѣвшихъ» частей, изъ соломы и изъ непереваренныхъ, а потому и трудно разлагающихся въ почвѣ, составныхъ частей корма. Только состав-

ныя части мочи и немногіе элементы твердыхъ изверженій дѣйствуютъ быстрѣе. Остальное переходитъ большею частью въ перегной, который, какъ извѣстно, разлагается чрезвычайно медленно.

Что изъ 100 частей навоза—какъ говорится въ одномъ сочиненіи—въ первый годъ дѣйствуютъ 50 частей, во второй 35, а въ третій 15, совершенно невѣрно. Вѣдь извѣстно, что удобреніе навозомъ увеличиваетъ содержаніе перегноя въ почвѣ, а перегной, какъ также извѣстно, разлагается очень медленно. Разъ перегной состоитъ изъ видоизмѣненнаго навоза и трудно разлагается, какъ же хлѣбный навозъ можетъ вполне разложиться уже въ теченіе 3 лѣтъ?

Хлѣбный навозъ, какъ уже замѣчено, совсѣмъ не поддается сравненію съ зеленымъ удобреніемъ. Зеленое удобреніе дѣйствуетъ быстро, въ навозѣ же дѣйствуетъ быстро лишь незначительная часть, а большая часть его служитъ только средствомъ для замѣны перегноя, чрезвычайно медленно разлагающагося въ почвѣ. Его можно сравнить скорѣе съ основнымъ капиталомъ, дающимъ проценты, чѣмъ съ капиталомъ оборотнымъ.

Къ сожалѣнію, очень часто забываютъ также, что навозъ имѣетъ для различныхъ почвъ весьма неодинаковое значеніе. Если очень бѣдный суглинокъ удобрить навозомъ, то дѣйствіе этого удобрения будетъ слабое. Чтобы обогатить тощую суглинистую почву перегноемъ и этимъ поднять ея урожайность, навозное удобреніе необходимо примѣнять въ теченіе многихъ лѣтъ. Разъ почва сдѣлается урожайной, навозное удобреніе пріобрѣтаетъ уже другое значеніе. Оно перестаетъ теперь увеличивать накопившійся въ почвѣ капиталъ, а возмѣщаетъ только ежегодную убыль его.

Положимъ, изъ навоза ежегодно переходитъ въ растворимое состояніе 10%, такъ что изъ 200 центнеровъ навоза на гектаръ, которыми ежегодно удобряется тощая почва, ежегодно будетъ дѣйствовать въ первое время только 20 центн. Количество это будетъ ежегодно увеличиваться, пока въ почвѣ не накопится капиталъ въ 20,000 центн. Съ этого момента навозъ уже перестанетъ оказывать слабое дѣйствіе, потому что изъ запаса въ 20,000 центн. ежегодно будетъ растворяться уже 200 центн. (10%), т. е. столько же, сколько въ почву ежегодно вносится.

Почва теперь уже на столько «утучнена», что удобреніе навозомъ можетъ проявить полное свое дѣйствіе, почему теперь уже безразлично, какъ ни смотрѣть на способность навоза разлагаться.

Дѣло, однако, имѣняется, разъ будетъ поставленъ вопросъ о выгоды примѣненія навоза на тощей почвѣ, о выборѣ раціо-

нальнаго удобренія, въ зависимости отъ срока аренды, отъ стоимости навоза и отъ возможности замѣны навоза зеленымъ удобреніемъ.

Я бы зашелъ за предѣлы области моихъ изслѣдованій, еслибы подробнѣе остановился на этихъ вопросахъ. Укажу лишь на слѣдующее.

У кого почва тучная, богатая перегноемъ, доведенная продолжительнымъ и интенсивнымъ удобреніемъ до высокой урожайности, тотъ пусть не забываетъ, что въ почвѣ у него заключается капиталъ, приобретавшійся очень долго, и что онъ можетъ этотъ капиталъ постепенно потерять, если не будетъ замѣщать его убыли. Благодаря *медленности* процессовъ разложенія и накопленія перегноя, ихъ легко не замѣтить и ошибиться въ расчетѣ.

Я знаю хозяевъ, до такой степени увлекшихся зеленымъ удобреніемъ и веденіемъ хозяйства безъ скота, что они рѣшили продать свой скотъ и перейти къ *удобренію атмосфернымъ азотомъ*.

Такихъ хозяевъ я просилъ бы обратить прежде всего вниманіе на то, что для *«удобренія атмосфернымъ азотомъ»* совсѣмъ нѣтъ надобности продавать свой скотъ.

Вѣдь, и съ *навознымъ удобреніемъ* мы вносимъ въ почву атмосферный азотъ, ибо изъ атмосферы извлекаютъ азотъ и поля подъ кормовыми растеніями, подъ клеверомъ, люцерной, эспарцетомъ, въ значительной степени и *лука*. Разница заключается въ томъ, что зеленое удобреніе тотчасъ же вносится въ почву, тогда какъ зеленый и сухой *кормъ* предварительно проходитъ черезъ скотный дворъ. Атмосферный азотъ утилизируется не только растеніями, посѣянными специально на зеленое удобреніе, но и кормовыми растеніями, притомъ тѣмъ интенсивнѣе, чѣмъ сильнѣе растенія были удобрены фосфорной кислотой и кали.

Затѣмъ я долженъ обратить вниманіе еще на одинъ фактъ, хотя и извѣстный, но часто забываемый. Дѣло въ томъ, что гораздо легче примѣнять зеленое удобреніе на легкой и тощей песчаной почвѣ, чѣмъ на тучномъ суглинкѣ. Не мудрость посѣять на аргейльгенскихъ пескахъ нѣсколько фунтовъ сераделлы, а если она плохо возшла, то подсѣять еще люпиновъ. Здѣсь дѣйствуютъ навѣрняка, ибо если не удастся сераделла, то вырастутъ люпины, а если и они пропадутъ на какомъ-нибудь полѣ, то все же можно прибѣгнуть къ поднятію жнива и къ посѣву люпиновъ или вики съ горохомъ. *Приращеніе* азота на этихъ пескахъ также относительно велико. Песокъ здѣсь тощій, азота въ немъ мало. Мы можемъ при-

нять, что 150 кило азота на гектаръ, полученные тутъ осенью 1891 года, цѣликомъ атмосфернаго происхожденія и что почвъ возвращено *подземными органами* люпиновъ столько азота, сколько растенія успѣли изъ нея извлечь.

На тяжеломъ суглинкѣ уже несравненно труднѣе получить отъ атмосферы то же количество азота. Сераделла и люпины здѣсь растутъ хуже клевера развиваются медленнѣе. Горохъ и вику можно посѣять только по жниву, а эта операція связана съ большими затрудненіями. Делингеръ примѣняетъ этотъ способъ посѣва, но онъ достается ему не легко. Уборку и посѣвъ приходится вести одновременно; каждый просроченный день можетъ дать большіе убытки. Если наступитъ дождливая погода, то работа будетъ затруднена, а если погода установится сухая, то сѣмена не взойдутъ. Чтобы не задержать проростанія вики и гороха, приходится прибѣгать къ нѣкоторымъ уловкамъ. Сѣмена высѣваются *вечеромъ*, чтобы имъ дать возможность поглотить за ночь росу и набухнуть; къ утру же, когда роса могла бы высохнуть, поле должно быть уже вспахано. Въ 3 часа начинаютъ пахать. Это не вездѣ возможно, даже не всегда въ Вейлергофѣ. Осенью 1891 г., благодаря тому, что затянулась уборка, очень затянулся и посѣвъ бобовыхъ, такъ что нѣсколько полей пришлось оставить безъ посѣва. Поздній же посѣвъ растеній на зеленое удобреніе можетъ—что весьма важно—быть причиной неудачи культуры. Пока почва доставляетъ азотъ, вика и горохъ не поглощаютъ азота изъ атмосферы; только когда запасъ азота въ почвѣ истощится, они начинаютъ черпать его изъ воздуха и *обогащать* имъ почву. На это обстоятельство я обращаю особенное вниманіе хозяевъ; оно имѣетъ громадное значеніе какъ разъ для болѣе тучныхъ *суглинистыхъ* почвъ. Чѣмъ почва тучнѣе, чѣмъ она богаче перегноемъ, источникомъ азота, тѣмъ труднѣе добыть азотъ изъ атмосфернаго воздуха. На аргейльгенскихъ пескахъ поглощать атмосферный азотъ начинаютъ уже растенія, вышиною около 5 сент., на тучномъ же суглинкѣ растенія могутъ достигнуть, пожалуй, вчетверо болѣе высокаго роста, прежде чѣмъ въ почвѣ обнаружится недостатокъ азота, прежде чѣмъ они начнутъ черпать его изъ воздуха, если только погода совсѣмъ не приостановила ихъ дальнѣйшаго развитія. Не надо забывать, что *приращеніемъ* можно считать лишь то количество азота, которое получится, если изъ общаго количества его въ зеленомъ веществѣ вычесть количество, взятое растеніемъ изъ почвы.

Я совѣтую, поэтому, хозяевамъ, имѣющимъ плодородную почву,

но желающимъ перейти къ «безнавозному хозяйству», тщательно обдумать свое рѣшеніе. Очень рискованно, полагаю, ставить въ зависимость отъ осенней погоды урожай на хорошей почвѣ; необходимо выяснить, не зависитъ ли роскошное въ первые годы развитіе бобовыхъ и слѣдующихъ за ними хлѣбовъ въ значительной степени отъ обилія азота въ почвѣ, запасъ котораго постепенно истощится, если онъ не будетъ возобновленъ.

Посѣтитель хозяйства Делингера, видя роскошное развитіе гороха, вики, хлѣбовъ и свеклы, выносить впечатлѣніе, несогласное съ проводимымъ выше воззрѣніемъ. Тѣмъ не менѣе, я настаиваю на этомъ воззрѣніи. Не надо забывать, что Делингеръ лишь недавно началъ вести «безнавозное хозяйство», притомъ на поляхъ, до того времени прекрасно удобрявшихся. Кромѣ того, почвенныя условія имѣнія сравнительно благоприятны для зеленого удобрения; почва не затвердѣваетъ, жниво пашется легко, условія влаги также не дурны; наконецъ, владѣлецъ имѣнія обнаруживаетъ стараніе, неутомимость и энергію—весьма *существенные* факторы удачи, какіе встрѣчаешь лишь рѣдко.

Въ заключеніе, замѣчу еще слѣдующее.

У кого имѣется влажная песчаная почва, такъ назыв. «потный песокъ», тотъ легко можетъ получать большіе урожаи примѣненіемъ «томасшлака», каинита, извести и атмосфернаго азота. Но у кого почва *сулинистая*, болѣе урожайная, тотъ отъ атмосфернаго азота едва ли разбогатѣетъ. Переходить къ «безнавозному хозяйству» надо, поэтому, подумавши. Вѣдь въ хозяйствахъ съ навозомъ можно прекрасно утилизировать атмосферный азотъ, если луга, клеверъ, люцерну, эспарцетъ, горохъ, бобы, чечевицу и т. д. интенсивно удобрять фосфорной кислотой и кали.

Затѣмъ, скотъ вѣдь не мѣшаетъ пользоваться въ обширныхъ размѣрахъ и зеленымъ удобреніемъ. Перепроизводство навоза и кормовъ наступить не скоро, а если оно наступитъ, то всегда можно будетъ и принять мѣры противъ него. Если рядомъ съ навозомъ желаютъ примѣнять и зеленое удобреніе, то послѣднимъ лучше всего пользоваться на *отдаленныхъ участкахъ и ихъ совсѣмъ ужъ не удобрять навозомъ*. Это представляетъ двойную выгоду: нѣтъ надобности возить далеко навозъ и напрасно удобрять имъ бобовыя.

Кромѣ того, на практикѣ встрѣчаются случаи, когда съ большою выгодною можно пользоваться атмосфернымъ азотомъ.

Припоминаю два случая, которые здѣсь и приведу.

Одинъ хозяинъ описалъ мнѣ нѣсколько лѣтъ тому назадъ поле,

которое онъ хотѣлъ засѣять ячменемъ и два года держать подъ клеверомъ со злаками, чтобы затѣмъ пустить подъ овесъ. Я посоветовалъ ему замѣнить смѣсь красного клевера со злаками смѣсью красного клевера съ *люцерной*. Хозяинъ посѣялъ, для сравненія, на одномъ участкѣ поля клеверъ со злаками, а на другомъ клеверъ съ люцерной.

Черезъ три года, когда я увидѣлъ поле, на участкѣ клевера со злаками клеверъ, давшій въ первый годъ послѣ ячменя хорошій урожай, успѣлъ исчезнуть, а тощіе злаки прозябали на счетъ остатковъ отъ клевера. На участкѣ съ клеверомъ и люцерной клеверъ также исчезъ, но его замѣнила *чрезвычайно роскошно развитая люцерна*. Здѣсь получился, такимъ образомъ, прекрасный урожай люцерны, а на первомъ участкѣ лишь плохая трава. Какова же была участь слѣдовавшаго затѣмъ овса? На участкѣ съ люцерной овесъ находилъ обильный запасъ азота въ почвѣ, тогда какъ на участкѣ со злаками послѣдніе уже успѣли израсходовать азотъ, оставшійся послѣ клевера, такъ что овесъ пришлось удобрить селитрой.

Упомяну вкратцѣ и о другомъ примѣрѣ.

Весною 1891 года мнѣ показывали ржаное поле, сильно пострадавшее отъ суровой зимы 1890—1891 года; владѣлецъ думалъ было перепахать это поле. Я посоветовалъ ржи не трогать, а засѣять образовавшіеся промежутки клеверомъ. Совѣтъ мой былъ исполненъ. Рожь вышла очень рѣдкой, но дала очень крупную соломинку и необыкновенно длинныя и полныя колосья, такъ что урожаи превзошли ожиданія. Клеверъ же развился среди рѣдкой ржи на столько хорошо, что осенью можно было снять хорошій укосъ въ кормъ скоту и получить подъ зиму зеленое удобреніе. Сосѣднія поля, на которыхъ рожь также сильно померзла, имѣли весьма плачевный видъ. Рожь здѣсь развилась, правда, очень хорошо, но въ промежуткахъ между стеблями роскошно развились и сорныя растенія, истощившія почву и засорившія ее, тогда какъ тамъ, гдѣ былъ посѣянъ клеверъ, получились хорошій укосъ корма и обильное удобреніе подъ слѣдующее растеніе.

Лѣтомъ 1891 г. я видѣлъ безчисленное множество полей, на которыхъ озимь стояла рѣдко и заглушалась сорными травами; всѣ эти поля слѣдовало засѣять клеверомъ и этимъ путемъ открыть имъ доступъ къ атмосферному азоту.

Я убѣжденъ, что на практикѣ встрѣтятся множество случаевъ, въ которыхъ можно пользоваться запасомъ азота въ атмосферѣ, безъ

измѣненія принятаго сѣвооборота и безъ нарушенія системы хозяйства.

Замѣчу, въ заключеніе, еще разъ: прежде чѣмъ приступать къ коренному измѣненію условій содержанія скота, надо основательно взвѣсить вопросъ, что выгоднѣе, при данныхъ условіяхъ почвы, климата, сбыта молока, мяса, соломы, и т. д., — пользоваться ли атмосфернымъ азотомъ болѣе для цѣлей кормленія или *прямо* на удобреніе полей. Для большинства хозяйствъ самымъ раціональнымъ будетъ извлеченіе изъ атмосферы возможно большаго количества азота какъ на *кормъ* скоту, такъ и на *удобреніе* полей.

ОТДѢЛЪ IV.

Методы изслѣдованія.

1. Механическій анализъ почвы ¹⁾.

Для производства анализа служатъ слѣдующія сита:

- 1) Латунныя сита съ пробуравленными отверстіями, діаметромъ въ 1, 2, и 3 миллиметра.
- 2) Проволочное сито { въ 0,35—0,39 мм. (въ сторонѣ)
отверстіемъ { » 0,45—0,50 » (по діагонали).
- 3) Проволочное сито { въ 0,14—0,17 мм. (въ сторонѣ).
отверстіемъ { » 0,22—0,24 » (по діагонали).
- 4) Шелковое сито (№ 16 Эргардта и Метцера въ Дармштадтѣ)
отверстіемъ { въ 0,09 мм. (въ сторонѣ).
 { » 0,11 » (по діагонали).

Всѣ сита имѣютъ латунныя стѣнки вышиною въ 6 сант. Поперечникъ ситъ равняется $15\frac{1}{2}$ сант.

Анализъ производится слѣдующимъ образомъ.

500 гр. воздушно сухой почвы помѣщаются въ фарфоровую чашку, обливаются 1 литромъ воды и почаше перемѣшиваются. Часа черезъ 2 берутъ сито № 2 и, держа его надъ чашкой съ водою, высыпаютъ въ него намокшую почву. Затѣмъ сито погружаютъ на нѣсколько сант. въ воду, жесткой кисточкой размѣшиваютъ въ немъ почву до тѣхъ поръ, пока всѣ мелкія части не будутъ изъ него вымыты въ чашку. Остатокъ обмывается чистой водою, переносится въ особую чашку, высушивается при 100° Ц. и взвѣшивается. Почва, прошедшая черезъ сито № 2, помѣщается на сито № 3 и подвергается уже описанной операціи. По окон-

¹⁾ Подробнѣе всѣ приемы механическаго анализа читатель найдетъ въ статьѣ В. М. Яковлева: «Обзоръ существующихъ способовъ механическаго анализа почвы», помѣщенной въ № 1 Трудовъ Импер. Вольн. Эконом. Общ. за 1891 г.

чаніи ея, почву, прошедшую черезъ сито № 3, помѣщаютъ осторожно и небольшими порціями на шелковое сито и промываютъ черезъ него при помощи болѣе мягкой кисточки. Остатокъ также сушится и взвѣшивается. Количество-же почвы, прошедшей черезъ шелковое сито, опредѣляется проще всего изъ разности.

Остатокъ отъ первой операціи прямо просѣвается черезъ сито № 1 (въ 1, 2 и 3 мм.) и раздѣляется такимъ путемъ на 3 части.

Продукты, прошедшіе черезъ сита или оставшіеся на нихъ, обозначаются слѣдующимъ образомъ.

- 1) камни: остатокъ отъ сита въ 3 мм.
- 2) крупн. хрящъ: прош. чер. сито въ 3 мм., но оставш. на ситѣ въ 2 мм.
- 3) грубый » » » » 2 » » » » 1 »
- 4) мелкій » » » » 1 » » » » № 2
- 5) грубый песокъ » » » № 2 » » » № 3
- 6) мелкій » » » № 3 » » » № 4
- 7) пыль ¹⁾ » » » № 4.

Пыль можетъ быть разложена на «грубую пыль» или пылеобразный песокъ, на «глину» или «илъ».



Для опредѣленія «глины» пользуются отмучиваніемъ пыли въ особомъ цилиндрѣ. Цилиндръ имѣетъ поперечникъ въ 7 сант., высоту въ 35 сант. На высотѣ 34 сант. (считая отъ дна внутри цилиндра) онъ имѣетъ черту. Цилиндръ закрывается латунной крышкой, въ которую впаяны двѣ латунныхъ трубки. Одна изъ нихъ, служащая сифономъ, не доходя до дна, отогнута кверху, такъ чтобы отверстіе ея приходилось на 4 сант. выше дна и на 30 сант. ниже отмѣтки. Другая трубка оканчивается у самой крышки. На наружные концы трубокъ надѣваются каучуковыя трубки.

Отмучиваніе производится слѣдующимъ образомъ.

Изъ почвы получаютъ 50 гр. «пыли»; пыль смываютъ въ цилиндръ, который дополняютъ водою до черты, послѣ чего его закрываютъ каучуковой пробкой, взбалтываютъ и оставляютъ на 30 минутъ въ покой. Затѣмъ пробку удаляютъ, а на цилиндръ надѣваютъ латунную крышку съ трубками. Вдувая въ короткую трубку

¹⁾ Обозначенія эти у различныхъ авторовъ, впрочемъ, мѣняются (См. статью В. М. Яковлева).

воздухъ, сифонъ наполняютъ водою, которой и даютъ стечь. Къ осадку вновь приливаютъ воды до черты, вновь взбалтываютъ и сливаютъ черезъ сифонъ воду, повторяя эту операцію до тѣхъ поръ, пока стекающая вода не станетъ почти прозрачной. Полученный въ цилиндрѣ осадокъ (грубая пыль) переносится въ фарфоровую чашку, высушивается при 100° Ц. и взвѣшивается.

Содержаніе ила опредѣляется изъ разности.

2 Химическій анализъ почвы.

а) Опредѣленіе содержанія фосфорной кислоты.

Подъ «содержаніемъ фосфорной кислоты» въ почвѣ мы понимаемъ количество фосфорной кислоты, растворяющееся, если одну вѣсовую единицу почвы подвергать въ теченіе 3 часовъ дѣйствію 30 процентной азотной кислоты, при температурѣ водяной бани.

При приготовленіи такого раствора надо принимать въ соображеніе содержаніе извести въ почвѣ, ибо почва, богатая известью, нейтрализовала-бы часть 30%-ной азотной кислоты, такъ что на фосфоръ почвы дѣйствовала-бы уже болѣе слабая кислота.

Чтобы всегда имѣть одинаковыя условія, чтобы каждую почву подвергать обработкѣ какъ разъ 30% азотной кислотой, необходимо предварительно опредѣлить «основность» почвы и затѣмъ уже брать кислоту соотвѣтствующей концентраціи.

Мы опредѣляемъ основность почвы (выраженную въ ‰‰ углекислой извести) слѣдующимъ образомъ.

5 гр. мелкоизмельченной почвы обливаются въ стаканѣ 50 куб. сант. нормальной азотной кислоты и въ теченіе 2 часовъ почаше помѣшиваются. Растворъ сливаютъ затѣмъ черезъ фильтръ въ колбочку, вмѣщающую 200 куб. сант., остатокъ промываютъ водою, а къ фильтру прибавляютъ воды до черты на колбѣ (т. е. до полученія 200 куб. сант.).

50 куб. сант. этого фильтрата титруютъ четвертичнымъ (крѣпость котораго вчетверо меньше нормальной) растворомъ ѣдкаго натра.

Если число куб. сант. израсходованнаго ѣдкаго натра вычестъ изъ 50, то получается прямо въ процентахъ содержаніе углекислой извести въ воздушно-сухой почвѣ.

Приготовленіе азотнокислой вытяжки изъ почвы теперь уже не представить затрудненій.

Для этого мы пользуемся: 1)—30% азотной кислотой (удѣльн. вѣса въ 1,219; содерж. въ 100 куб. сант. 36,6 гр. N_2O_5) и 2)—

56,5% азотной кислотой (удѣлн. вѣса въ 1,40, содержащей въ 100 куб. сант. 79,1 гр. N_2O_5).

Если изслѣдуемая почва совсѣмъ не содержитъ углекислой извести или содержитъ лишь слѣды ея, то 100 гр. высушенной на воздухѣ, неизмельченной почвы обливаются въ колбѣ (въ 500 куб. сант.) 200 куб. сант. 30 процентной азотной кислоты. Колбу ставятъ на 3 часа въ водяную баню, почаше взбалтываютъ, а затѣмъ, давъ ей остынуть, прибавляютъ воды до черты и профильтровываютъ черезъ сухой фильтръ.

Если-же изслѣдуемая почва содержитъ углекислую известь, то на каждый 1 процентъ послѣдней берутъ въ колбочку, вмѣщающую 200 куб. сант., 2,5 куб. сант. 56,5 процентной азотной кислоты ¹⁾, добавляя до черты 30 процентной. Этой смѣсью обливаютъ 100 гр. почвы, съ которой поступаютъ далѣе, какъ уже описано выше.

Отфильтрованной вытяжкой пользуются для опредѣленія фосфорной кислоты.

Чтобы отнести найденную въ фильтратѣ фосфорную кислоту къ 100 гр. почвы, взятымъ для анализа, необходимо опредѣлить объемъ нерастворившагося въ азотной кислотѣ остатка, вычестъ этотъ объемъ изъ общаго объема (въ 500 куб. сант.) кислой вытяжки съ остаткомъ и получить, такимъ образомъ, объемъ кислой вытяжки.

Для этого, когда фильтратъ полученъ, остатокъ собираютъ на фильтрѣ, обмываютъ водой, высушиваютъ и переносятъ въ колбу, вмѣщающую 200 куб. сант. Колбочку съ содержимымъ гарируютъ, затѣмъ содержимое обливается водою, взбалтывается для удаленія воздуха; послѣ этого колбу доливаютъ водою до черты и взвѣшиваютъ.

Если вѣсъ добавленной воды вычестъ изъ 200, то получится выраженный въ куб. сант. объемъ остатка. Вычтя этотъ объемъ изъ 500, получимъ объемъ азотнокислой вытяжки.

Для опредѣленія фосфорной кислоты, 100 куб. отфильтрованной вытяжки помѣщаютъ въ стаканъ и обливаютъ 100 куб. сант. молибденоваго раствора ²⁾. Смѣсь оставляютъ на 10 минутъ въ водя-

¹⁾ Для насыщенія 1 гр. углекислой извести требуется 1,08 гр. N_2O_5 или $\frac{1,08 \times 100}{79,1 - 36,6} = 2,5$ куб. сант. 56,5%-ной азотной кислоты, чтобы по насыщеніи углекислой извести осталось еще 2,5 куб. сант. 30%-ной азотн. кислоты.

²⁾ Приготовленіе его: 125 гр. молибденовой кислоты растворяются въ $2\frac{1}{2}$ % номъ амміакѣ (причемъ избытка амміака брать не слѣдуетъ); прибавляютъ 400 гр. азотноамміачной соли, разбавляютъ водою до 1 литра. Этотъ растворъ приливаютъ къ 1 литру азотной кислоты удѣльнаго вѣса въ 1,2. Черезъ сутки фильтруютъ.

ной банѣ, затѣмъ даютъ ей остынуть и фильтруютъ. Осадокъ промывается 1%-ной азотной кислотой и тщательно смывается 2½%-нымъ амміакомъ (не жалѣя послѣдняго) черезъ пробитый фильтръ обратно въ стаканъ. Амміачный растворъ фосфорномолибденоваго осадка долженъ быть совершенно прозрачный; въ немъ могутъ находиться только развѣ случайные обрывки фильтра. Если образовался бѣлый хлопьевидный осадокъ, содержащій, какъ называется, фосфорную кислоту, то его пужно удалить, подкисляя жидкость и снова осаждая молибденовымъ растворомъ.

Въ амміачный растворъ прибавляютъ затѣмъ, по каплямъ, постоянно помѣшывая, 20 куб. сант. магнезiальной смѣси ¹⁾). Черезъ часъ фильтруютъ, осадокъ собираютъ на фильтрѣ съ извѣстнымъ содержаніемъ зола, промываютъ 2%-нымъ амміакомъ, высушиваютъ, переносятъ въ платиновый тигель, прокаливаютъ на бунзеновской горѣлкѣ сначала слабо, затѣмъ болѣе сильно, до полного сгоранія угля фильтра; затѣмъ накаливаютъ еще въ теченіе 5 минутъ въ печи Геслера, взвѣшиваютъ, вычитаютъ содержаніе зола фильтра и получаютъ въ остаткѣ фосфорнокислую магнезію.

б) (ОПРЕДѢЛЕНІЕ СОДЕРЖАНІЯ КАЛИ.

Подъ «содержаніемъ кали» мы подразумѣваемъ, какъ и для фосфорной кислоты, то количество кали, которое растворится, если 1 вѣсовую единицу почвы обрабатывать въ теченіе 3 часовъ 2 объемными единицами 30%-ной азотной кислоты, при температурѣ водяной бани. Азотнокислая вытяжка почвы служить, слѣдовательно, и для опредѣленія кали.

200 куб. сант. отфильтрованной вытяжки выпариваются на водяной банѣ до-суха. Для полного удаленія свободной азотной кислоты и для превращенія нитратовъ въ хлориды, остатокъ смачиваютъ соляной кислотой и выпариваютъ, повторяя эту операцію нѣсколько разъ. Остатокъ смачиваютъ затѣмъ водою, которую выпариваютъ для удаленія свободной соляной кислоты. Остатокъ затѣмъ смываютъ водою въ колбу (въ 500 куб. сант.), нагреваютъ на водяной банѣ, прибавляютъ баритовой воды, до полученія сильно щелочной реакціи. Когда жидкость остынетъ, въ колбу прибавляютъ воды до черты, взбалтываютъ и фильтруютъ черезъ сухой фильтръ

¹⁾ Приготовленіе ея: 110 гр. кристаллическаго магнеіа и 140 гр. хлористаго аммоніа обливаютъ 1300 куб. сант. воды и 700 куб. сант. 8%-наго амміака. По прошествіи нѣсколькихъ дней отстоявшуюся жидкость фильтруютъ.

250 куб. сант. этого фильтрата (отвѣчающихъ 100 куб. сант. первоначальнаго раствора) помѣщаютъ снова въ колбу (въ 500 куб. сант.), разбавляютъ избыткомъ углекислаго аммонія, нагреваютъ нѣкоторое время на водяной банѣ, даютъ остынуть, дополняютъ до черты, взбалтываютъ и фильтруютъ. 250 куб. полученнаго фильтрата (отвѣчающ. 50 куб. сант. первоначальн. раствора) нагреваютъ въ взвѣшенной платиновой чашкѣ до-суха на водяной банѣ; остатокъ нагреваютъ, избѣгая слишкомъ высокой температуры, до полного улетучиванія амміачныхъ солей, даютъ чашкѣ остынуть, взвѣшиваютъ, остатокъ смываютъ водою на небольшой фильтр и хорошенько промываютъ. Къ фильтрату въ фарфоровой чашкѣ прибавляютъ на каждые 0,1 гр. сухаго вещества $3\frac{1}{2}$ куб. сант. раствора хлористой платины (100 куб. сант. = 5 гр. Pt.) и выпариваютъ до-суха на водяной банѣ. Сухая масса смачивается 2 каплями воды, размѣшивается стеклянной палочкой и растирается 2—3 куб. сант. 90°/о-наго алкоголя. Затѣмъ еще прибавляютъ алкоголя, въ теченіе нѣсколькихъ минутъ размѣшиваютъ стеклянной палочкой, даютъ отстояться, сливаютъ растворъ въ высушенный при 100° Ц. и взвѣшенный фильтръ, а остатокъ въ чашкѣ обрабатываютъ до тѣхъ поръ новыми порціями алкоголя, пока не получится вполне чистаго, безцвѣтнаго фильтрата. Когда фильтратъ алкоголя станетъ безцвѣтнымъ, хлороплатинатъ калия смываютъ на фильтръ, еще нѣсколько разъ промываютъ алкоголемъ, удаляютъ алкоголь съ фильтра, на сколько возможно, пропускной бумагой, высушиваютъ при 100° Ц. и взвѣшиваютъ.

в) ОПРЕДѢЛЕНІЕ СОДЕРЖАНІЯ АЗОТА.

10 гр. измельченной и высушенной на воздухѣ почвы помѣщаютъ въ колбочку (изъ хорошо охлажденнаго калийнаго стекла), емкостью отъ 300 до 350 куб. сант., и смѣшиваютъ съ 2 каплями металлической ртути (около 0,6 гр.), 30 куб. сант. чистой, концентрированной сѣрной кислоты, къ которой на литръ прибавлено 20 гр. деревяннаго масла, и съ небольшимъ количествомъ параффина, для предупрежденія разбрызгиванія пѣны. Колбочку помѣщаютъ затѣмъ наклонно въ желѣзную чашку, наполненную металлическимъ сплавомъ Розе, и кипятятъ до полного обезцвѣчиванія. Остывшую жидкость сливаютъ (обмывая колбочку дистиллированной водою) въ колбу Эрленмейера, емкостью въ $\frac{3}{4}$ литра. Сюда прибавляютъ 100 куб. сант. ѣдкаго натра (30°/о NaHO), 20 куб. сант.

раствора сѣрнистаго калия (5% K_2S) и нѣсколько крупинокъ цинка (чтобы предупредить разбрасываніе жидкости). Колбочку соединяють съ газотводной трубкой и нагревають. Выдѣляющійся амміакъ перегоняють въ 20 куб. сант. полунормального раствора сѣрной кислоты, которую затѣмъ титруютъ четвертичнымъ растворомъ ѣдкаго натра. Перегонка амміака идетъ, безъ охлажденія, въ теченіе 20—25 минутъ. Амміакъ проходитъ при этомъ черезъ согнутую стеклянную трубку, на обоихъ колѣнахъ которой имѣется по шарикъ, емкостью около 100 куб. сант. каждый. Одинъ изъ нихъ препятствуетъ перебрасыванію ѣдкаго натра, а другой—поднятію кислоты изъ приѣмника.

Если число куб. сант. ѣдкаго натра, ушедшихъ на титрованіе, вычестъ изъ 40 и помножить разность на 0,035, то получимъ процентное содержаніе азота въ воздушно-сухой почвѣ.

д) О П Р Е Д Ъ Л Е Н І Е С О Д Е Р Ж А Н І Я П Е Р Е Г Н О Я .

Въ колбочку, емкостью отъ 150 до 200 куб. сант., помѣщаютъ 5 гр. измельченной и высушенной на воздухѣ почвы, прибавляютъ 20 куб. сант. воды и 30 куб. сант. концентрированной сѣрной кислоты. Угловую кислоту удаляютъ нагреваніемъ колбочки и высасываніемъ изъ нея воздуха. Послѣ охлажденія прибавляютъ 5 гр. чистой хромовой кислоты, соединяють колбу съ сушильнымъ аппаратомъ и съ гейслеровскимъ калиаппаратомъ, медленно нагревають, доводятъ температуру до 90 — 95° Ц., пламя затѣмъ удаляютъ, а черезъ аппаратъ пропускаютъ токъ воздуха, свободный отъ угольной кислоты.

Увеличеніе вѣса калиаппарата, помноженное на 9,42, дастъ процентное содержаніе перегноя въ воздушно-сухой почвѣ.

е) О П Р Е Д Ъ Л Е Н І Е У Г Л Е К И С Л О Й И З В Е С Т И .

Углекислая известь опредѣляется по химически связанной угольной кислотѣ, которая перечисляется на углекислую известь.

5 гр. измельченной и высушенной на воздухѣ почвы помѣщаются въ колбочку, емкостью около 100 куб. сант. Для удаленія поглощенной почвою углекислоты, сушатъ въ теченіе 1 часа при 100° Ц. Колбочка закрывается затѣмъ пробкой съ двумя отверстиями. Въ одно изъ нихъ вставляютъ трубку съ воронкой, доходящую до дна, а въ другое отводную трубку, соединенную съ калиаппаратомъ Гейслера.

Когда аппаратъ составленъ, въ воронку наливаютъ разбавленной соляной кислоты, нагреваютъ до слабого кипѣнія, даютъ остыть и пропускаютъ токъ воздуха, свободного отъ угольной кислоты.

Увеличеніе въ вѣсѣ калиаппарата, помноженное на 45,46, дастъ процентное содержаніе углекислой извести въ почвѣ.

3. Изслѣдованіе продуктовъ урожая.

а) ОПРЕДѢЛЕНІЕ СУХАГО ВЕЩЕСТВА.

Для опредѣленія сухаго вещества служатъ слѣдующіе приборы.

1) Цилиндрическія латунныя сушильныя камеры, длиною въ 23 сант. и поперечникомъ въ 6 сант., у обоихъ концовъ суженныя; онѣ могутъ замыкаться резиновыми пробками. У нижняго отверстія ихъ впаяна тонкая проволочная сѣтка, препятствующая выпаденію высушиваемаго вещества, но не задерживающая движенія воздуха.

2) Мѣдный паровой сушильный аппаратъ, длиною въ 1 метръ, шириною въ 45 сант. и вышиною въ 30 сант. Въ него впаяно 40 сверху и снизу открытыхъ, стоящихъ вертикально, мѣдныхъ трубокъ, въ которыя должны приходиться вставляемые въ нихъ латунныя камеры. Трубки омываются водянымъ паромъ. Чтобы предупредить охлажденіе, аппаратъ задѣланъ въ войлокъ, вату и дерево.

При помощи этихъ приборовъ содержаніе сухаго вещества въ продуктахъ урожая опредѣляется быстро и удобно.

Сѣмена помѣщаются въ сушильныя камеры, безъ предварительнаго измельченія и нагреваются паромъ. Черезъ 20 часовъ вѣсъ будетъ постоянный. Камеры затѣмъ вынимаютъ изъ аппарата, затыкаютъ оба отверстія ихъ резиновыми пробками и, послѣ охлажденія, взвѣшиваютъ.

Солому и ботву предварительно измельчаютъ на соломорѣзкѣ. Сушка ихъ длится 4 часа.

Если массу желаютъ подвергнуть дальнѣйшему анализу, то ее послѣ высушиванія перемалываютъ и опредѣляютъ влажность на часовыхъ стеклахъ въ паровой банѣ.

Въ прилагаемой таблицѣ помѣщено нѣсколько опредѣленій при помощи описаннаго аппарата. Они позволяютъ судить о степени точности опредѣленій и о времени, необходимомъ для сушки. Я долженъ замѣтить, что не для всѣхъ веществъ постоянство въ вѣсѣ наступаетъ такъ скоро, какъ для ячменной соломы, взятой для примѣра, почему мы ведемъ сушку никогда не менѣе 4 часовъ.

ОПРЕДѢЛЕНІЯ СУХОГО ВѢЩЕСТВА ВЪ ЯЧМЕННОЙ СОЛОМѢ.

№ по порядку.	Вѣсъ воздушно-сухаго вѣщества.		Вѣсъ послѣ сушки въ теченіи 2 часовъ.	Сухое вѣщество.	Отклоненіе отъ средняго вѣса сухаго вѣщества.	Вѣсъ послѣ сушки въ теченіи 4 часовъ.		Сухое вѣщество.	Отклоненіе отъ средняго вѣса сухаго вѣщества.	Вѣсъ послѣ сушки въ теченіи 6 часовъ.		Сухое вѣщество.	Отклоненіе отъ средняго.
	гр.	гр.		‰	‰	гр.	‰		‰	гр.	‰		‰
1	29,66	24,34	82,06	±0,00	24,33	82,03	+0,01	24,33	82,03	+0,01			
2	30,53	25,06	82,08	+0,02	25,05	82,05	+0,03	25,05	82,05	+0,03			
3	33,46	27,46	82,07	+0,01	27,43	81,98	-0,04	27,43	81,98	-0,04			
4	36,02	29,57	82,09	+0,03	29,55	82,04	+0,02	29,55	82,04	+0,02			
5	37,64	30,86	81,99	-0,07	30,85	81,96	-0,06	30,89	81,93	-0,09			
6	31,08	25,52	82,11	+0,05	25,51	82,08	+0,06	25,51	82,08	+0,06			
7	31,95	26,21	82,03	-0,03	26,20	82,00	-0,02	26,20	82,00	-0,02			
8	33,97	27,88	82,07	+0,01	27,87	82,04	+0,02	27,87	82,04	+0,02			
9	28,62	23,46	81,97	-0,09	23,46	81,97	-0,05	23,45	81,94	-0,08			
10	36,24	29,77	82,11	+0,09	29,75	82,09	+0,07	29,75	82,09	+0,07			
Среднее . .	32,92	27,01	82,06		27,00	82,02		27,00	82,02				

б) ВЪЧИСЛЕНІЕ «ВОЗДУШНО-СУХОГО» ВѢЩЕСТВА ПО СУХОМУ ВѢЩЕСТВУ.

Подъ «воздушно-сухимъ» вѣществомъ мы понимаемъ не то вѣщество, которое получается прямымъ опредѣленіемъ, обнаруживая колебанія въ содержаніи воды, а вѣщество, вычисленное, съ постояннымъ «среднимъ» содержаніемъ влаги.

Вычисленіе это мы основываемъ на числахъ Вольфа (въ календарѣ Ментцея), показывающихъ среднее содержаніе влаги въ «воздушно сухомъ» или въ «свѣжемъ» вѣществахъ.

Помножая найденное сухое вѣщество на извѣстный множитель, мы получаемъ «воздушно-сухое» вѣщество (или-же свѣжее).

	Воды ‰.	Множитель.
Пшеница, рожь, ячмень, овесъ.	солома 14	1,1628
	зерно 14	1,1628
Ленъ	стебли 12	1,1364
	сѣмя 12	1,1364
Горчица, рапсъ	солома 16	1,1905
	сѣмя 12	1,1364
Табакъ	лѣстья и стебли . 18	1,2195
	сѣмя 12	1,1364

		Воды %.	Множитель
Бобы.	{ солома.	16	1,1905
	{ зерно.	14	1,1628
Морковь (свѣжая).	{ ботва.	82	5,5555
	{ марковь.	85	6,6666
Картофель (свѣжій).	{ ботва.	77	4,3478
	{ клубни.	75	4,0000
Сахарная свекла (свѣжая)	{ ботва.	90	10,0000
	{ свекла.	82	5,6555

в) ОПРЕДѢЛЕНІЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА КОРНЕЙ И КЛУБНЕЙ

Подъ сухимъ веществомъ корней и клубней мы подразумѣваемъ массу ихъ, за вычетомъ влажности и золы.

г) ОПРЕДѢЛЕНІЕ АЗОТА.

1 гр. мелкоизмельченнаго сухаго вещества обрабатывается, какъ указано выше на стр. 204. Количество израсходованнаго раствора (четвертичнаго) фѣдкаго натра (въ куб. сант.) вычитается изъ 40 и разность помножается на 0,35. Произведеніе выразить процентное содержаніе азота въ воздушно-сухомъ веществѣ.

д) ОПРЕДѢЛЕНІЕ ЗОЛЫ.

50 гр. крупноизмельченнаго сухаго вещества помещаются въ тарированную платиновую чашку. Надъ нею устанавливается дымоотводная труба. Затѣмъ чашка накаливается до слабаго краснаго каленія, нѣсколько разъ охлаждается, снова накаливается.

Трудно обзоливающіяся вещества сначала только обливаются, затѣмъ уголь обрабатывается водою, высушивается, обзоливается; зола смѣшивается съ водной вытяжкой изъ угля, съ которой выпаривается до-суха.

е) ОПРЕДѢЛЕНІЕ ПЕСКА (СЪ КРЕМНЕВОЙ КИСЛОТОЙ).

Зола въ платиновой чашкѣ (д) смачивается водою, обливается соляной кислотой, переносится въ фарфоровую чашку и выпаривается до-суха въ паровомъ аппаратѣ. Вполнѣ высушенную массу снова обливаютъ соляной кислотой, нагреваютъ, разбавляютъ горячей водою и профильтровываютъ черезъ фильтръ, съ опредѣленнымъ содержаніемъ золы, въ колбу емкостью въ 250 куб. сант. Когда все содержимое чашки перенесено на фильтръ, фильтръ и

остатокъ промываютъ соляной кислотой, потомъ горячей водой, высушиваютъ и прокаливаютъ въ платиновомъ тиглѣ. Остатокъ отъ прокаливанія, помноженный на 2 (предварительно вычитается зола фильтра), даетъ, въ процентахъ, содержаніе песка и кремневой кислоты въ воздушно-сухомъ веществѣ.

Фильтратъ, находящійся въ колбочкѣ, разбавляется до 250 куб. сант. и идетъ на опредѣленіе фосфорной кислоты, кали и т. д.

ж) Опредѣленіе фосфорной кислоты.

Отъ фильтрата (е) отливаютъ въ стаканъ 25, 50 или даже 100 куб. сант. (въ зависимости отъ содержанія въ немъ фосфорной кислоты), прибавляютъ 100 куб. сант. молибденоваго раствора и поступаютъ далѣе, какъ уже сказано выше (см. анализъ почвы). Количество полученнаго фосфорнокислаго магнія помножается на 12,8, если раствора было взято 25 куб. с., на 6,4, если раствора взято 50 к. с., и на 3,2, если взято 100 к. с. Произведеніе выразить процентное содержаніе фосфорной кислоты въ воздушно-сухомъ веществѣ.

з) Опредѣленіе извести.

50 куб. сант. фильтрата (е) помѣщаютъ въ стаканъ, куда прибавляютъ 20 к. с. концентрированной сѣрной кислоты. По охлажденіи, приливаютъ 100 куб. сант. 95% алкоголя, размѣшиваютъ и оставляютъ смѣсь на 12 час. въ покоѣ. Затѣмъ фильтруютъ, осадокъ переносятъ на фильтръ, промываютъ 60% алкоголемъ, высушиваютъ, слабо прокаливаютъ и взвѣшиваютъ. Вѣсъ прокаленнаго осадка, состоящаго изъ сѣрнокислой извести (CaSO_4), помножаютъ на 4,12. Произведеніе выразить процентное содержаніе извести въ воздушно сухомъ веществѣ.

и) Опредѣленіе кали.

100 куб. сант. фильтрата (е) помѣщаютъ въ фарфоровую чашку, выпариваютъ на водяной банѣ до-суха и опредѣляютъ затѣмъ кали по способу, уже указанному выше (см. анализъ почвы). Полученный хлороплатинатъ калия помножаютъ на 3,88; произведеніе выразить процентное содержаніе кали въ воздушно-сухомъ веществѣ.

и) Опредѣленіе натра.

Содержаніе натра опредѣляется вычисленіемъ. Для этого изъ общаго вѣса хлористыхъ кали и натра вычитается вѣсъ хлористаго кали, опредѣляемый по вѣсу кали.

4. Исслѣдованіе азотистыхъ удобрительныхъ матеріаловъ.

а) ОПРЕДѢЛЕНІЕ АЗОТА ВЪ АММІАЧНЫХЪ СОЛЯХЪ.

20 гр. вещества помѣщаются въ литровую колбу и растворяются въ водѣ. Растворъ дополняютъ водой до черты. 25 к. с. раствора (содержащихъ $\frac{1}{2}$ гр. вещества) отливаютъ въ колбу Эрленмейера емкостью въ $\frac{3}{4}$ литра, сюда прибавляютъ 200 к. с. воды, 30 к. с. ѣдкаго натра ($30\% \text{ NaHO}$) и нѣсколько крупинокъ цинка. Затѣмъ кипятятъ въ теченіе 25 минутъ. Выдѣляющійся амміакъ прогоняютъ въ полунормальный растворъ сѣрной кислоты (20 к. с., когда азота менѣе 8% , и 40 к. с., когда его больше) и титруютъ четвертичнымъ растворомъ ѣдкаго натра. Перегонку ведутъ, какъ указано выше.

б) ОПРЕДѢЛЕНІЕ АЗОТА ВЪ НИТРАТАХЪ.

20 гр. вещества растворяются въ водѣ, такъ чтобы получилось раствора 1 литръ. 25 к. с. этого раствора помѣщаются въ колбу Эрленмейера, емкостью въ $\frac{3}{4}$ литра, и смѣшиваются съ 200 к. с. воды и 30 к. с. ѣдкаго натра ($30\% \text{ NaHO}$). Въ жидкость бросаютъ затѣмъ 3 гр. алюминіевой проволоки и нѣсколько крупинокъ цинка. Колбу соединяютъ, при помощи отводной трубки, съ пріемникомъ, содержащимъ 40 к. с. полунормального раствора сѣрной кислоты. Аппаратъ остается въ наклонномъ положеніи до тѣхъ поръ, пока не растворится алюминіевая проволока, что наступитъ часовъ черезъ 18. Амміакъ отгоняютъ затѣмъ, какъ указано выше, и опредѣляютъ титрованіемъ.

в) ОПРЕДѢЛЕНІЕ АЗОТА ВЪ ОРГАНИЧЕСКОМЪ ВЕЩЕСТВѢ, ПРИ ОТСУТСТВИИ НИТРАТОВЪ ИЛИ ЕСЛИ СОДЕРЖАНІЕ АЗОТА ВЪ ВИДѢ НИТРАТОВЪ НЕ ПРЕВЫШАЕТЪ $\frac{3}{4}\%$.

Въ 1 гр. вещества азотъ опредѣляется, какъ указано на стр. 204.

г) ОПРЕДѢЛЕНІЕ АЗОТА ВЪ ОРГАНИЧЕСКОМЪ ВЕЩЕСТВѢ, КОГДА АЗОТА ВЪ ВИДѢ НИТРАТОВЪ БОЛЕЕ $\frac{3}{4}\%$

1 часть вещества тщательно смѣшиваютъ съ 2 частями жженого гипса. 3 гр. этой смѣси помѣщаютъ въ колбу, емкостью въ 350 к. с., прибавляютъ 40 к. с. фенолосѣрной кислоты (1 литръ концентр. сѣрной и 40 гр. крист. карболовой кислоты) и оставляютъ жидкость на 5—10 въ покоѣ, лишь изрѣдка покачивая колбу (безъ нагреванія). Затѣмъ постепенно прибавляютъ, охлаждая колбу, 2 — 3 гр. цинковой пыли и 2 капли металлической ртути. Смѣсь кипятятъ, пока жидкость не станетъ безцвѣтной, послѣ чего ее обрабатываютъ далѣе, какъ показано на стр. 204.

¹⁾ Мы беремъ проволоку толщиною въ 0,5 мм.