

631
8485 0.3
2
564005

Вичеръ В. В.

Общее земледелие

651
В.485 0.3.
564005 2

ПРОФ. В. В. ВИНЕР
ОБЩЕЕ
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Выпуск второй.



Издательство
НАРКОМЗема
НОВАЯ ДЕРЕВНЯ
МОСКВА
1924

Издательство Наркомзема «НОВАЯ ДЕРЕВНЯ»
МОСКВА — 1924.

УЧЕНИЕ ОБ УДОБРЕНИИ.

I.

При обзоре вегетационных факторов произрастания растений, эти факторы обычно деляются на три группы: физические, химические и биологические и в соответствии с этим делением и способы регулирования вегетационных факторов, составляющие сущность земледелия, тоже подразделяются на способы физические, или механические (излагаемые в учении о механической обработке почвы в связи с коренной мелиорацией), химические (в учении об удобрении в связи с учением о плодосмене) и биологические (в учении о посеве и уходе в связи с учением о сортовыведении и селекции).

Однако такое деление можно признать целесообразным лишь постольку, поскольку облегчает изложение обширного предмета земледелия и соответствует установленной специализации методов исследования. В действительности, как известно, все факторы произрастания связаны между собой настолько тесно и неразрывно, что зачастую эффекты физического или механического воздействия производят более сильные изменения в химизме почвы и в питании растений, нежели приемы непосредственного регулирования химизма при помощи внесения удобрительных материалов, а приемы биологического воздействия (напр., при подборе видов и сортов культурных растений, более соответствующих тому или другому состоянию плодородия почвы) оказываются действительными средствами регулирования плодородия, нежели механическая обработка и удобрение в совокупности. Таким образом, говоря о способах регулирования химических факторов, приходится иметь в виду не только химические способы воздействия, но и все другие способы, так или иначе отражающиеся на химизме и плодородии почвы. С другой стороны, химические способы воздействия, также как и биологические, производят изменения не только в отношении химических факторов роста, и в отношении чисто физических факторов (напр., при внесении удобрительных материалов и под влиянием плодосмена резко изменяются некоторые физические свойства почвы).

Чтобы не повторяться, мы будем в главе об удобрении возвращаться к вопросам обработки и плодосмена лишь в тех случаях, когда этого потребует полнота освещения этого вопроса с химической точки зрения и в связи с оценкой приемов удобрения. Прямое внесение питательных веществ, связанное с затратой капитала, конечно, может быть целесообразным и рентабельным лишь при том условии, если регулирование химических факторов не достижимо другими способами воздействия, а простыми и дешевыми или даровыми. А потому, обзору приемов удобрения в отношении каждого химического фактора должна предшествовать краткая информация о результатах воздействия на этот фактор при помощи других приемов земледелия.

Такой способ изложения предмета гарантирует более полное и систематическое

просов удобрения в связи с другими вопросами земледелия, вследствие чего нарушается перспектива, утрачивается полезное взаимодействие различных приемов культуры. Вопросы удобрения приобретают как бы самодавлеющее значение, отнюдь не соответствующее их значению в действительной практике. В результате, мы встречаемся с резкой реакцией такому химическому направлению, зачастую выражающейся в умалении или даже отрицании удобрения, как наиболее целесообразного приема действия на химические факторы произрастания и признание за удобрением значения приема, действующего преимущественно на изменение физических факторов.

Эти две взаимно противоположные точки зрения, повидимому, существовали с момента зарождения агрономии, в начале 19 столетия; стоит вспомнить антагонизм двух первых теорий в области питания растений: гумусовую теорию Теера и минеральную теорию Соссюра-Либиха, антагонизм, заключавшийся не только в том, что одни видели в гумусовой теории видение в органическом веществе, а не в зольных элементах, главную пищу растений и главный фактор плодородия полей, но и в том, что одни видели в гумусовой теории видение в органическом веществе, а не в зольных элементах, главную пищу растений и главный фактор плодородия полей, но и в том, что одни видели в гумусовой теории видение в органическом веществе, а не в зольных элементах, главную пищу растений и главный фактор плодородия полей, но и в том, что...

Д. Н. Прянишников, Я. В. Самойлов, Н. Я. Демьянов, А. Н. Соколовский, физическое земледелие (В. Р. Бильямс и А. Г. Дояренко). Само собой разумеется, что это явление можно считать вполне нормальным и отпадным, так как оно служит залогом плодотворности освещения предмета. Но при первоначальном знакомстве с предметом в высшей степени нам кажется, было бы целесообразней держаться более объективной средней позиции, одинаково учитывающей значение разнообразных приемов земледелия, с точки зрения регуляции вегетационных факторов, и потому в учении об удобрении мы не ограничимся описанием удобрительных материалов, но коснемся также вопроса о том, в какой мере потребность растений в отдельных питательных элементах может быть удовлетворена при помощи других приемов земледелия, механических и биологических.

Другим общим выводом из многочисленных исследований в области удобрения является положение, что действие удобрения представляет функцию переменных величин: свойств почвы, свойств удобрительного материала и свойств растений, при чем значение этих величин настолько резко варьирует, что представление об эффекте удобрения может сложиться при одинаково полном учете трех величин, а следовательно, при изучении вопросов нельзя ограничиваться знакомством с удобрительными материалами и общими понятиями о потребностях растений и о свойствах почвы. По отношению к каждому химическому фактору необходимо установить, с одной стороны, его отношение к различным почвенным условиям и различным культурным состояниям почвы, а с другой стороны — установить

учреждениями различных физико-географических районов и, таким образом, практика удобрения в последнее время приобрела более твердый фундамент теоретического обследования и опытной проверки.

Учение об удобрении обычно начинается с изложения истории физиологических факторов по вопросам питания высших растений. В частности, наиболее полный исторический очерк воззрений в области питания растений содержится в курсе профессора Н. Прянишникова (введение в учение об удобрении, 4-е издание 1917 г. 33 стр.) и в актовой речи, читанной в 1906 г., по случаю столетия первой высшей с.-х. школы (в Германии).

Предполагая знакомство с этим очерком (рекомендованном мною еще в курсе земледелия в изучение агрономии) и ссылаясь на предшествующие три главы курса земледелия (учение о вегетационных факторах, учение о механической обработке и учение о плодосмене), мы начнем главу об удобрении с изложения современных представлений о плодородии почвы, следуя в этом отношении примеру проф. П. Ф. Баранова, который, впрочем, всем техническим приемам земледелия предпосылает общий очерк естественно-исторических факторов роста и в нем последнюю главу (X) посвящает учению, как источнику пищи для растений» (стр. 247—311=64 стр.).

В современном почвоведении, как самостоятельной отрасли естествознания, главное внимание сосредоточивается на свойствах и процессах, играющих важную роль в образовании и характеристике почвенных типов. Агрономическое почвоведение является необходимым дополнением такого общего курса почвоведения и излагается большею частью в связи с курсом общего земледелия. В данном случае мы остановимся только на тех свойствах почвы, которые имеют ближайшее отношение к химическим факторам плодородия.

Первоначальное представление о плодородии, не только в кругах практиков-земледельцев, но и в руководствах начала XIX века, вытекало из эмпирического опыта производства различных почв при возделывании полей.

В этом отношении наиболее известна классификация почв по их относительному плодородию, предложенная А. Теером и принятая при оценочном кадастре земель в Голландии. В основу Тееровской классификации положено соотношение в почвах содержания азота и фосфора, а для характеристики их производительности все почвы разделены на VI классов, обозначенных по роду наиболее им свойственного растения. В этом отношении наиболее известна классификация почв по их относительному плодородию, предложенная А. Теером и принятая при оценочном кадастре земель в Голландии. В основу Тееровской классификации положено соотношение в почвах содержания азота и фосфора, а для характеристики их производительности все почвы разделены на VI классов, обозначенных по роду наиболее им свойственного растения. В этом отношении наиболее известна классификация почв по их относительному плодородию, предложенная А. Теером и принятая при оценочном кадастре земель в Голландии. В основу Тееровской классификации положено соотношение в почвах содержания азота и фосфора, а для характеристики их производительности все почвы разделены на VI классов, обозначенных по роду наиболее им свойственного растения.

4 класса песчаных и хрящевых почв) с обозначением для каждого класса веществиспытателей и врачей и затем опубликованные в журн. «Земледелие»: «Ана-сбора зерна пшеницы, ячменя, овса и ржи (в объемной мере). В отношении почв при помощи растений»). вполне подтвердили несоответствие между богат-растений и луговых трав, наиболее известной является техническая классификация почвы и ее производительностью. Общий вес урожая вико-вой смеси оказался предложенная **Лангенталем**, основанная, главным образом, на степени влажности более высоким не на глинистом и суглинистом черноземе, а на сером и супесчаном важнейшего фактора производительности естественных кормовых угодий (луго-ноземе, как показывает следующая таблица:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
устанавливаются 5 важнейших свойств трав (в 3 степенях каждое свойство), а и						
характер злаков (сладкие, смешанные, кислые), содержание клевера, содержание						
травы и т. п. В русских почвенно-оценочных исследованиях получило широкое						
менение, так называемая, генетическая классификация почв, предложенная						
В. В. Докучаевым , впоследствии дополненная и исправленная проф. Сибирцевым						
в последнее время (1922 г.) доведенная до стройной научной системы проф.						
Оптимальная производительность (221%) для супесчаного чернозема, очевидно,						

А. Фараби. Первый опыт практического применения этой классификации для земель, представляют исследования в Нижегородской губернии. В результате ного картографирования почв и многочисленных химических анализов наиболее ценных образцов была сделана попытка найти числовое количественное выра-относительного достоинства почв. В основу этой оценки нижегородские иссле-атели положили сумму питательных веществ, извлекаемых 10% соляной кислотой в таком выражении относительное богатство 8 основных почвенных типов Нижегор-губернии колебалось чрезвычайно резко. Приняв за единицу сравнения или богатство тяжелой глинисто-черноземной почвы (горового чернозема), получив-этом для суглинистого долинного чернозема оценочный балл в 80%, для суглини-ков—50%, для подзолистых северных почв от 15 до 40%. Между тем, всесдневный опыт и урожайные данные, полученные при помощи корреспондент-кушей земской статистики, не только не подтвердили такого соотношения в пло-дительности земель, но установили даже иную последовательность в шкале пло-дотворности почв, так как в действительности наиболее урожайными оказывались не тяжелые, а средние и даже легкие черноземные почвы и суглинки, и, следовательно, богатством почвы, измеряемым валовым содержанием питательных веществ и родием почвы, измеряемым средней производительностью земель или урожайно-стью богатства почвы, что вызвали различные сомнения относительно пригодности веге-сево-сов, не оказалось прямой и постоянной зависимости. Исследование почв Полтав-губернии, произведенное несколько позже по тому же способу, точно также выя-вило резкое несоответствие между химической оценкой богатства почв и их фак-тальной производительностью или плодородием.

Если выразить богатство полтавских почв суммой гумуса и глины (по химиче-ской связанной воде), то для 6 основных почвенных типов получится следующее соотношение:

	Гумус.	Глины.	Песка.	Крупнее 0,01 мм.	Сумма.
1. Горовой чернозем . . .	6,7	18,7	40,0	—	25,4
2. Долинный чернозем . . .	4,8	16,5	52,5	—	21,3
3. Лесной суглинок . . .	3,2	15,8	39,7	—	19,0
4. Серый чернозем . . .	2,2	6,8	77,3	—	9,1
5. Супесч. чернозем . . .	2,9	5,1	81,6	—	8,0
6. Боровой песок	1,8	4,4	91,1	—	6,2

Таким образом, по богатству VI тип в 4 раза ниже I. В 1899 г. в Петров-Академию Полтавский почвенный музей доставил типичные образцы всех 6 типо-испытания их производительности при помощи вегетационного метода, о приме-которого для данной цели нам пришлось выступить с докладом в среде агроном-статистиков (см. журнал «Хозяин» 1898 г.: «Об оценке плодородия почвенных-пов»). Результаты этого опыта (в том же году, сообщенные в Киеве на X

словилась его благоприятными физическими свойствами, главным образом, луч-и аэрацией, которая при поддержании во всех культурах постоянной влажности, изкой к полной влагоемкости (благодаря капиллярному водоснабжению культур через-чаную прослойку на дне сосуда), приобретала значение важного фактора роста. алогичные результаты были получены и для 6 черноземных почвенных типов Ново-ьского уезда Тульской губернии, различавшихся по содержанию гумуса и глины (гумуса от 10 до 2%). Чтобы проверить правильность вывода относительно влияния физических свойств на производительность почвы, в лаборатории проф. Пришвини-за мною была определена для полтавских почв быстрота разложения гумуса и обра-зании нитратов (за счет органического азота почвы). Эти определения показали, что-ложение органического вещества и нитрификация действительно происходили интен-ней на супесчаном черноземе и на лесном суглинке, т.-е. на средних почвен-ных типах, при чем относительная энергия этих процессов (выраженная в % от-держания углерода и азота), для легких почв оказалась в 2—3 раза выше, чем для-тяжелых.

Как ни понятны и естественны казались полученные выводы, все же они на-только резко расходились с общим представлением о прямой зависимости плодородия богатства почвы, что вызвали различные сомнения относительно пригодности веге-ационного и лабораторного методов для оценки производительности почв. Однако скоро-Полтавского и лабораторного методов для оценки производительности почв. Однако скоро-явившись в печати данные о 7-летних наблюдениях над производительностью раз-производительностью почв, полученные проф. П. Ф. Бараковым в Ново-Александринском Институте-он помощи лизиметрического метода. Из данных, приводимых им в курсе земледелия, видно, что производительность наиболее богатого суглинка превосходила производи-ельность самого бедного подзола или песчаной почвы не более 2½—3 раз, при чем-завлавление суглинка песком, хотя и сопровождалось понижением производи-ости, однако, далеко не пропорционально с примесью песка (при чистом суглинке—00, при содержании 25% песка — 90%, при содержании 50% песка — 1%, при содержании 75% песка и 25% суглинка—88%), при чем для отдельных-ультур это соотношение резко изменялось: для люпина, напр., производительность-ех почв оказалась почти одинаковой, для озимой пшеницы, наоборот, различия про-зались гораздо резче, чем для овса и для горчицы. Из наблюдений П. Ф. Баракова-ыснилось, что лучшим анализатором почвы (наилучшим в смысле постоянства и-стойчивости данных) является овес, растение, отличающееся вообще высокой усвояю-ей способностью при средней потребности в питательных веществах. Что касается-зависимости урожая от богатства почвы, то в опыте П. Ф. Баракова она оказалась-более правильной и простой, повидимому, вследствие того, что в его коллекции почвен-ых типов отсутствовали тяжелые глинистые и черноземные почвы, которые по бо-атству, несомненно, стоят выше суглинка, а между тем, обнаруживают не только-ри искусственных условиях вегетационного опыта, но и в природе, в обычной с.-х.-становке,—производительность более низкую, чем почвы средней связности; за-астую, при неблагоприятных климатических условиях, когда в первом минимуме ока-

зываются физические факторы, посевы развиваются лучше на более легких и на песчаных почвах.

Таким образом, плодородие почв, измеряемое их производительностью или жайностью, является функцией не только богатства почвы, измеряемого содержанием гумуса, глины, извести, питательных веществ, но и деятельности почвы, зависящей, главным образом, от физических и отчасти биологических факторов. Кривые богатства и деятельности почвенных типов в общем идут симметрично: максимум и минимум их расположены на двух противоположных концах ряда: максимуму богатства соответствует минимум деятельности, и наоборот). На простом мериле деятельности почв может служить содержание песка (сумма фракций крупнее 0,01 мм.), а наиболее простым, хотя и грубым мериле богатства — содержание глины и гумуса (при чем глина определяется по химически связанной воде или при помощи механического анализа по способу Фадеева-Вильямса). Плодородие почвы, являясь функцией обеих величин, достигает оптимума в средних почвенных типах, соединяющих благоприятные химические свойства с благоприятными физическими свойствами, при чем оптимум плодородия изменяется из года в год, в зависимости от состояния физических факторов, передвигаясь то ближе к тяжелым почвам, то, наоборот, к более легким. Таким образом, плодородие есть величина, переменная не только в зависимости от культуры, но и в зависимости от природных условий. При изменчивости физических факторов, даже в пределах одного физико-географического района, не приурочивается всегда к одному и тому же почвенному типу. Выразим графически взаимоотношения между богатством, деятельностью и состоянием плодородия почвенных типов, пользуясь данными в отношении полтавских почв. Увидим, что плодородие не подчиняется простой математической зависимости от основных величин, а изменяется как бы в большей зависимости от факторов богатства (кривая, образовавшаяся за месяц, углекислоты и нитратов и кривая урожая за 5 лет, но в действительности внесенный в почву навоз почти бесследно разлагается и не идет параллельно и достигают оптимума для IV-го почвенного типа и спускается ниже для тяжелых, чем для легких почв).

В самом деле, если бы факторы богатства и деятельности почвы были равноценны для растения, производительность или плодородие было бы одинаковым для всех почвенных типов и графически выражалось бы не кривой, а прямой линией, соответствующей средним арифметическим значениям богатства и деятельности.

Однако, деятельность почвы не представляет величины, столь же постоянной, как богатство почвы, измеряемое ее химическим составом, а потому кривая деятельности и вместе с нею кривая плодородия будут видоизменяться, главным образом, в зависимости от состояния физических свойств и от факторов, ближайшим образом определяющих энергию почвенных процессов. Так, напр., в наших вегетационных опытах, производившихся при избыточной влажности (вследствие автоматической капиллярной подачи воды), в минимуме находился фактор — аэрация (количество кислорода в почвенном воздухе), а потому максимальные урожаи соответствовались IV разряду почв (серые черноземы с 77% песка), и то же явление обнаруживается при определении энергии почвенных процессов, измеряемой процентом окисления за месяц углерода и азота органических веществ почвы. При других условиях, при умеренной и низкой влажности — максимум, несомненно, должен был перейти в сторону более связных и более влагоемких почв (с более высокой капиллярностью). Наконец, при условии создания на связных почвах комковатой структуры их деятельность должна была бы сильно возрасти, а, следовательно, максимум производительности еще более передвинулся бы в сторону более богатых почв. Таким образом, потенциальная производительность богатых почв, в связи с улучшением их физических свойств, может возрасти на столько, что плодородие будет вполне соответствовать богатству почв и именно в более полном использовании природного богатства почв и заключается главная задача земледельца. Если наиболее деятельные почвы требуют для подъема своей производительности постоянного внесения

питательных материалов и даже коренной мелиорации при помощи основательной заправки зеленым удобрением, торфом, навозом, компостом и мергелем, то и связные почвы, в свою очередь, тоже требуют коренного улучшения физических свойств, и такое улучшение может быть достигнуто не только механической обработкой и практическим плодосменом, но еще быстрее непосредственным внесением материалов, изменяющих на ряду с химическим составом и физические свойства почвы, а именно: заправкой связных почв нейтральным свежим перегноем и деятельной известью. Правда, то с увеличением связности почв весьма быстро возрастает и количество органических веществ и извести, необходимых для их коренного улучшения. Проф. Вильямс, изучая прочность агрегатов и структуры почв при помощи предложенного им прибора (основанного на разрушительном действии струи воды при постоянном давлении), пришел к заключению, что для чистого песка внесение 0,5% свежесажженного перегноя производит такой же эффект, как внесение 50% такого перегноя для чистого ила, так как обычное количество навоза (600 пудов сухого органического вещества) по отношению к весу почвы (хотя бы одного 4-вершкового пахотного слоя) не достигает 0,5% (вес пахотного слоя с 1 кв. сажени при средней порозности в 50% и среднем весе в $2,5 = 907,400 \times 1250 \text{ гр.} = 1054,375 \text{ килогр.}$, при весе сухого навоза в 1 килогр. на кв. саж. = 0,4%), то отсюда видно, как далеки обычные нормы навоза от тех количеств, которые необходимы для коренного улучшения физических свойств связных почв, содержащих до 25% ила и требующих до 10% свежего перегноя для достижения прочности структуры. Вполне понятно отсюда, как продолжительно должно быть воздействие культуры для достижения благоприятного физического состояния связной почвы. Если бы перегной навоза не стирался, а накапливался из года в год и если бы ежегодно вносилось одно и то же количество навоза, то для повышения содержания гумуса до 10%, необходимо было бы такую заправку производить в течение 5 лет, но в действительности внесенный в почву навоз почти бесследно разлагается и в течение ближайших 3—6 лет и, следовательно, накопление его совершается чрезвычайно медленно, хотя, разумеется, благотворное влияние его проявляется именно в процессе его разложения, а остающийся в неразложенном состоянии перегной оказывает, напротив, весьма слабое влияние на физические свойства, вследствие чего даже перегнойные торфяные почвы весьма сильно реагируют на внесение свежего нейтрального перегноя в виде навоза, независимо от влияния питательных солей, которые сами по себе в форме минеральных удобрений неспособны произвести на них такое же благотворное влияние, как навоз.

С другой стороны, на совершенно бесплодных сыпучих песках, при помощи дождевой сидерации (повторяемой через 1—2 года в третий), уже в течение одного десятилетия удается достигнуть настолько основательной заправки почв, что кроме картофеля, и ячмень, и пшеница, и клевер. Хотя разложение зеленой массы в таких легких почвах совершается весьма быстро, но именно благодаря этому действие перегноя благотворно скажется на почвенных процессах, необходимых на ряду с содержанием питательных солей присутствие также определенного содержания воздуха и кислорода, а это возможно лишь при известной порозности почвы и проницаемости

для воды и воздуха, обеспечивающих постоянный газообмен с атмосферным воздухом. Скелет почвы до известной степени и создает необходимую порозность и проницаемость, так как сам по себе песок, при самом плотном естественном сложении и при насыщении влагоемкостью, образует достаточный резервуар для воздуха, почти равный объему воды. Действительно, влагоемкость даже сравнительно мелкого песка (мелче 0,5 мм. и крупнее 0,01 мм.) колеблется в пределах от 20 до 25% по весу или средней порозности в 50% (след. весе 1 литра в 1.250—1.325 гр., смотря по весу, колеблющемуся от 2,5 до 2,65), водою может быть занято при полном насыщении влагоемкости от 25 до 33% всего объема почвы, и, следовательно, на долю воздуха останется еще от 25% до 17% объема, при чем поры, не занятые водою, являются крупными некапиллярными порами, легко проницаемыми и облегчающими газообмен. В действительности полное насыщение влагоемкостью наблюдается сравнительно редко, до начала вегетации и в течение зимнего периода, а в течение вегетационного периода лишь непосредственно после сильных дождей, или же на почвах болотенных, питаемых не только атмосферной, но и грунтовой водой. А потому легких почвах, представляющих как бы голый скелет, циркуляция воды и воздуха совершается беспрепятственно и непрерывно, и все почвенные процессы, а в особенности разложение органических веществ, их минерализация, протекает чрезвычайно быстро, тем более, что и тепловые свойства этих почв, при их малой влагоемкости и легкой проницаемости, складываются несравненно благоприятней, чем на иловатых и перегнойных почвах.

Итак, содержание скелета и преимущественно песчаной части (в морях карбонатных и железистых почвах—известь и гидрат окиси железа. Все эти при-шей степени, так называемой пылевой части) является весьма существенным фактором плодородия, так как способствует усилению деятельности почвы, т.-е. мобилизации питательных элементов. В смысле содержания питательных элементов, химических и физических свойствах этих элементов. Чистая глина (тонкий ил по разумеется, не может идти в сравнение с иловатой и перегнойной частью почвы, Вильямсу) при отсутствии перегноя, извести, гидрата окиси железа и гидратной кремне-средоточивающих в себе все наиболее подвижные и активные элементы. Тем не менее, обладает вполне определенными, резко выраженными физическими свойствами и в скелете, в особенности в более крупных его элементах, представляющих обломками и по своей химической природе тоже представляет большое постоянство. По минералов и чаще всего полевого шпата, содержится не малый запас минеральных веществ (главным образом, извести, кали и железа, в меньшем количестве—фосфорной кислоты), а потому многие песчаные почвы способны к выделению питательных веществ. Уже содержание иловатой части в 5% ила делает почву связной, и по Вильямсу, позволяет ее отнести к перегнойной, и это явление вполне понятно, если вспомнить об азотфиксирующей способности мотыльковых, питающихся на счет атмосферного азота, и своими пожными остатками подготавливающих почву для растений—азотопотребителей. Наименее мелкими элементами скелета, так называемые, пылеватые частицы (от 0,25 мм. до 0,001 мм.) отличаются, напротив, почти полным отсутствием крупного полевого шпата, т.-е. представляют чистейший кварц, с небольшой примесью частиц слюды, материала, сравнительно трудно поддающегося выветриванию. Вместе с тем пылеватая часть почвы не обладает и достаточно благоприятными физическими свойствами. Пылеватые частицы, благодаря своей малости, заполняют некапиллярные поры и почти вся порозность пылеватых почв поглощается их влагоемкостью и на долю воздуха остается некапиллярных пор, вследствие чего такие почвы во влажном состоянии обладают необходимой воздухопроницаемостью и лишь благодаря быстрому высыханию, вызванному громадной капиллярностью и испаряемостью, могут поддерживать необходимый газообмен с атмосферой. По данным проф. Вильямса, достаточно уже содержания в почве 30% пылеватых частиц, чтобы достигнуть заполнения ими некапиллярных пор, вследствие чего скважность таких почв всецело поглощается их влагоемкостью и бороться с таким неблагоприятным явлением приходится путем комковатой структуры, способствующей увеличению порозности за счет образования некапиллярных пор.

Переходя далее к иловатой части почвы, напомним, что под названием ила проф. Вильямс понимает механические элементы, тоньше 0,001 мм., не

являющиеся в чистой воде в течение полных суток. Химический состав этих элементов, конечно, не представляет постоянства, как и состав скелета, но зато довольно резко ограничивается от этого последнего, главным образом, в отношении содержания химически связанной воды, представляющей постоянный и наиболее характерный спутник всех продуктов выветривания горных пород и глинозема. Вследствие этого, существуют даже способы химического определения глины, с одной стороны, по содержанию глинозема (исходя из формулы глины, предложенной Форштагером, $\text{Al}_2\text{O}_3 + 25\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ при чем найденное в сернокислой вытяжке количество глинозема помножается на коэффициент 2,5, или же по содержанию химически связанной воды (исходя из среднего содержания в глине 14% воды). Разумеется, все эти различные способы определения глины не могут давать вполне совпадающих результатов, но для глубокого приближения при бонитировке почв они все же дают довольно близкие результаты, вследствие чего мною в 1899 г. было предложено пользоваться простейшим способом (по химически связанной воде в случаях массовых бонитировок, не претендующих на большую точность, тем более, что и самое понятие об иловатой части, по существу, и не допускает такой точности). Такой способ, во всяком случае, несравненно легче и быстрее дает представление об иловатой части, нежели механический анализ по способу Фадеева-Вильямса, требующий для связных почв до 2-х недель работы. Несовпадение химического и механического определения глины обуславливается, главным образом, тем, что при механическом анализе к иловатой части при-соединяется значительная часть перегноя, коллоидальная кремнекислота, а в некоторых случаях и гидрат окиси железа. Все эти при-Столь же сильное влияние оказывает на физические свойства почвы и перегной, при условии, если он представлен свежесажженным коллоидальным органическим веществом, а не растительными тканями, не подвергшимися разложению (как в болотных и торфянистых почвах). Большая часть почвенного перегноя находится в малоподвижной и трудно растворимой форме, а потому может оказывать влияние преимущественно на частицы почвы, непосредственно соприкасающиеся с ним или с разлагающимися растительными и животными материалами. Растворение гумуса может происходить только при наличии щелочных растворов, что встречается сравнительно редко, на некоторых солонцеватых почвах; нейтральные же и кислые растворы переводят в раствор незначительное количество органического вещества (главным образом, креновую и апокреновую кислоты), которые не могут оказывать заметного влияния на физические свойства пахотного слоя, если не считать отрицательного влияния этих кислот, связанного с растворением минеральных веществ и в особенности извести и железа, отчасти также фосфорной кислоты и кали (все эти вещества выносятся в подпочву на значительную глубину и становятся малодоступными для большинства мелко укрепляющихся растений). Так как перегной оказывает благотворное влияние на почву, исключительно в деятельном свежесажженном состоянии (при чем даже простое высушивание надолго парализует его действие), то необходимым условием его использования является поддержание в почве постоянного газообмена и

жизнедеятельности микроорганизмов. Мало того, необходимо создать условия, благоприятствующие развитию только определенной группы микроорганизмов, направляя процессы разложения органических веществ по аэробному типу, так как анаэробное разложение приводит к накоплению наиболее инертных форм перегной, к торфованию. С другой стороны, необходимо предупредить и образование растворимых соединений кислот во избежание потери органического вещества чрез выщелачивание. Поэтому целесообразно, наряду с устранением избытка влаги и лучшим проветриванием почвы, способствовать также сохранению в пахотном слое достаточного запаса почвенно-земельных оснований и полуторфных окислов, образующих с перегноем прочные нерастворимые в воде соединения. В этом отношении наибольшую роль играет известь, которая сама по себе легко подвергается растворению (главным образом под действием воды, насыщенной углекислотой, но также и под влиянием растворимых веществ перегнойных кислот и щелочных солей), однако, с гуминовой кислотой образует нерастворимые соединения и тем предохраняет плодородие от потери.

Внесенным удобрениям; и даже в пределах одного и того же вегетационного периода при одном и том же растении, наблюдается, то положительный, то отрицательный эффект одного и того же питательного элемента, смотря по тому, пуждается ли в данный момент растение в данном элементе или нет, образуется ли он в самой почве в достаточном или избыточном количестве, находится ли почвенный раствор в состоянии близком к оптимальной или предельной концентрации и т. д. Разочаровавшись после многочисленных почвенных анализов в возможности установить какие-либо нормы для валового содержания в почве отдельных питательных элементов, агрокультурхимики в конце прошлого и в начале нынешнего века пытались перейти к химическому определению легко растворимых, доступных растениям питательных элементов, и с этой целью предлагали водные, углекислые, уксусно-кислые и лимонно-кислые вытяжки из почвы различной концентрации и продолжительности, но, несмотря на громадные усилия, все эти попытки не дали удовлетворительных резуль-

акций обменного разложения, при чем всегда поглощение одного основания сопровождается выделением в почвенный раствор другого основания в эквивалентном количестве; им установлено также, что поглощение наблюдается преимущественно в отношении оснований и в гораздо меньшей степени в отношении кислот (из последних способны задерживаться почвой только фосфорная кислота и кремниевая кислота). С другой стороны Либих, основываясь на аналогии между поглощением веществ почвой и поглощением красящих веществ углем, пытался, напротив, приписать оба процесса чисто физическим явлениям. Его собственные опыты с поглощением почвами солей кали (сернокислого и кремниевоскислого) — не обнаружили той зависимости поглощения от содержания элементов, необходимых для обменного разложения, которая установлена опытами Уэ, но это расхождение могло быть приписано не вполне удачному методу, применявшемуся Либихом (взбалтывание концентрированных растворов солей с почвой, вместо медленного процеживания слабых растворов). Вместе с тем опыты голландского химика Адольфа Мейера доказали существенную разницу, между поглощением красящих веществ углем и поглощением растворов солей почвой, так как при процеживании этих растворов через очищенный от зольных элементов уголь — никаким образом поглощения солей не наблюдалось. Позднейшие точные исследования многих химиков и выражаются в том, что поглощение почвами солей кали и натрия происходит преимущественно на немецких опытных станциях, подтвердили правильность взгляда Уэ и установили новый ряд фактов в отношении всех более важных минеральных элементов и в отношении солей азота, поглощение которых представляется для питания растений особенно важным. Прежде всего следует отметить, что из четырех оснований — кали, калии, магнесии и аммиака — наибольшую поглотительную способность отличается кали, наименьшей — известь.

Аммиак занимает среднее положение, уступая по энергии поглощения кали, смотря на то, что в почвах всегда содержится гораздо больше поглощенного кали, аммиака. При обработке различных почв растворами хлористого кали и аммиака проф. Келльнер (в Японии) установил почти полное совпадение поглощенных оснований с эквивалентами оснований, переходивших в раствор и таким образом вновь подтвердил химическую природу поглощения, сводящуюся к реакции обменного разложения. Характерно, что из двух наиболее распространенных в почвах оснований — кали и калии, — известь представляется наиболее подвижным, кали наименее подвижным элементом; оба основания находятся в известном антагонизме, так как известь легко уступает свое место кали, подвергаясь при этом выщелачиванию из почвы, кали, если и способен перейти в почвенный раствор под влиянием растворимых солей извести, то обыкновенно вновь быстро поглощается почвой из раствора, если не поглощено прежде корнями растений. Резкая разница между этими двумя основаниями в процессах обменного разложения еще подчеркивается тем обстоятельством, что соли кали, как и вообще все соли щелочных металлов, легко растворимы в воде; следовательно, могут энергично воздействовать на поглощенные соли извести, тогда как соли извести, как и вообще всех щелочноземельных металлов, растворяются в воде весьма слабо, а потому и не могут особенно сильно воздействовать на поглощение кали. Этим обстоятельством, между прочим, объясняется, почему внесение даже небольших количеств калийных удобрений (в виде сырых или обработанных стассфуртских солей) действует на почвы весьма заметно в смысле ухудшения их физических свойств, связи с растворением и выщелачиванием поглощенной извести, которая играет такую важную роль при восстановлении структуры пловатых почв. По той же причине часто наблюдается неблагоприятное влияние на физические свойства почвы и атмосферные осадки, обычно содержащих щелочные соли (углекислый и азотистокислый аммоний) и следовательно, постоянно растворяющихся при своем воздействии на поверхностный слой почвы, — часть поглощенной извести. Аммиачные соединения, благодаря лучшей растворимости и более энергичному поглощению, способны вытеснить из почвы небольшое количество извести, благодаря тому, что процесс этот совершается в почве непрерывно, тогда как известь ни откуда не пополняется, если не производится искус-

ственным удобрением при помощи материалов, содержащих известь, при чем, однако, большинство таких материалов содержат известь в трудно растворимом состоянии, известь, освобождающаяся из растительных материалов в процессе их минерализации, же легко подвергается выщелачиванию, вследствие того, что одновременно с известью при минерализации органических веществ освобождается немалое количество легко растворимых и быстро поглощаемых солей кали и аммония. Что касается солей натрия, они поглощаются слабее калийных солей, и это обстоятельство, в силу существенной разницы, в роли кали и натрия в питании растений, является немаловажным, в смысле лучшего закрепления в почве более ценного питательного элемента за счет элемента, не играющего большой роли в питании растений (в особенности при процессе минерализации растительных остатков). В смысле же растворения поглощенных солей кали и натрия соли натрия могут играть и отрицательную роль в том случае, если растворены с почвой, вместо медленного процеживания слабых растворов). Вместе с тем опыты известного химика Адольфа Мейера доказали существенную разницу, между поглощением красящих веществ углем и поглощением растворов солей почвой, так как при процеживании этих растворов через очищенный от зольных элементов уголь — никаким образом поглощения солей не наблюдалось. Позднейшие точные исследования многих химиков и выражаются в том, что поглощение почвами солей кали и натрия происходит преимущественно на немецких опытных станциях, подтвердили правильность взгляда Уэ и установили новый ряд фактов в отношении всех более важных минеральных элементов и в отношении солей азота, поглощение которых представляется для питания растений особенно важным. Прежде всего следует отметить, что из четырех оснований — кали, калии, магнесии и аммиака — наибольшую поглотительную способность отличается кали, наименьшей — известь. Установлено также, что из более крепких растворов солей почвы поглощают абсолютно больше количества оснований, но зато более слабые растворы поглощают в гораздо большей пропорции (напр., из децинормального раствора хлористой извести почва поглощала в 5 раз больший %, чем из раствора в 10 раз более слабого).

Большой интерес представляют затем исследования по вопросу о роли отдельных компонентов почвы на поглотительную способность. Так как поглощение солей почвой представляет процесс чисто химический (и лишь в весьма слабой степени может быть приписан явлениям физическим), то роль отдельных компонентов почвы в процессе поглощения всецело определяется их химическим характером и главным образом способностью к реакциям обменного разложения или образованию новых химических соединений. Наиболее активной частью в этом смысле является почвенный гумус и в особенности гуминовая кислота, которая энергично поглощает все основания, образуя с ними сложные соединения (чаще всего калийно-известковые и аммиачно-известковые) и легко вступающая в обменные разложения со всеми минеральными азотными солями почвенного раствора.

На втором месте по энергии поглощения должны быть поставлены все сложные силикаты почвы или т. н. цеолиты, представляющие собою сложные соединения глинозема и кремниевых кислот с прочими щелочными и щелочноземельными основаниями. Поэтому промывка почвы крепкими кислотами или даже прокалывание почвы, сопровождающееся разрушением цеолитов, вызывает резкое сокращение или даже полное уничтожение поглотительной способности почвы. Особенно легко вступают в реакцию цеолиты, богатые известью, так как известь при соприкосновении с другими основаниями уступает им свое место. Чистая глина или каолин, хотя и представляет водный силикат, однако, почти совершенно не способна на реакции обменного разложения и, следовательно, сама по себе не играет никакой роли в явлениях поглощения (обстоятельство, особенно подчеркивающее химическую, а не физическую природу этих явлений).

В природе, конечно, глина в чистом виде встречается чрезвычайно редко, сопровождаясь и сложными силикатами типа цеолитов и более простыми продуктами выветривания, как гидраты кремниевых кислот, глинозема и окиси железа. Все эти гидраты принимают заметное участие в поглощении, хотя и в гораздо более слабой форме, чем

цеолиты и перегной, так как сами по себе они, как простые соединения, не способны на реакции обменного разложения, реакции же образования новых солей (например, кремнекислоты) или свободных кислот (в случае гидратов окиси железа и глинозема, или же, по крайней мере, солей с резко выраженной щелочной или кислой реакцией) по так как в почвенном растворе резко выраженная щелочность или кислотность представляет явление сравнительно редкое (при том исключаящее возможность разложения большинства культурных и даже дико произрастающих растений), то поэтому значительная часть гидратных продуктов выветривания не может идти в сравнение с значением цеолитов.

Все же в отношении одного питательного элемента, а именно, фосфорной кислоты приходится считаться с содержанием в почве свободных гидратов окиси железа и глинозема, так как они обладают громадным химическим средством в отношении фосфорной кислоты и поглощают ее нацело не только из воднорастворимой кислой основной соли фосфорной кислоты (содержащейся в суперфосфатах), но и из нейтральных солей, напр., двухосновной фосфорно-кислой извести и даже из трехосновных солей (карбонатов, сульфатов, фосфатов и гуматов) приближается к роли цеолитов, так как все соли извести легко вступают в реакции обменного разложения с прочими основаниями, не исключая даже гидрата окиси железа и фосфорно-кислого железа, вследствие чего, внесение больших количеств извести всегда сопровождается мобилизацией питательных солей и может даже повести к значительным потерям их чрез выщелачивание или к быстрому и непроизводительному истощению почвы. Особенно резкое влияние в этом смысле оказывает на почву гипс или алебастр, внесение которого даже в значительных количествах (в 10 раз меньших по сравнению с известью и мергелем) часто сопровождается заметной реакцией на развитие растений. Это явление, еще вполне объясненное наукой, может быть приписано не только большей растворимости данного соединения извести (по сравнению с карбонатами и фосфатами), но и роли серной кислоты, которая вступает в реакции самостоятельно и кроме того может явиться ценным питательным элементом, в виду малого содержания усвояемой серы в почве. На последнее обстоятельство обращено внимание в самое последнее время русскими исследователями (до войны проф. С. М. Богдановым в Киеве, а в последние годы проф. А. А. Калужским в Саратове).

Что касается последнего и главного по весу и объему компонента почвы, т. е. скелета, то он почти совершенно не участвует в явлениях поглощения, так как кварцевые песчинки, ни крупинки невыветрившихся минералов, сами по себе не могут вступать в химические реакции и лишь по мере их выветривания и образования из них водных силикатов и гидратов полутвердых окислов и кремнекислоты, т. е. по мере перехода в одну из категорий прочих компонентов почвы, скелет может явиться материалом для увеличения поглощательной способности почвы. Мерилом поглощательной способности почвы принято считать поглощение азота из хлористого аммония (называют его аммиачной селитрой), хотя, конечно, в зависимости от химического состава почвы и химического характера взятой соли — поглощательная способность почв видоизменяется весьма сильно. Предпочтение азотистой соли оправдывается во 1) преобладающим значением азота в питании растений, во 2) средним положением этих солей по сравнению с другими в отношении энергии поглощения и в 3) техническим удобством определения поглощенной соли аммония, при помощи газового анализа или путем титрования отфильтрованного раствора.

Остается еще упомянуть, что поглощательная способность представляет значение не только потому, что способствует сохранению в почве легко поддающихся растворению питательных веществ и предупреждает выщелачивание и расточительное поглощение солей корнями растений, но еще и потому, что поддерживает нормальную концентрацию и нейтральную реакцию почвенного раствора, в узких пределах от 1 до 10 граммов азота на литр, необходимых для жизнедеятельности как высших растений, так и микроорганизмов.

На ряду с чисто химическими процессами поглощения в почве постоянно совершаются химико-биологические процессы, как результат жизнедеятельности микроорганизмов, и эти процессы в конце концов ведут к поглощению или, напротив, потере и минеральных элементов; более подробно об этих процессах скажем при обобщении круговорота отдельных элементов.

III.

Обратимся к обзору приемов, направленных к коренному улучшению химических, физических и биологических свойств почвы при помощи удобрения.

Наиболее радикальной мерой коренного улучшения, без сомнения, является изменение пропорции главных компонентов почвы, — песка, глины, перегноя, извести или минеральных питательных элементов, как бы искусственное приращение почвы, обладающей оптимальным соотношением компонентов, следовательно, к оптимальному плодородию. Однако такой прием связан с наибольшим расходом труда и капитала, а потому применяется лишь при наиболее интенсивной, огородной, декоративной или цветочной культуре. При цветочной комнатной или оранжерейной культуре почва готовится искусственно, путем смешения в известной пропорции — чистого песка, компостной или листовой земли, содержащей свежего растительного материала, а потому применяется лишь при наиболее интенсивной, огородной, декоративной или цветочной культуре. При цветочной комнатной или оранжерейной культуре почва готовится искусственно, путем смешения в известной пропорции — чистого песка, компостной или листовой земли, содержащей свежего растительного материала, а потому применяется лишь при наиболее интенсивной, огородной, декоративной или цветочной культуре. При цветочной комнатной или оранжерейной культуре почва готовится искусственно, путем смешения в известной пропорции — чистого песка, компостной или листовой земли, содержащей свежего растительного материала, а потому применяется лишь при наиболее интенсивной, огородной, декоративной или цветочной культуре.

С наименьшей затратой труда и капитала коренное улучшение почвы достигается при помощи внесения достаточного количества деятельного перегноя, чаще всего в виде компоста и навоза, при чем в огородной культуре цель достигается сравнительно быстро и легко, так все накопленные в хозяйстве запасы удобрения распределяются на небольшой площади и вносятся повторно, чуть ли не каждый год, пока почва не окажется насыщенной до предела, соответствующего ее максимальной возможной производительности. В луговой культуре коренное улучшение состава почвы также достигается сравнительно легко в том случае, если предпринимается возможность затопления луга при весеннем половодье и обогащения почвы новыми частицами, взвешенными в воде и осаждающимися на поверхности луга, в виде заметного осадка тонкого песка и ила. В странах с интенсивной культурой и систематическим орошением, как известно, такое же коренное улучшение состава почвы достигается при помощи наилования или колыматажа, широко применяемого в полевой культуре. В зависимости от свойств оросительной воды, содержания в ней ила, песка, пыли и извести и в зависимости от продолжительности затопления или скорости стока, — на поверхности почвы может образоваться слой песка и ила различной толщины; при обработке почвы этот осадок перемешивается со всем находящимся в почве следующим затоплением почвы вновь обогащается и в течение короткого периода становится настолько значительной заправкой, что становится плодородной даже без применения специального удобрения. При культуре торфяников по способу Ризава также достигается коренное изменение состава почвы, внесением значительных количеств торфа, при чем песок укладывается возможно более толстым слоем по поверхности и перемешивается при обработке с возможно более тонким слоем торфа, дабы получить однородный слой, сильно обогащенный песком, и потому обладающим оптимальными химическими и биологическими свойствами. При полевой культуре песчаных почв приращение одновременно обогащение почвы всеми тремя компонентами, содержащимися в почвах в недостаточном количестве, а именно, такие почвы заправляются перегноем, глиной и известью, при чем природное соединение глины и извести в наиболее оптимальной пропорции представляет мергель, содержащий свыше 50% и до 95% углекислого кальция и от 5 до 20% глины (не считая песка или песчаной пыли). Перегной вносятся или в виде навоза и компоста или в виде зеленого удобрения, которое по-

вторяется через 1—2 года до тех пор, пока почва не приобретет свойств кукурузы при интенсивном хозяйстве, применяющем для удобрения значительные количества селитры, серноаммиачной соли и калийных солей.

Рассмотрим теперь более подробно, в каком виде в почву должны поступать органические вещества для достижения наиболее полезного эффекта. В этом отношении науке не существовало определенных указаний до того времени, пока не выяснились условия жизнедеятельности микроорганизмов, играющих такую важную роль в почвенных процессах, а следовательно, и в жизни и в питании высших растений. Существование, правда, эмпирическое наблюдение, предостерегавшее от внесения в почву непосредственно перед посевом свежего навоза, свежих растительных материалов, например, соломы, мякины, кострики и т. п., но причина вредного влияния этих материалов оставалась непонятной. Впоследствии выяснилось, что свежие растительные материалы представляют прекрасный субстрат для микроорганизмов, которые в процессе роста питания поглощают из почвенного раствора все минеральные соли и азотистые вещества и, таким образом, истощают почву в отношении питательных элементов, необходимых для жизни высших растений. Получается резко выраженная конкуренция между низшими и высшими растениями и в этой борьбе условия складываются гораздо благоприятней для микроорганизмов, поскольку они непосредственно питаются органическими веществами с весьма незначительной примесью солей азота и минеральных элементов, всегда присутствующих в почвенном растворе, тогда как высшие растения не способны непосредственно питаться за счет органического вещества, а нуждаются в минерализации этих веществ, являющейся результатом жизнедеятельности микроорганизмов. Таким образом, внесение свежих растительных материалов, если оно производится незадолго до посева, если процесс их разложения в первой наиболее бурной стадии совершается в почве, при наличии высших растений, не только не улучшает питания растений, но, напротив, может сопровождаться голоданием и даже гибелью молодых растений, которые сами становятся субстратом для микроорганизмов. Явление особенно рельефно можно наблюдать при выращивании растений в песчаных культурах, с внесением свежих растительных материалов, например, соломы, чистой клетчатки, крахмала, глюкозы и так далее. Грибки и бактерии, поселяющиеся на этих органических субстратах, зачастую начинают паразитировать на свежих корнях молодых растений и вызывают гибель всходов, не говоря уже о том, что они лишают высшие растения питательных элементов, поглощая их из почвенного раствора и превращая их в новое органическое вещество в форме тела низших организмов, т. е. в ок и клетчатку, которые лишь после отмирания этих организмов вновь становятся субстратом для бактерий и подвергаются дальнейшему распаду и минерализации. Очевидно, что в этой первой стадии разложения органические вещества не только не могут быть полезны для высших растений, но они не могут оказать полезного влияния на физические свойства почвы, так как представляют легко подвергающийся изменению питательный субстрат, не способный образовывать прочных соединений с минеральными элементами почвы, а потому, казалось бы, внесение свежих растительных материалов не только не должно иметь места непосредственно перед посевом, но и вообще не может считаться целесообразным в смысле улучшения почвы, хотя бы в период парования. Этому выводу однако противоречит практика зеленого удобрения. Несомненно нередко перед самым посевом озимей, и во всяком случае во время парования, и чем, ради более равномерного использования зеленого удобрения целым рядом культур, — иногда умышленно производится более глубокая заправка растительной массой во избежание слишком быстрого ее разложения. Это кажущееся противоречие объясняется тем обстоятельством, что при заправке живой растительной массой — быстрый процесс разложения совершается несравненно быстрее, чем при заправке сухих растительных материалов, в особенности деревянистых, и потому через 1—2 недели этот процесс уже не представляет опасности для высших растений, а в дальнейшем обеспечивается их достаточным количеством азота и минеральных веществ. С другой стороны заправка зеленого удобрения сопровождается использованием всего органи-

ческого вещества, без всяких потерь, неизбежных при скормлении растительной массы животным и при хранении навоза, — а потому почва обогащается большим количеством перегноя, большим количеством конечных продуктов разложения углекислоты и аммиака и большим количеством минеральных элементов (не в результате минерализации растительной массы, но в результате воздействия кислот и аммиака на составные части почвы).

Запахка вполне разложенных растительных материалов в форме перепревшего навоза и торфа — тоже не может представлять никаких преимуществ, в виду того, содержащиеся в таких материалах органические вещества трудно поддаются быстрейшему разложению даже при помощи микроорганизмов, а в инертной форме — только не доступны высшим растениям, но и почти бесполезны для образования плодотворной структуры почвы, не говоря уже о том, что при разложении растительных материалов вне почвы и под влиянием анаэробных бактерий — теряется наибольшая часть органического вещества — азот, и конечные продукты разложения не способны оказывать благоприятного влияния на почвенные процессы выветривания и поглощения. Какое оказывают при запахке свежей растительной массы — углекислота и аммиак.

Итак, для почвы представляют наибольшее значение — с одной стороны конечные продукты аэробного разложения органических материалов, т. е. углекислота, азот и зольные элементы, а с другой стороны — промежуточные продукты аэробного разложения в форме гумуса и, главным образом, гуминовой кислоты, образующей на почве полезные соединения с минеральными частями почвы, и участвующей в поглощении питательных веществ и физических свойствах почвы. Анаэробное разложение не только сопровождается потерей наиболее ценного питательного элемента — азота (потерей, неизбежной вследствие образования, вместо аммиака, газообразного азота), но и в качестве конечных продуктов, вместо углекислоты газообразный продукт — метан (углекислотный газ), совершенно бесполезный для почвенных процессов, затем сероводород, фосфористый водород, которые вызывают значительную потерю двух ценных минеральных элементов — фосфора и серы. Кроме того анаэробное разложение происходит гораздо медленнее аэробного и не сопровождается даже в первой стадии повышением температуры (при аэробном разложении температура иногда подымается до 60° Ц.). При анаэробном разложении промежуточные продукты получаются с более высоким содержанием углерода и азота, чем при аэробном, при чем образуется значительно большее количество смолы и дубильных веществ (по исследованиям Вольфа в некоторых случаях торфа найдено до 5% смолы, а высокое содержание этих веществ в свою очередь затрудняет дальнейшее разложение. Некоторые виды торфа по своему химическому составу мало отличаются от бурого каменного угля (до 65% углерода и 15% азота, 5% водорода и до 10% — зольные элементы), тогда как главный промежуточный продукт аэробного разложения — гуминовая кислота — по Эггерту имеет состав, отличающийся гораздо более низким содержанием углерода (от 40 до 56% и более высоким содержанием кислорода (35—40%). Что касается азота, то он находится главным образом в форме белковых соединений (по мнению Костычева весь азот почвенного гумуса представляет из себя белок, входящий в состав грибов, частью в форме амидных соединений (что доказано новейшими исследованиями в Петровской Академии проф. Демьянова и Дояренко) и частью в форме неопределенных более стойких азотистых соединений. При внесении в почву углеводов — тотчас используют их для своего питания и переводят их в клетчатку и белок, вследствие чего и получается сравнительное постоянство в содержании азота в гумусе (около 5%, что и соответствует среднему содержанию азота в теле грибов). Впрочем, такое содержание азота типично лишь для перегноя черноземных почв, образовавшихся в умеренном континентальном климате. При более крайних климатических условиях (напр., в полупустынной зоне) перегной значительно богаче азотом и может в 2—3 раза превышать нормальное содержание азота в теле грибов (по данным калифор-

профессора Гильгардта — встречаются в Калифорнии почвы, перегной которых содержит до 16% азота, т. е. столько же или даже больше, чем чистый белок).

Весьма существенным моментом при решении вопроса о том, в каком виде следует вносить в почву органическое вещество является биологический фактор — роль микроорганизмов и условия, наиболее благоприятствующие их развитию и размножению. В этом отношении решительное преимущество принадлежит зеленому удобрению, которое создает для жизнедеятельности микроорганизмов наилучшие условия, так как почве вносятся неразложенные свежие и даже живые растительные ткани, представляющие богатейший субстрат для самых разнообразных микроорганизмов, при чем в большинстве случаев при мелкой запахке и на легких почвах — перевес получают аэробные микробы и, следовательно, процесс распада получает наиболее правильное направление и быстроту и в почве в кратчайший срок подготовляется значительный запас питательных веществ для высших растений. При внесении перепревшего навоза условия для микроорганизмов почвы несравненно менее благоприятны, ввиду отсутствия растворимых органических веществ (использованных частью при прохождении кормов чрез пищеварительный канал животных, частью при разложении навоза во время его хранения), а также в виду преобладания микроорганизмов анаэробного характера (так как при хранении навоза обыкновенно неизбежно получается недостаток кислорода), а следовательно, и в почве первоначально процесс разложения, под влиянием внесенных с навозом микроорганизмов, принимает не вполне желательное анаэробное направление, с накоплением инертных веществ и весьма медленным освобождением питательных элементов. Наконец, при внесении торфа, т. е. конечного продукта анаэробного разложения растительных остатков в заболоченных почвах, не только дается материал, мало пригодный для питания микроорганизмов, но отсутствуют необходимые для почвенных процессов микроорганизмы, так как кислая реакция торфа препятствует жизнедеятельности микроорганизмов, и потому нередко для разложения торфа, его предварительно нейтрализуют известью или золой и заправляют небольшим количеством навоза свежего, с которым торф вносится значительное количество микробов.

После того, что мы рассмотрели важнейшие условия проявления наибольшего питательного эффекта органического вещества при его внесении в почву, — нам гораздо легче будет усвоить те требования, которые необходимо выполнять на практике при внесении почвы навозом, торфом, зеленым удобрением и т. д. Рассмотрим сначала росы техники навозного удобрения.

Состав навоза главным образом определяется 4 моментами: 1) составом кормов и подстилки, во 2) видом животных, в 3) способом содержания животных и 4) способом вывозки навоза до его вывозки в поле.

Главной составной частью навоза являются корма, которые при прохождении чрез пищеварительный тракт животных, во 1) лишаются б. ч. переваримых веществ, т. е. углеводов и жиров и относительно обогащаются древесиной, клетчаткой и зольными элементами; во 2) приобретают влажность, соответствующую влагоемкости, не считая жидких выделений, мочи, для поглощения которой необходимо добавлять сухой подстилочный материал, в таком количестве, чтобы вся моча была полностью поглощена в силу влагоемкости подстилки; в 3) экскременты обогащаются также микроорганизмами, ведущими дальнейшее разложение навоза при его хранении. То обстоятельство, что животные извлекают из кормов всю его переваримую часть, в значительной мере нивелирует разницу в составе кормов, так как в экскрементах остаются, главным образом, одни и те же непереваримые части — клетчатка, древесина и зольные элементы, содержащиеся как в грубых, так и в концентрированных кормах (зерновых, отрубях), а с другой стороны, весь усвоенный животными азот, выделяется в виде внутреннего круговорота в организм животных в виде одного и того же конечного продукта — мочевины, или близких по составу кислот мочевого, молочного и гиппурового. Биологические опыты Геннеберга и Стомана, установили для рогатого скота, что

животными усваивается, примерно, половина всего сухого вещества кормов (и, конечно, для концентрированных кормов и меньший для грубых) и, вательно, для приблизительного расчета количество навоза можно принимать его состав входит половина общего веса всех кормов, вся подстилка и вода, личестве, соответствующем влагоемкости экскрементов и подстилки, а именно (принимая солоmistую подстилку).

В отношении отдельных элементов (азота или золы) принимается, что содержание возрастает вдвое, по сравнению с составом кормов и подстилки. Для жидких экскрементов травоядных животных характерно содержание наряду с азотом (на 10 частей до 10 частей по весу) значительного количества кали (на 1.000 частей частей кали) (и полное отсутствие фосфорной кислоты) только у плотоядных и все животных фосфорная кислота присутствует, притом в количестве тем больше, больше потребляется для питания животных продуктов). В моче, кроме того, содержится некоторое количество углекислых, хлористых и сернокислых солей извести и магнелии (в сумме не более 10 ч. на 1.000). Что касается соотношения твердыми и жидкими извержениями, то оно сильно колеблется для различных животных и при различных способах кормления. Сухое вещество кормов, экскрементов и мочи по данным Э. Вольфа находится в следующем соотношении:

	В кормах.	В экскре- ментах.	В моче.
Органических веществ.	100	42	3,5
Азота.	100	40	47
Зольных элементов	100	60	39

Содержание воды в экскрементах колеблется от 68% (у овец) до 78% (у коров), но количество жидких извержений сильно видоизменяет содержание в навозе и в результате, несмотря на внесение подстилки, получается более резкая разница в содержании воды в нормальном навозе для различных видов домашних животных и именно: наиболее сухой навоз (с 64,5% воды) дают овцы, а наиболее сырой (с 77,5% воды) дает рогатый скот (конский и свиной навоз с содержанием 71% воды занимает среднее положение). Влияние подстилки проявляется как в отношении влажности навоза (чем больше влагоемкость подстилочного материала, тем больше влажность навоза), так и в отношении содержания органических веществ, азота и зольных элементов. В этом отношении наиболее интересными представляются данные следующих подстилочных материалов:

№ по ряду.		Влагоем- кость.	С О Д Е Р Ж А Н И				
			Воды.	Орг. вещ.	Азота.	Золы.	Кали.
1	Солома хлебов	200—300%	15	80	0,5	5	0,75
2	Солома бобовых	300	15	80	1,5	5	1,15
3	Торф	500—1000%	—	—	—	—	—
4	Мох	300	—	—	—	—	—
5	Хвоя	200	—	—	—	—	—
6	Опилки	400	—	—	—	—	—
7	Лиственная	150—400	14%	80	1,0	5	0,25

Влагоемкость подстилочных материалов колеблется в самых широких пределах — от 0,00 до 1.000% (если не считать влагоемкости компостной земли, которая во всяком случае ниже 100%), при чем, она достигает максимума для чистого сухого торфа. Параллельно с влагоемкостью возрастает гигроскопичность и поглощательная способность, имеющая важное значение для поглощения аммиака. В смысле сохранения — торфяная подстилка поэтому представляет наибольшее преимущество. Что касается способности к разложению при внесении в почву, то в этом отношении торфяная подстилка, правда, занимает одно из последних мест, несмотря на то, что присутствие азота, экскрементов и большой флоры микроорганизмов значительно увеличивает способность торфа к дальнейшему разложению и образованию более активных органических соединений — типа гуминовой кислоты.

Наиболее быстро подвергается разложению солома бобовых, затем солома хлебов, листовенная подстилка, значительно труднее и медленнее разлагается мох, хвоя и опилки, в особенности в виду содержания в хвое и опилках значительного количества смолистых веществ.

Рассмотрим далее, каким изменениям подвергается навоз при его сохранении, более распространенный в экстенсивных хозяйствах способ подножного хранения навоза представляется на основании многочисленных исследований одним из наиболее совершенных способов хранения, так как при внесении достаточного количества подстилки, — гарантирует наименьшее разложение органического вещества и наименьшие потери ценных питательных веществ — азотистых и зольных. Действительно, основным условием сохранения наибольшего количества органических веществ является хранение разложения, что проще всего достигается уплотнением влажного навоза; более плотная и равномерная укладка навоза получается именно при содержании навоза на навозе, без привязи. При перемещении навоза из скотного двора на навозохранилище неизбежно теряется громадное количество аммиака и органических веществ из-за улетучивания и быстрого разложения, а при укладке навоза на гноевище чрезвычайно трудно достигнуть той плотности массы, которая необходима для предупреждения быстрого разложения, в особенности, если стенки навозной кучи открыты, а не обитованы каменными стенками или срубом); чем больше наружная поверхность навозной кучи, тем больше соприкосновение с воздухом, тем энергичнее совершается разложение навоза, а потому в результате получается меньшее количество навоза, с абсолютно меньшим содержанием — гумуса и питательных веществ. Приходится для обеспечения притока кислорода внутри кучи производить периодическую поливку навозной жижей или даже водой, а при поливке, вследствие соприкосновения с воздухом, неизбежны потери азота, и таким образом, несмотря на сложные приспособления хлопотливые операции по уходу за навозом, цель сохранения навоза не достигается той мере, в какой это имеет место при обычном подножном хранении навоза. По данным Гольдефлейсса, благодаря поливке навоза потери азота сокращаются с 23% до 13%, тогда как, при подножном содержании навоза, потери азота ничтожны (не более 3% процентов); почти также ничтожны потери азота при условии покрытия навозной кучи слоем земли. Внесение в навозную кучу т. н. консервирующих веществ (даже всего для этой цели употребляются гипс и сырые стассфуртские соли) — хотя и задерживает разложение (потери органического вещества при этом замедляются в 3—4 раза), однако получается навоз, который и после внесения в почву оказывается менее активным (благодаря косвенному неблагоприятному влиянию на физические свойства почвы консервирующих веществ), не говоря уже о том, что расход на консервирующие вещества удорожает навоз и понижает экономическую его рентабельность.

Таким образом сохранение навоза вне скотного двора представляет задачу весьма сложную, трудно разрешимую и требующую сооружения специальных навозохранилищ, непроницаемых для воды и воздуха дном и стенками и по возможности также земляной покрывкой; но так как накопление гноевища происходит небольшими порциями в течение продолжительных периодов (от конца полевых работ до весны, или до

санного пути, затем от начала полевых работ до середины лета и от середины конца осени), то далеко не все требования рационального хранения навоза на ферме выполнимы (труднее всего выполнить требование относительно земляной покрывки). Поэтому чаще всего дело ограничивается периодической поливкой навозной кучи, а также имеется колодезь для навозной жижи и насос для перекачивания жижи и из колодезя. По данным проф. Мернера, в навозохранилище, несмотря на принятые меры (кроме земляной покрывки) было потеряно более $\frac{1}{3}$ всего навоза (таковы же потери и в общем весе органического вещества), тогда при сохранении навоза под скотом, — потери азота и органического вещества выразились всего в 12%. Правда, при подножном сохранении необходимо значительно увеличить количество подстилки (что требуется и ради более гигиенических условий содержания скота и озаботиться об устройстве более плотного непроницаемого пола, но эти меры оправдываются с другой стороны тем, что при содержании скота на навозе достигается значительное утепление помещения (за счет теплоты, образующейся при разложении навоза) и получается соответственно большее количество навоза среднего качества.

IV.

Как бы не были очевидны преимущества подножного сохранения навоза по сравнению с сохранением навоза в гноевниках — вне скотного двора, все же при ближайшем рассмотрении свойств навоза, полученного при подножном сохранении, приходится отметить несколько существенных недостатков, что такой навоз не отличается однородностью состава, благодаря тому, что поверхностные слои его находятся в состоянии (да и не могут быть сырыми в силу гигиенических требований содержания скота), а с углублением возрастает плотность укладки и влажность массы; в такой неоднородности навоза в вертикальном разрезе рекомендуется при вывозке производить выемку не послойно, а по возможности на всю глубину, с тщательным перемешиванием более сухого солоmistого навоза с сырым перепревшим и прелым навозом.

Сухое состояние поверхностного слоя, впрочем, предохраняет навоз от слишком быстрого разложения; большой приток кислорода при достаточной влажности вызывает сильное развитие плесневых грибов, а в результате грибного разложения растительных остатков не получается гуминовых соединений; органическое вещество подвергается более полному окислению и дает в виде конечных продуктов или бесцветных растворов в воде органические кислоты, креновую, апокреновую, муравьиную или угольную; и следовательно, происходит абсолютная потеря почти всего органического вещества (за исключением некоторого количества органического вещества, содержащегося в белом мицелии и в спорах грибов). В результате грибного разложения получается сухой белый навоз, очень хрупкий и пылящийся, распадающийся на плотные плитки («плехи»), в которых содержание полезных составных частей органического вещества, азота, золы сведено до минимума, вследствие чего действие такого навоза становится весьма проблематичным. Обыкновенно такого качества навоз применяется на всей наружной поверхности открытой навозной кучи, если она подвергается периодическому увлажнению при помощи дождей, или поливки, а потому при укладке навоза в кучи необходимо уменьшать наружную поверхность, и еще лучше возможно плотнее укладывать в ямы, облицованные кирпичными или бетонными стенками.

Вторым существенным недостатком подножного навоза является его слабое разложение, зависящее в верхних слоях от недостатка влаги, а в нижних, наоборот, избытка влаги и недостатка кислорода. Можно было бы, пожалуй, признать такое слабое разложение даже положительным явлением, в виду важности внесения в почву большого количества органического вещества, которое и в почве способно разлагаться гораздо быстрее, чем на скотном дворе или на гноевнике. Однако, в данном случае разложение все же совершается и притом в направлении, не вполне соответствующем

требованиям рационального удобрения. Дело в том, что при подножном сохранении навоза неизбежно совершается разложение по анаэробному типу, вследствие избытка влаги, плотности укладки и недостатка кислорода, а иногда и вследствие накопления гнилостных веществ, выделяемых животными с калом, при кормлении некоторыми видами животных кормами (как корнеплоды, силосованный корм, барда, жом, жмыхи, жом).

Сильно кислая реакция, впрочем, задерживает бактериальное разложение навоза анаэробного типа и консервирует органическое вещество на продолжительное время только в при обильном притоке воздуха возможно разложение кислых растительных материалов — при помощи грибов). При анаэробном бактериальном разложении вместо муравьиной кислоты получается наряду с газообразными продуктами (водородом, азотом, сероводородом и фосфористым водородом) — ульмин и ульминовая кислота, а вещества, легко узнаваемые по бурой окраске (золотисто-желтый или бурый цвет перепревшего навоза обуславливается именно присутствием ульминовых соединений, тогда как темнокоричневая окраска присуща навозу, содержащему преимущественно гумин и гуминовую кислоту, продукты более полного окисления, чем ульмин и ульминовая кислота). Ульминовая кислота хотя и мало отличается по своему химическому составу от гуминовой (по Мюллеру различие сводится к тому, что в последней несколько выше содержание кислорода, а в первой — водорода) и, однако, по своему

содержанию отличается от гуминовой кислоты существенно отличается от гуминовой кислоты, не способна к образованию с минеральными элементами почвы таких прочных цементирующих агрегатов соединений, как гуминовая кислота. Кроме того ульминовая кислота, как важнейший, (количественно-преобладающий) конечный продукт анаэробного разложения (по мнению проф. Вильямса) обладает токсическими свойствами по отношению к бактериям, а следовательно, задерживает дальнейшее разложение навоза, получается как бы искусственное консервирование навоза одной из первоначальных стадий разложения. Внесение в почву такого вещества, а также преобладающей анаэробной микрофлоры, создает и для разложения навоза в почве менее благоприятные условия, нежели при внесении навоза, подвергнувшегося разложению с большим притоком кислорода (при менее плотной укладке) и внесения в почву гуминовую кислоту и аэробную микрофлору (иногда, впрочем, и менее желательную грибную флору). С течением времени и при благоприятных физических свойствах почвы сама исправляет эти недостатки и дает аэробное направление разложению навоза, однако, на более тяжелых сырых почвах и при глубокой заделке — навоз продолжает разлагаться и в почве по анаэробному типу и тогда, разумеется, действие его оказывается менее полезным или растянутым на более продолжительный период (на несколько посевов).

Третий существенный недостаток подножного сохранения навоза заключается в распределении его более тонким слоем на значительно большую поверхность (по сравнению с площадью навозохранилища), что при нерациональном устройстве пола, может повлечь за собой значительные потери самых ценных растительных питательных веществ и даже органического вещества, так как щелочные соединения гуминовой и ульминовой кислоты легко растворимы в воде и выщелачиваются в почву на значительную глубину). Впрочем этот недостаток легко может быть устранен устройством непроницаемого (бетонированного или плотного глиняного) пола; там, где имеется земляной пол, приходится вывозить и наиболее насыщенный перегноем черный поверхностный слой почвы, заменяя вывезенный слой земли слоем жирной глины. Оценивая различные способы сохранения навоза с точки зрения сохранения наибольшего количества полезного для почвы органического вещества, мы имеем в виду улучшающее действие навоза на физические свойства почвы. Между тем, до самого последнего времени в агрономической литературе господствовала совершенно иная точка зрения, исходившая при оценке навоза из минерального питания растений и учения Либиха о воз-

является наиболее слабым удобрением, так как содержит всего 5—6 пудов фосфорной кислоты, притом в состоянии, не вполне доступном высшим растениям, по крайней мере, в свежем навозе, и освобождающийся лишь по мере минерализации питательной растраты питательных веществ (через выщелачивание или излишней расточности питания), и, кроме того, необходимо более частое удобрение небольшими порциями, по возможности, не превышающими половины нормального удобрения. Впрочем, нормальное навозное удобрение хватило бы на удовлетворение потребности 2—3 м, на легких почвах практикой выработан с древнейших времен другой способ заправки почвы перегноем, а именно—запашка посевов на зеленое удобрение или т. н. сидерация. И так как сидерация за последнее время получила широкое применение на самых разнообразных почвах, об ней приходится сказать более подробно.

V. Зеленое удобрение.

Итак, если рассматривать навоз, как удобрение азотистое, калийное и фосфорное, то норма его должна была бы быть понижена, по крайней мере, в 2—3 против общепринятой, несмотря на то, что усвояемость питательных элементов навоза значительно уступает усвояемости их из искусственных туков (каковы: калийная соль, суперфосфат). Если, тем не менее, технически оправдывается применение более высокой нормы, то это обстоятельство обуславливается, во-первых, отмеченной невозможностью или трудностью равномерного распределения более норм навоза, и, во-вторых, благоприятным на почву действием органического вещества и микрофлоры, при чем для достижения наибольшего эффекта этих составных частей необходимы несравненно большие количества навоза, и внесение малых доз обуславливается, главным образом, отрицательным эффектом избытка азота и кали, вследствие чего заправка почвы навозом поневоле должна быть растянута на продолжительное время. Только немногие промышленные и огородные растения способны без вреда носить избыточные количества питательных веществ и повышенную концентрацию почвенного раствора, и этим обстоятельством объясняется, почему заправка почвы навозом может быть достигнута в короткий срок только на конопляниках и огородах. Кормовые многолетние растения, конечно, тоже способны использовать повышенные нормы удобрения, но зато внесение больших количеств навоза под многолетние культуры нецелесообразно по соображениям экономическим, требующим использования азотособирательной способности кормовых растений из сем. мотыльковых, которые сильно понижается в случае внесения азота. Потребность почвы в перегное, в зависимости от механического состава (степени связности) колеблется в весьма широких пределах. Если исходить при определении этой потребности из норм, выведенных Вильямсом на основании прямых наблюдений над прочностью агрегатов, то для средней связности пришлось бы повысить содержание гумуса до 4% (что составляет 10-кратное нормальное удобрение навозом), а для тяжелых почв даже до 10% (25-кратное удобрение). Отсюда очевидно, что надлежащей заправки связных почв можно достигнуть только после долголетней интенсивной культуры. Правда, на легких почвах, в силу их малой деятельности, нормы навозного удобрения без ущерба для первых посевов могут быть повышены в 2—3 раза (т. е. доведено до 5—7 пудов на дес.), в особенности при более глубокой обработке, при которой внесение навоза перемешивается с большим количеством почвы. Однако, для более быстрого улучшения культурного состояния пахотного слоя едва ли не выгоднее, наоборот, сократить глубину заделки навоза на связных почвах до 2—3 вершков, так как в этом случае достигается более быстрое аэробное разложение навоза и действие его сосредоточивается в верхней половине пахотного слоя, вследствие чего поверхностный слой приобретает большую прочность структуры и становится легче проницаемым для воздуха. При втором посеве заправленный навозом верхний слой приходится запашивать на полную глубину, но на второй год главное разложение навоза уже закончено, и использование навоза возможно и при более глубокой запашке обогащенного слоя, риска потерять ценные части навоза в результате анаэробного разложения. На легких почвах, напротив, возможна и целесообразна и более глубокая заделка навоза.

Рассмотрим сначала естественное обогащение почвы органическим веществом за счет растительных остатков (корневых и пожнивных), происходящее независимо от запашки всей надземной растительной массы при искусственной сидерации. Чтобы хотя приблизительно составить себе представление о количестве этих остатков, достаточно сопоставить средние урожаи различных культур, относя на подземную массу от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ надземной массы.

Данные о средней урожайности заимствуем из «Справочной книги русского сельского хозяйства», изданной под редакцией В. Г. Котельникова Девриеном в 1906 году (для крестьянских хозяйств центральных нечерноземных губерний). Недостающие данные взяты из таблицы проф. Вольни:

	Зерна.	Соломы.	Всего.	Корневые	остатки.
Рожь озимая	45 п.	+90 п.	135 п.	67 п.	(50%)
Рожь яровая	48 "	+72 "	120 "	40 "	(33%)
Пшеница	45 "	+125 "	160 "	40 "	(25%)
Гречиха	45 "	+105 "	175 "	44 "	(25%)
Горох	70 "	+70 "	140 "	35 "	(25%)
Вика	70 "	+70 "	140 "	105 "	(50%)
Люпин синий	20 "	+60 "	80 "	20 "	(25%)
Ден	20 "	+180 "	228 "	57 "	(25%)
Конопля	48 "	+60 "	210 "	42 "	(25%)
Картофель сухой	150 "	+100 "	300 "	100 "	(33%)
Свекла кормовая (сух.)	200 "	—	—	—	—
Клевер	—	—	200 "	100 "	(50%)
Тимофеевка	—	—	150 "	50 "	(33%)

Принимая, что корневые остатки составляют от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ веса всей надземной растительной массы, мы получаем громадную амплитуду подземной массы—от 20 п. (в случае льна) до 100 п. (в случае клевера и люпина); обычно возделываемые при трехпольи хлеба оставляют незначительную корневую массу (40—60 п.), составляющую не более $\frac{1}{10}$ части нормального навозного удобрения. Впрочем к корневым остаткам при возделывании хлебов присоединяется часть надземной массы, в виде пожнивных остатков, которые могут при ручной уборке серпом и при полеглом хлебе составить до $\frac{1}{4}$ всего урожая соломы. С другой стороны—при возделывании бобовых, масличных и корнеплодов—уборка часто производится тереблением, при чем главная корневая масса увозится с поля вместе с ботвой, стеблями и корнями. Главный вывод, который необходимо сделать в отношении обогащения почвы урожайными остатками, сводится к тому, что этот способ обогащения почвы органическим веществом приобретает важное значение лишь при возделывании многолетних трав и при культуре корнеплодов (картофель оставляет много пожнивных остатков лишь при запашке всей ботвы). В смысле распределения корневых остатков в почве следует различать главным образом

две группы растений—у хлебов и злаковых трав корневая система отличается развитием мочковатых корней, равномерно пронизывающих преимущественно пахотный слой, у мотыльковых (в особенности у люпина, конских бобов, клевера, люцерны, донника, эспарцета) развит стержневой корень, углубляющийся в подпочву на значительную глубину, тогда как в пахотном слое развивается незначительная часть туберкуловых ветвей, образующих зато главную массу клубеньков (органическое вещество последних потребляется растением в качестве пластического материала для построения надземных органов и преимущественно при наливе зерна). Корневые остатки (за исключением корневых волосков) поэтому обыкновенно не содержат быстро разлагающихся белков и углеводов, а представляют скелет из древесины, сравнительно труднее поддающийся разложению, а потому влияние корневых остатков, несмотря на их равномерное распределение в почве, не может сравниться с действием навоза или пахотной надземной массы ни в количественном, ни в качественном отношении. приходится поэтому для заправки почвы органическим веществом—вносить это вещество искусственным путем—при помощи заправки всей надземной массы или внесением материалов, содержащих большое количество перегноя (кроме навоза—главным образом, компост и торф).

Каким требованиям должны удовлетворять посевы, используемые в качестве зеленого удобрения? На этот вопрос дает исчерпывающий ответ И. Н. Стебут в «Практической книге для русских сельских хозяев» в главе, посвященной зеленому удобрению (Стр. 559—560); приводим соображения И. А. Стебута дословно, в виду весьма сжатой и удачной формулировки.

«Растение тем лучше для зеленого удобрения: 1) чем более оно, при соответствующем данному климату, мирится с малоплодородной почвой в силу способности его корням легко выбирать пищу из почвы: 2) чем более корни его углубляются в почву и обходятся поэтому, вследствие этого, верхние слои почвы питательными веществами за счет нижних; 3) чем больше растительная масса, которую оно образует, и чем лучше оттеняет почву; 4) чем легче разлагается образуемая им растительная масса, следовательно, чем более содержит она воды, белковых веществ (азота) и чем менее—древесины и кремневой кислоты; 5) чем быстрее оно образует эту массу, следовательно, чем короче период его произрастания и 6) наконец, чем дешевле стоят его семена, что особенно важно, если приходится в значительной степени количеством семян, потребных для обсеменения десятины».

В отношении требовательности к плодородию почвы растения, используемые для зеленого удобрения, располагаются в следующем порядке (начиная с наименее требовательных): 1) люпин; 2) гречиха; 3) шпигель (все три преимущественно на песчаных почвах); 4) конские бобы (преимущественно на глинистой почве); 5) вики и 6) инкарнатный клевер (на суглинистой почве); 7) рожь яровая, (на песчаной и супесчаной почве); 8) горчица; 9) сурепица и 10) рапс, (на суглинистой почве).

К этому списку следует присоединить еще сераделлу, мохнатую вику и желтый клевер для песчаных почв, белый и красный клевер, чину или горох кормовый или желтую вику—для средних почв, шведский клевер—для торфянистых почв.

В отношении обогащения пахотного слоя за счет подпочвы растения располагаются в следующем порядке (начиная с более обогащающих): 1) люпин; 2) конские бобы; 3) инкарнатный клевер; 4) вики; 5) рапс; 6) сурепица; 7) горчица; 8) гречиха; 9) шпигель и 10) яровая рожь.

В отношении количества растительной массы те же растения располагаются в следующем порядке (начиная с самых урожайных): 1) люпин (около 2.000 пудов сырой массы на десятину); 2) конские бобы; 3) гречиха; 4) рапс; 5) горчица; 6) сурепица (2—6 растений дают около 1.200 пудов сырой массы); 7) вики (около 1.000 пудов); 8) инкарнатный клевер (900 пудов); 9) рожь и 10) шпигель (около 600 пудов). При переводе сырой растительной массы на сухую приходится принимать содержание сухого вещества в среднем около 25% (как и в случае навоза), хотя для отдельных

растений и в зависимости от степени развития, содержание влаги может колебаться в широких пределах (от 20 до 33% сухого вещества).

В отношении быстроты разложения растения могут быть расположены в соответствии с содержанием воды (чем водянистее растительная масса, тем быстрее ее разложение) в следующем порядке: 1) горчица (88% воды); 2) конские бобы и 3) люпин (86%); 4) рапс и 5) сурепица (86%); 6) гречиха (85%); 7) вики и 8) клевер (81%); 9) шпигель (81%) и 10) яровая рожь (76%). Содержание древесины колеблется у этих растений от 4 до 8% в отношении сырой массы (максимум у ржи, минимум у люпина и горчицы); содержание кремневой кислоты в золе колеблется в более широких пределах (от 5% у кустоцветных и бобовых, до 32% у злаков).

В отношении продолжительности вегетационного периода растения, служащие для зеленого удобрения, располагаются в следующем порядке (начиная с наиболее скороплодных): 1) шпигель—10 недель; 2) гречиха и 3) сурепица—12—16 недель; 4) горчица—16—20 недель; 5) вики и 6) клевер инкарнатный—18—20 недель; 7) люпин—20—24 недели; 8) яровая рожь—20—26 недель; 9) конские бобы—24 недели; 10) озимая рожь—40 недель (озимый рапс до 50 недель). Если заправка производится в стадии наибольшего цветения, то указанные сроки должны быть сокращены на 3—5 недель.

В отношении стоимости семян и густоты посева—растения располагаются в следующем порядке (густота показана в объемных единицах—четвериках): 1) конские бобы (8—12 ч.); 2) гречиха (6—12 ч.); 3) рожь (8—10 ч.); 4) вики (8 ч.); 5) люпин (4—8 ч.); 6) инкарнатный клевер (1½—2 ч.); 7) шпигель (1 ч.); 8) сурепица, 9) рапс и 10) горчица (1½—3 ч.).

Нормы густоты при высевах на зеленое удобрение обыкновенно повышаются, в виду того, что преследуется возможно более полное отенение почвы и образование возможно нежной водянистой растительной массы, быстрее разлагающейся в почве и легче поддающейся заправке; в случае доведения посевов до полной зрелости (что часто практикуется в отношении бобовых, в особенности при внесении зеленого удобрения под озимь, а под яровое следующего года), густота соответственно сокращается и для расбросной посевы заменяется редким рядовым.

Для достижения наибольшей густоты и увеличения растительной массы посевы зеленого удобрения обыкновенно производятся смешанные из нескольких видов. Так, Шульц-Люпитц с успехом применял смесь из горчицы, гречихи, мохнатой вики, люпинки (смесь эта давала свыше 6 пудов азота на десятину, т.-е. половинное количество навоза). Меркер при возделывании смеси из конских бобов, гороха и вики получал укосную массу, содержащую до 10 пудов азота на десятину (люпин с горохом давал вдвое меньшее количество азота). А. Л. Яковлев в Петровской Академии получал наибольшее количество азота (16 пудов на десятину) при возделывании конских бобов (450 пудов сухого органического вещества с содержанием 3,6% азота, значительно превосходит содержание азота в навозе), затем около 12 пудов азота получалось при возделывании вики с овсом (536 пудов с 2,35 азота). Вдвое меньше азота (5 п.) получался при возделывании гречихи (213 пудов с содержанием азота) и наименьший сбор получался при возделывании шпигеля (200 пудов массы с содержанием всего 1,2% азота). Люпин в условиях Московской губернии давал значительно хуже других бобовых, но все же в одном урожае накоплял до 10 пудов азота, т.-е. не меньше, чем получал Шульц-Люпитц на своих песчаных почвах. В условиях Привислинского Края по опытам проф. П. В. Будрина наибольшую урожайную массу на легкой почве давал желтый люпин (от 400 до 1000 пудов воздушной массы), тогда как вики при тех же условиях давала в 2—3 раза меньшую массу. Инкарнатный клевер при возделывании его в четырехкратном порфолении давал 1.600 пудов сырой травы или 320 пудов сухой массы с содержанием азота в 2,5% составив 7 пудов на десятину). Опытной станции на крупно песчаной почве урожаи синего

люпина достигали в пору цветения 2.400 пудов сырой массы, а в пору созревания стручков—3.600 пудов и, следовательно, с зеленым удобрением вносилось от 18 пудов азота. Интересно отметить при этом, что с увеличением количества зеленой массы урожая ржи правильно возрастали (при 2.400—60 пуд. зерна, при 3.600 до 90 п. зерна), несмотря на более позднюю запарку, а на последующих яровых севах, в особенности же на картофеле, действие запаханной массы находилось в более правильной зависимости от ее количества, чем на первом посеве (урожай картофеля правильно возрастал от 200 пудов клубней без удобрения до 1.200 пудов клубней без удобрения при запарке 3.600 пудов люпиновой массы).

Из сопоставления этих данных можно заключить, что при умеренном внесении бобовых с зеленым удобрением вносится органическое вещество и азот в количестве, соответствующем, по крайней мере, половинной норме навоза, но это количество не было твердо установлена способность мотыльковых к усвоению атмосферного азота. Оценка зеленого удобрения могла ограничиваться данными о количестве органического вещества и о содержании в нем воды, древесины, кремнекислоты, т.е. главным образом составных частей, которые обуславливают быстроту разложения растительной массы в почве. Такой характеристикой и ограничивается «Настольная книга» в роковой статье проф. **И. А. Стебуга**, написанной в 1874 году. В настоящее время главное значение зеленого удобрения приписывается обогащению почвы азотом, тому мерилom оценки является не столько органическое вещество, сколько азот, чем немотыльковые растения применяются для зеленого удобрения лишь в исключительных случаях и для более специальных задач (напр., для предупреждения вымывания из почвы растворимых солей во время дождливых периодов, или для заглушения вредных трав). Сравнивая зеленое удобрение с навозом в отношении количества азота, должны отметить, что в сухом органическом веществе укосной массы больше мотыльковых растений—содержание азота не только не уступает содержанию в нормальном навозе (2% в сухом веществе навоза или 0,5% в сыром навозе), но некоторых видов еще значительно превосходит его (в 11,2—2 раза). А так как высокое содержание белков способствует более быстрому разложению органического вещества, то, следовательно, зеленое удобрение, внесенное в почву, разлагается сравнительно быстрее навоза. Быстрому разложению способствует также содержание большого количества углеводов (кроме клетчатки и древесины), представляющих субстрат для развития грибов и микроорганизмов. Вопрос о том, как следует запахивать зеленое удобрение после скашивания и провяливания или даже просушки, или непосредственно запахивать после прикапывания—разрешен опытами в смысле преимущества последнего. Высушивание растительной массы, несомненно, несколько затрудняет и замедляет ее разложение после запарки и кроме того иногда создает условия, благоприятные для развития грибов в ущерб бактериям, между тем как аэробное быстрое разложение дает результаты более благоприятные для питания высших растений. Вегетационные опыты, произведенные **Яковлевым** в Петровской Академии, не подтвердили мнения проф. **Костычева** относительно более медленного разложения высушенной растительной массы по сравнению с сырой и даже живой массой растений. Высушенная масса давала почти такой же полезный эффект в его опытах, как сырая масса, однако, в полевых условиях высушивание должно иметь более вредные последствия уже в силу недостатка влаги (что не могло иметь места при вегетационных опытах), не говоря уже о том, что быстрое высушивание зеленой массы в лабораторных условиях не воспроизводит условий высушивания укосной массы в полевой обстановке.

Возможно загнивание и заплеснение растений, т.е. развитие нежелательных грибов и бактерий. Явление это в природе встречается тем чаще, что при высокой влажности воздуха грибы начинают паразитировать на бобовых еще при жизни, на люпине, напр., часто появляется мучная роса, что объясняется пыльным покровом нежных водянистых листовых органов, содержащих большое количество углеводов, в то же время не защищенных, подобно листьям злаков, скелетом клеточных мембран и древесины.

При благоприятных условиях тепла, влажности и аэрации запаханная растительная масса подвергается столь быстрому разложению, что посев озимых по зеленому удобрению, вследствие пыльного развития вегетативных органов, зачастую полегает и не дает хорошего урожая. Это наблюдается и при сильном навозном удобрении. Вот к какому выводу приходит **П. В. Бурдин**, производивший обширные и многолетние наблюдения над действием зеленого удобрения: «Полное зеленое удобрение из люпинов, внесенных весной и запахиваемых в момент своего наибольшего развития, с запаркой уже плодами, вносит такую массу органических веществ, и в частности азота, что едва ли достаточно используется посевами по такому удобрению обыкновенных хлебов, т.е. ржи, пшеницы, ячменя и овса. Нередко замечается столь сильное влияние на них полного зеленого удобрения, что названные хлеба, непосредственно внесенные за этим удобрением, полегают и дают плохое, легковесное зерно.

На наши обыкновенные хлеба нередко меньшее влияние или даже в отношении количества зерна более благотворное, оказывает культура бобовых растений с уборкой их в фазе цветения или на семена, т.е., если почва получит только одни пожнивные остатки этих растений. Следовало бы поэтому испытать влияние полного зеленого удобрения на более требовательные к азоту растения и вообще лучше оплачивающие это питательное вещество растения, как овес, кукуруза и, вероятно, просо из хлебных культур и затем корнеплоды, картофель, конопля и многие масличные растения». В менее благоприятных климатических условиях на Новозыбковской опытной станции не замечалось столь бурного развития озимых хлебов (правда, на мало культурной почве), вследствие чего наилучшие результаты и для хлебов получались при внесении больших количеств запаханной растительной массы (по крайней мере в пределах 300 пудов увеличения массы сопровождалось почти пропорциональным увеличением урожая ржи и прочих растений, следовавших за озимью). Тем не менее и в условиях Новозыбковской станции более требовательные растения, как картофель и конопля, использовали зеленое удобрение с большей выгодой, чем хлеба, отчасти, может быть, потому, что осеннее разложение растительной массы, запаханной в конце лета, не было столь энергично, по недостатку тепла или вследствие избытка влаги, а в некоторых случаях, напротив, вследствие недостатка влаги. Вообще следует иметь в виду, что посевы на зеленое удобрение требуют громадного расхода почвенной влаги. Образованию каждого пуда сухой растительной массы сопряжено с испарением, по крайней мере 300 пудов воды (по всей вероятности, транспирационный коэффициент для растений, убираемых в стадии цветения значительно выше, чем в стадии полной зрелости, т.е. энергия транспирационного процесса достигает максимума в пору цветения и затем быстро падает). Если принять во внимание, что с зеленым удобрением в благоприятных условиях вносится до 600 пудов сухой надземной массы, и что количество составляет по весу 0,4% от веса пахотного слоя, то расход воды должен превысить 300 мм., что превышает количество летних осадков, а потому и не удивительно, что во многих случаях благоприятное действие зеленого удобрения пагубно сказывается его отрицательным влиянием на запас почвенной влаги, а в засушливых районах всей лесостепной и степной зоны—и не может проявиться на урожаях озимых культур, если принять во внимание, что в этих районах почвы сами по себе не насыщаются в азотистом удобрении, так как отличаются высоким содержанием гумуса, который при благоприятных условиях влажности на чистом пару накапливает ко времени посева озимей достаточное количество нитратов. И действительно, большинство опытов

с зеленым удобрением в пару, производившихся в черноземной полосе России, отрицательные результаты в отношении озимых хлебов и только в отношении бобовых и в особенности сахарной свеклы, картофеля и корнеплодов замечалось благоприятное влияние, которое, однако, с экономической точки зрения, не оправдывалось по сравнению с действием навоза и минеральных удобрений (внесение которых не сопровождалось расходом влаги и потерей одного урожая). Само собою разумеется, что в неблагоприятных климатических условиях, т.е. при избытке влаги, указанное свойство зеленого удобрения становится положительным, так как выкачивание излишней влаги способствует лучшему проветриванию и нагреванию почвы, приобретает особенно важное значение для связных и торфянистых почв. Именно роль может играть зеленое удобрение в условиях северной и западной областей, являясь не только химическим, но и физическим фактором улучшения почвы, при таких условиях благоприятное действие зеленого удобрения как складывающаяся благоприятно в обоих направлениях (и в смысле улучшения физико-химических свойств, и в смысле улучшения физических свойств, притом не только в период наращения зеленой массы, но и в течение всего вегетационного периода). По нашим наблюдениям на Стебучевском опытном поле летом 1920 года, синий люпин образовал максимальную урожайную массу в 1.200 пудов на десятину, что при среднем расходе 1 мм. осадков на 2 пуд. сухой массы соответствует расходу 600 мм., которые могли бы быть черпнуты люпином только из-под почвы, и действительно, люпин прекрасно выдерживал в этот засушливый год, главным образом, благодаря своей глубокой корневой системе, за счет подпочвенной влаги, тогда как все мелко укореняющиеся растения в этом году давали низкие урожаи. Люпин, таким образом, при известных условиях может быть рассматриваем, как дренажное растение, хотя сам он при этом делает почву более сухой и не мирится с большим избытком влаги в почве. Таким образом, роль может играть ивовая смесь и конские бобы на связных почвах. Вегетационный опыт по вопросу о влиянии избытка влаги на развитие люпина, поставленный в Горьковской опытной станции, обнаружил на суглинистой почве Стебучевского поля значительное понижение урожая растительной массы (на 26%) при переходе от оптимальной влажности (соответствовавшей половине капиллярной влаги в почве) к максимальной (соответствовавшей 80—100% от влагоемкости при полном насыщении влагоемкости вода не заполнила всех пор (порозность в сосуде—55%, а объемная влагоемкость—44%, и следовательно, даже после насыщения влагоемкости оставалось незаполненных водой 11% некапиллярной влаги). При одинаковых условиях конопли не только не понизила урожайной массы, против, значительно повысила ее (на 40%), и следовательно, в данном опыте конопля оказалась гораздо более чувствительной к избытку влаги, чем конопля. Отчасти отзывчивость на избыточную влажность может быть приписана тому обстоятельству, что люпин образует мощную корневую систему, затрачивающую на процесс образования большого количества кислорода почвенного воздуха, а с другой стороны—развитие клубеньковых бактерий также происходит нормально лишь при достаточном количестве кислорода; поэтому мощное развитие корневой системы бобовых, связанное с наличием больших запасов атмосферного азота, непременно требует благоприятных климатических условий в почве, и потому при посеве бобовых растений на зеленое удобрение необходимо озаботиться прежде всего о наилучших условиях аэрации почвы, что необходимо не только для более быстрого и нормального аэробного разложения запаханной массы, но и для лучшего развития посева и для большего накопления атмосферного азота.

Это же обстоятельство (т.е. отношение бобовых к избытку влаги и к недостатку кислорода в почвенном воздухе) объясняет нам, почему зеленое удобрение до сих пор с наибольшим успехом применялось только на легких почвах, тогда как на тяжелых почвах оно давало колеблющиеся, а иногда и отрицательные результаты, в связи

с быстрым развитием бобовых и более медленным разложением запаханной массы, приобретающим при недостаточной аэрации почвы нежелательный анаэробный характер образовательного процесса.

Нам остается выяснить еще один вопрос, имеющий важное значение в практике зеленого удобрения, а именно—место посевов, используемых в качестве зеленого удобрения при севообороте или плодосмене. Этот вопрос, конечно, имеет более близкое отношение к учению о плодосмене и там нами разобран с достаточной полнотой. В данном же мы коснемся вопроса об относительном значении различных видов зеленого удобрения только с точки зрения количества и качества растительной массы и распределения ее в ее использовании между несколькими посевами. Зеленое удобрение в занятом поле практикуется в умеренно-влажных климатах, главным образом, потому, что дает большую растительную массу ко времени посева озимых, тогда как пожнивныя культуры образуют даже при теплой осени несравненно меньшую массу, а при сухом лете и краткой холодной осени—вовсе не могут получить значения. Однако, и в занятом поле можно различать несколько видов зеленого удобрения, а именно: 1) запарку раннего весеннего посева в период цветения, примерно за 10—15 дней до посева озимых; 2) запарку раннего весеннего посева в зрелом состоянии после уборки стручков; 3) запарку позднего посева во время цветения, непосредственно перед посевом озимых и 4) запарку одних пожнивных остатков, после уборки основной урожайной массы на корм, в зеленом виде или в зрелом состоянии, для удобрения семян. В отношении количества растительной массы наилучшие результаты дает, несомненно, второй способ (запарка спелого посева, даже при уборке семян), но в экономическом отношении этот вид удобрения уступает первому и третьему способу, так как в зрелом состоянии и листья и стебли содержат мало белков и углеводов, значительно подсыхают и деревенеют, а потому, конечно, разлагаются в почве гораздо медленнее. Но в некоторых случаях (когда можно опасаться слишком буйного развития) такое более медленное разложение является не отрицательным, а положительным свойством зеленого удобрения, и действие его распределяется более равномерно на несколько посевов. Напротив, при неблагоприятных климатических условиях приходится избирать первый способ, дающий растительную массу, легко разлагающуюся, и избирать эту массу заблаговременно с тем, чтобы до посева озимых могло образоваться достаточное количество усвояемых питательных веществ. Наконец, в тех случаях, когда условия позволяют довольствоваться сравнительно слабым или более умеренным удобрением, следует предпочесть запарку одних пожнивных остатков, которая при возделывании бобовых и при уборке их в зрелом состоянии получается достаточное количество (принимая во внимание большую корневую массу, часть стеблей и большую часть осыпавшихся листьев). Что касается поздних пожнивных посевов, производимых после уборки ранних яровых или озимых) и подсева культур, то они приобретают значение преимущественно при использовании зеленого удобрения при посеве в следующем году, так как при этих условиях не только нет надобности форсировать разложение запаханной массы, но, наоборот, выгоднее возможно оставлять посевы на корню, во избежание потери питательных веществ при выкачивании, а потому запарку зеленой массы в этом случае обыкновенно производят в самом конце осени или даже зимой, после того, как морозы побьют свежие растения и запарка зеленой массы значительно облегчится. В качестве подсева культур во всем применяются сераделла (при раннем весеннем посеве) и желтый люпин (при позднем), однако, не выносят затенения в пору образования стеблей и соцветий и подсеваются с таким расчетом, чтобы покровное растение было убрано не позднее, в начале второго месяца развития люпина; при подсеве в озимых это соответствует началу колошения хлеба). Поздний посев, разумеется, представляет не малый риск в связи с недостатком влаги и трудностью заделки семян, а потому сопряжен с наибольшим расходом семян и возможен лишь при обильных летних осадках. В климатических условиях Западной и Северной области подсевные культуры не могут приобре-

татъ важного значения, главным образом, по недостатку тепла в течение осени по условиям почвенной влажности посевы эти могли бы давать удовлетворительные всходы. На связных влажных почвах присоединяется еще одно неблагоприятное обстоятельство, которое приходилось наблюдать на Стебутовском опытном поле при возделывании сераделлы, а именно сильное полегание и подпревание растительной массы, вызванное отенением и сгущением посева явление, препятствующее вызреванию семян. Что касается желтого люпина, то он на более связных почвах развивается слабее синего и белого люпина, и, кроме того, требует более теплого климата продолжительной осени для образования спелых семян. В условиях Западной желтый люпин является поэтому менее надежным растением и должен уступать место синему или белому люпину, вызревающему при раннем густом посеве на Новозыбковской опытной станции (на южном пределе области), но и на ее окраине (в Витебской и Смоленской губ.). Синий люпин, однако, может быть выращиваем здесь только в качестве парового, а не пожнивного растения. Из других в Западной области представляют наибольший интерес конские бобы, горох (пелюшка) и вика. Все три растения, взятые порознь, при возделывании дают растительную массу, хотя и уступающую синему люпину, но при раннем лучше обеспеченную, в смысле соответствия климатическим и почвенным условиям в смысле возможности получения доброкачественных семян, а следовательно, шевления зеленого удобрения. В смешанном же посеве все три вида бобовых давать неуступающую люпину укосную массу значительно лучшего качества, особенно в отношении количества азота, так как содержание последнего, по Яковлева, в люпине почти вдвое ниже, чем в конских бобах.

Переходя далее к вопросу о том, какими составными частями зеленого удобрения и какими свойствами его определяется его полезный эффект, мы должны заметить, что в этом отношении, как и в отношении к действию навоза, в научной литературе в сельско-хозяйственной практике до последнего времени господствовал один взгляд на зеленое удобрение, как на удобрение азотистое, а потому при его оценке рассуждались, главным образом, вопросом о количестве азота и об усвояемости сравнении с усвояемостью азота селитры и навоза.

Большинство опытов, поставленных с целью определения коэффициента усвоения азота из зеленого удобрения, как в Германии (опыты П. Вагнера на Дармштадтской опытной станции), так и в России (опыты проф. Приянишникова и Яковлева в Харьковской Академии), устанавливает сравнительно высокую усвояемость азота из зеленого удобрения. По определению П. Вагнера, если принять за 100 усвояемость азота из селитры, усвояемость из зеленого удобрения составляет 65% ($\frac{2}{3}$), по Яковлева (производившего опыты с зеленым удобрением из люцерны, содержащей азота), усвояемость выразилась в 60%. Но такова усвояемость азота в течение года, на первом посеве; если же иметь в виду несколько посевов, то получается, конечно, более полная усвояемость, так как потеря азота при запашке зеленого удобрения не наблюдается, если только разложение совершается при достаточном доступе воздуха (в противном случае возможна потеря, вследствие денитрификации, при анаэробном разложении).

Усвояемость фосфорной кислоты из зеленого удобрения, по данным Яковлева, не уступает усвояемости фосфорной кислоты из навоза, и во всяком случае, во раз превосходит усвояемость фосфорной кислоты из фосфоритов (опыты произведены с яровой рожью). Нужно думать, что и усвояемость кали зеленого удобрения не отличается существенно от усвояемости кали из навоза, так как при процессе минерализации органического вещества все зольные элементы освобождаются с одинаковой быстротой и тотчас поглощаются почвой, а в поглощенном состоянии становятся доступными растениям. Наконец, в отношении полезного эффекта самого органического вещества зеленого удобрения приходится отметить, что, благодаря более полному усвоению почвой органического вещества и более нормальному его разложению

(сравнению с разложением навоза), полезный эффект должен был бы выразиться гораздо резче, чем в случае навоза; однако, до сих пор не имеется прямых опытов для выяснения этого вопроса, да и не существует метода для более точного учета этого эффекта, с исключением полезного эффекта питательных элементов. Обыкновенно учитывается суммарный эффект, притом только на первом посеве, тогда как полезное действие проявляется в течение длительного периода. Что касается желтого люпина, то он на более связных почвах развивается слабее синего и белого люпина, и, кроме того, требует более теплого климата продолжительной осени для образования спелых семян. В условиях Западной желтый люпин является поэтому менее надежным растением и должен уступать место синему или белому люпину, вызревающему при раннем густом посеве на Новозыбковской опытной станции (на южном пределе области), но и на ее окраине (в Витебской и Смоленской губ.). Синий люпин, однако, может быть выращиваем здесь только в качестве парового, а не пожнивного растения. Из других в Западной области представляют наибольший интерес конские бобы, горох (пелюшка) и вика. Все три растения, взятые порознь, при возделывании дают растительную массу, хотя и уступающую синему люпину, но при раннем лучше обеспеченную, в смысле соответствия климатическим и почвенным условиям в смысле возможности получения доброкачественных семян, а следовательно, шевления зеленого удобрения. В смешанном же посеве все три вида бобовых давать неуступающую люпину укосную массу значительно лучшего качества, особенно в отношении количества азота, так как содержание последнего, по Яковлева, в люпине почти вдвое ниже, чем в конских бобах.

VI. Торф и человеческое удобрение.

Кроме навоза и зеленого удобрения, заправка почвы органическим веществом может производиться и при помощи встречающихся в природе растительных материалов, торф, лесная подстилка, луговой чернозем, прудовый ил и т. п.

Рассмотрим, поэтому, важнейшие виды и свойства этих материалов с точки зрения их пригодности для удобрения.

По данным Бременской болотной опытной станции (Флейшера), следует различать, главным образом, два типа торфяных болот, а именно: моховые болота (верховые) и травяные болота (низинные), резко различающиеся как по своему происхождению и характеру растительности, так и по химическому составу. Моховой торф, состоящий преимущественно из сфагноума, отличается весьма малым содержанием азота (менее 1%, т.-е. менее, чем в соломистой подстилке) и минеральных или зольных веществ (2%), тогда как травяной торф, образующийся преимущественно из злаковых и осоковых трав, содержит в среднем 2,5% азота и около 10% зольных веществ. Значительную часть (до $\frac{1}{2}$) зеленых веществ составляют известь и магнезия, тогда как содержание кали обыкновенно бывает весьма ничтожным (от 0,01 до 0,1% общего сухого вещества). Содержание фосфорной кислоты колеблется в более широких пределах, главным образом, в связи с содержанием железа и извести (среднее содержание фосфорной кислоты для травяного торфа по Флейшеру—0,25%, для мохового—раз ниже (0,05%); но в отдельных случаях, на т. н. охристом торфе, содержание фосфорной кислоты может вырасти до нескольких процентов (луговой торф в Ивановском Горке, содержит от 3 до 4% фосфорной кислоты, в связи с содержанием от 12 до 20% окиси железа и 3—6% извести).

Степень разложения торфа весьма сильно отражается на его химическом составе, как показывают следующие данные из руководства Берша (директора австрийской болотной опытной станции):

	ТРОСТНИКОВЫЙ ТОРФ.					СФАГНОВЫЙ ТОРФ.				
	Орг. в.	Азот.	Золы.	Кремне-кислоты.	Извести.	Орг. в.	Азот.	Золы.	Кремне-кислоты.	Извести.
Не разложившийся	85%	1,8	14,6	7,5	1,0	98	0,9	1,9	1,0	0,3
Мало разложившийся	88%	2,3	11,8	5,2	3,0	99	0,8	0,6	0,2	0,1
Сильно разложившийся	90%	3,1	10,5	3,1	5,0	96	1,3	3,2	0,5	1,8

По мере разложения торфа, органическое вещество обогащается в отношении (от 1 до 4%) и зольных элементов; однако, последние легко подвергаются вымыванию, а потому совершенно разложенный торф обыкновенно отличается более высоким содержанием зольных элементов, в особенности извести, и более высоким содержанием нерастворимых минеральных веществ (главным образом, кремнекислоты, которая является сильно преобладающей составной частью золы вполне разложенного торфа). Слабая поглощательная способность торфа в отношении солей извести и азота, установлена многими исследованиями (Кенига и Такке) и именно этим фактом объясняется низкое содержание питательных элементов в торфе, следовательно, а с другой стороны, содержание этих элементов в дренажных и грунтовых водах на торфянистых почвах.

Следует еще отметить восстановительную способность органического вещества торфа, в силу которой наблюдается на болотных почвах образование, с одной стороны, вивианита (фосфорно-кислой закиси железа), а с другой — серного колчедана (дисульфидного железа), а так как оба закислых соединения железа представляют для растений сильные яды, то непосредственное внесение болотного торфа, содержащего эти соединения, в качестве удобрительного материала, может представлять серьезную опасность для первых посевов. Поэтому подобный торф требует предварительной обработки женой известью или проветривания на воздухе для окисления закисных соединений железа в окисные и вносится в почву только по прошествии значительного промежутка времени (не менее одного месяца при укладке торфа малыми кучами). Присутствие на болотных почвах значительного отложения болотной железной руды (рогого железняка, бобовой руды, ортштейна, ортзанда, охры), а также «луговой извести» объясняется чисто химическими процессами, совершающимися в болотных почвах в присутствии источников воды, обогащенной известью и железом. Насыщенная углекислотой вода, просачиваясь через торф, теряет часть углекислоты и потому образует плотный осадок углекислой извести, которая, постепенно накопываясь, становится водонепроницаемой прослойкой подпочвы и способствует дальнейшему накоплению извести, вследствие чего под луговым торфом нередко образуются довольно мощные пласты лугового известняка. Таково происхождение, по всей вероятности, того мергеля, который в изобилии встречается в районе Горок, и представляет собой красный материал для удобрения полей известью (содержание углекислой извести в некоторых образцах превышает 95%, т.-е. образец почти нацело растворяется в соляной кислоте, образуя лишь незначительный осадок кремниевой кислоты). Что касается органических веществ торфа, то они представляют в главной массе продукты слабого анаэробного разложения клетчатки, с высоким содержанием углерода, и вступают в реакцию (обусловливаемую значительным количеством свободных гуминовых кислот, главным образом, ульминовой), и нередко с содержанием смолы и дубильных веществ, препятствующих дальнейшему разложению. Только луговой травянистый торф, благодаря более высокому содержанию извести и прочих оснований, обладает более благоприятными свойствами, т.-е. нейтральной реакцией, более полной степенью разложения и содержанием гуминовой кислоты (несвободной, а связанной с основаниями). На основании такой резкой разницы в свойствах органического вещества, входящего в состав торфа, дает весьма различные результаты, в зависимости от вида и состояния его. Верховой торф почти не пригоден для заправки нечерноземных почв органическим веществом и может быть использован для этой цели лишь в качестве подстильного материала вместе с навозом. Луговой торф травяного происхождения, сильно обогащенный известью и фосфорно-кислым железом, может быть использован и непосредственно для заправки почв, однако, с некоторой предосторожностью в отношении выветривания закисных соединений, присутствие которых в более глубоких слоях торфа, образовавшегося и пересыщенного влагой, неизбежно.

Какое же количество торфа должно вноситься в почву для получения α достигаемого обыкновенными нормами навоза? В виду того, что содержание з

тих питательных элементов (в особенности фосфорной кислоты и кали) в торфе, конечно значительно уступает среднему содержанию навоза, а с другой стороны, из-за более медленного разложения органического вещества торфа и меньшей усвояемости азота, — нормы торфяного удобрения должны в несколько раз превосходить нормы навозного удобрения. Если производить расчет по сухому органическому веществу, то для 100 пудов на десятину (в воздушно-сухом состоянии, принимая гигроскопичность торфа около 20%). Так как в 1 литре при естественном сложении лугового торфа содержится не более 500 гр. сухой массы (в 1 куб. саж. 300 пудов), то по объему луговое количество соответствует 50.000 литров (около 5 куб. саж.), или при выемке слоя глубиной в 20 сантиметров — площадь в 250 кв. метров (55 кв. саж.). Таким образом, чтобы удобрить площадь в 10.000 кв. метров (гектар) или в 2.400 кв. саж., нужно употребить площадь луга в 40 раз меньшую, если ограничиваться первоначально верхним пахотным слоем в 20 см. (около 4 вер.). Выемка более глубоких слоев сопряжена, во-первых, с внесением менее разложенного худшего качества торфа, во-вторых, с опасностью внесения закисных соединений и в-третьих, с большей порчей поверхности луга. Если луговой торф содержит примесь минеральной почвы (от наносов), то количество его приходится увеличивать обратно пропорционально содержанию золы. Так, напр., в опытах Горецкой опытной станции применялся черный землистый луговой торф с содержанием золы (верхней минеральной частей) около 50%, а потому для удобрения приходилось вносить вдвое больше (до 2.400 пуд. на десятину, считая сухой массы). Само собой разумеется, что внесение таких больших количеств торфа (10 куб. саж. на десятину), принимая во внимание еще высокое содержание воды (влагоемкость весовая свыше 150%), вес которой в 1½ раза превышает вес сухой массы (3.600 пудов воды на десятину), представляет для хозяйства громадные затруднения (вывозка 200 возов по 30 пудов) и потому возможна лишь при самом благоприятном расположении торфяных лугов, что, впрочем, в нашей Западной области и на юге России случается довольно часто, в виду заболоченного характера большинства естественных лугов. Во избежание непроизводительного расхода на перевозку воды, необходимо выемку и перевозку торфа производить в сухое время, в середине лета, когда вынутый торф предварительно просушивать на месте выемки, для чего требуется выемка торфа в виде кубышек (подобно тому, как сушится торф на топливо). При непрочности верхнего слоя лугового торфа (обусловливаемый свежими корнями молодой растительности), вырезанные лопатами кубики торфа могут сохранить форму при просушке и притом подвергаются попутно и необходимому химическому выветриванию (т.-е. окислению воздухом). Перед внесением торфа в почву следует его можно лучше измельчить для более равномерного распределения в почве и запашку производить на незначительную глубину (на половину пахотного слоя), при чем в течение первого года целесообразно ограничиться смешением торфа лишь с верхней половиной пахотного слоя и лишь на второй год допустима более глубокая вспашка (на полную глубину пахотного слоя). При внесении торфа в паровом клину, в виду этого, необходимо произвести первую глубокую вспашку пара возможно раньше, до вывозки торфа, тем более, что выемка, сушка и вывозка торфа может потребовать много времени и запоздание со взметом пара могло бы значительно понизить полезный эффект удобрения. Запашка торфа в этом случае соответствовала бы по времени и глубине — обычной двойке навозного пара. Использование мохового торфа в качестве подстилки при приготовлении навоза тоже требует предварительной выемки и просушки торфа, так как без просушки моховой торф не был бы способен на поглощение навозной жижи, вследствие своей высокой влагоемкости, да, кроме того, перевозка влажного торфа была бы тоже сопряжена с громадным непроизводительным расходом (если принять во внимание, что влагоемкость мохового торфа может достигать десятикратного сухого веса), то для удобрения одной десятины 600 пудами сухой массы органических веществ требовалось бы перевезти на усадьбу до 6 тысяч пудов сырого торфа).

Рассмотрим далее особенности других подстилочных материалов, встречающихся в лесной области. Прежде всего, конечно, возникает вопрос об использовании лесной подстилки, годовое количество которой, по данным лесоводов (напр., тига), может значительно превысить (по крайней мере, в лиственных лесах) норму навозного удобрения, так как опадающие ежегодно листья по сухому весу достигают 800 пудов на десятину. Правда, по химическому составу опавшие листья не говоря уже о хвое) не могут сравниться с обычным подстилочным материалом, т.-е. соломой злаков. Даже по сравнению с торфом (луговым) опавшие листья оказываются значительно беднее, по содержанию азота, золы, фосфорной кислоты, а с другой стороны, они значительно больше содержат трудно поддающихся разложению веществ, т.-е. древесины, дубильных и смолистых веществ. Кроме того, влагоемкость их значительно уступает влагоемкости мохового торфа, а потому и химическим, и по физическим свойствам лесная подстилка (в особенности северных пород) представляется материалом не только мало пригодным для непосредственной заправки почвы органическим веществом, но и менее годна для подстилки на скотном дворе, чем торфяная или соломенная подстилка. Лесная подстилка однако может быть хорошо использована при условии предварительной химической обработки в компостных кучах. Но о приготовлении компоста будет сказано несколько позднее.

Значительное количество органического вещества содержится также в опавших листьях, так как разлагающиеся после отмирания водяные растения образуют не малый осадок, в сухом веществе которого органические вещества составляют не менее половины веса, а содержание азота и золы может превысить содержание в торфе. Однако прудовой или в еще большей степени, нежели торф, нуждается в предварительном выветривании на воздухе, для окисления содержащихся в нем в изобилии соединений (главным образом, сернистого железа, присутствие которого обнаруживается уже по одному острому запаху свежего ила). Наконец, в качестве подстилочного материала или материала для приготовления компоста часто применяются непригодные для корма дикорастущие травы, собираемые в лесах, на заболоченных лугах, на зарослях, на межах и на приусадебных участках, с мусорными сорняками. Из лесных материалов наибольшего внимания заслуживают: мох, вереск, тростник, папоротник, водяные растения, так как количественно эти растения могут дать наибольшее количество органического вещества и в то же время для каких-либо других целей эти растения мало или вовсе непригодны. Самым бедным по содержанию азота и золы из перечисленных материалов является мох (напр., азота в нем содержится в 4—5 раз меньше, чем в соломе злаков), наиболее богатым — водяные и морские растения, вереск и папоротник по химическому составу приближаются к моховому торфу. Так как обычно все эти материалы содержат громадное количество воды и высушивание представляет трудности, то использование их целесообразнее производить не через двор, а через компост.

После обзора естественных материалов растительного происхождения остановимся на органических материалах, представляющих отходы человеческого хозяйства и переработки сел.-хоз. продуктов. В этом отношении на первом месте стоит человеческие экскременты или «ночное золото». В более густо населенных странах, — каковы, напр., Япония, Китай, Индия, — скотоводство не могло развиваться, вследствие крайнего малоземелья, а вместе с тем, главным удобрительным средством в этих странах служил не навоз, а экскременты.

Впервые на это обстоятельство обратил внимание д-р Марон, член восточно-азиатской экспедиции, отчеты которого прусскому министру земледелия и сельского хозяйства приводит Ю. Либих в своей знаменитой книге «Химия в приложении к земледелию и садоводству» (см. особое приложение о Японском земледелии).

Приводим эту интересную цитату из книги Либиха (стр. 345—350). «Между вопросами, принадлежащими у нас еще к горячо оспариваемым, а

уже давно порешенным в лаборатории тысячелетнего опыта, я упомяну, прежде всего, важный вопрос об удобрении полей. Рациональный хозяйин старого света привык считать идеал и совершеннейший тип действительно рационального хозяйства Англию с ее громадным производством кормовых растений, с ее стадами откормленного скота, и при всем том с громадным употреблением гуано, костей, рапсовых жмыхов: какое же изумление должно поразить его, когда он увидит страну, в которой земледельческая культура находится на гораздо высшей степени совершенства, но без лугов, без разведения кормовых растений, хозяйство, в котором нет ни одной головы скота, которое вовсе не употребляет ни гуано, ни костей, ни рапсовых жмыхов, ни селитры. Эта страна — Япония.

Я не могу удержаться от улыбки, когда вспомню слова одного из корифеев сельского хозяйства в Англии, сказанные мне при осмотре его богатого скотоводства; казначейской важностью, величаво и отчетливо произнес он передо мною следующие положения, стараясь запечатлеть их в моей памяти, как перл премудрости: «чем более мяса, тем более навоза; чем более навоза, тем более мяса; чем более мяса, тем более навоза; чем более навоза, тем более мяса». Японцы же не знают этих выводов; они держатся только одного неоспоримого положения: «постоянная производительность почвы невозможна без постоянного удобрения; некоторую часть того, что я извлекаю из почвы, возвращаю ей природа (под этим он разумеет воздух и дожди), остальное же должен я сам вернуть почве; как я произведу это возвращение, все равно». Что произведения почвы должны пройти через тело человека прежде, нежели возвратятся в свою отчизну, — это отношение к удобрению есть необходимое зло, всегда сопряженное с некоторою потерей. Необходимости скотоводства, как посредствующего звена, японцы вовсе не понимают. Сколько бесполезного и дорого стоящего труда надобно издержать, чтобы произвести удобрения почвы, скормить сначала скоту, разведение и содержание которого так хлопотливо и дорого и притом какими потерями должно сопровождаться это. Не проще ли, когда сам человек съедает зерновой хлеб и сам же приготовляет удобрение для почвы.

Но эти различные положения, до которых достигло развитие земледелия у нас и у японцев, я вовсе не имею в виду выставить здесь для того, чтобы осудить нашу систему хозяйства и превознести японскую, как результат глубокого соображения. Но сложилось так вследствие обстоятельств и на это преимущественно оказало влияние следующее: религия запрещает японцу употребление мяса в пищу; это запрещение существует для обоих сект и для синтоистов и для буддистов; так как запрещение распространяется и на все, что происходит от животного — на молоко, масло, сыр, то тем самым уничтожается главнейшая цель, для которой у нас производится скот. Овца, если ее держать только для шерсти, не употребляя в пользу и мяса, не доставляла бы выгоды: к этому убеждению, кажется, и в Германии пришли мало-по-малу.

Другая причина, делающая скотоводство излишним, — чрезвычайная мелкость хозяйственной единицы, что впрочем не должно смешивать с раздроблением земельной собственности. В Японии вся земля принадлежит государю и знатнейшим фамилиям страны; они уже раздают землю низшему дворянству в пользование на поместном праве, которое таким же образом передает его далее мелким арендаторам; но так как дворяне не могут сами заниматься земледелием, то они разделяют свои поместья на участки и ставят их в аренду; находясь в этом виде, по видимому, уже с незапамятных времен; при первоначальном разделении земли на участки, конечно, принималось в соображение их естественное положение или течение ручья; величина участков, составляющих отдельное хозяйство, изменяется от двух до пяти моргенов (от 0,45 до 1,12 десятины). Эти маленькие участки очень часто перерезаны канавами для привода и отвода воды и потому редко можно найти такое поле, на котором бы выгодно и удобно было работать посредством животных.

У нас совсем другое дело. Мы убеждены, что без достаточного количества мясной пищи нельзя быть сильным и здоровым, хотя ежедневно видим, что наши рабочие,

которым, конечно, и сила и здоровье столько же нужны, как и нам, поневоле бо-
 частью принадлежат к буддистам. Хозяйственная единица у нас все еще так
 что об обработке почвы исключительно ручной работой нельзя и думать, не говоря
 о том, что отношение между заработной платой и ценой продукта позволяет
 в самых редких случаях употребить такую усиленную обработку. Но обработка
 почвы везде, в целом свете, находится в прямом отношении с мелкостью отде-
 лочек, — это факт, которого действительность и значение становятся вполне оче-
 видными, когда переезжаешь из северной Германии в Англию и оттуда в Японию.

Итак, в Японии единственный производитель удобрения есть человек; по-
 обращено величайшее старание на соби́рание, сохранение, приготовление и употребле-
 человеческих испражнений. Так как во всем этом, по моему мнению, чрезвычайно
 поучительного, то я считаю обязанностью, рискуя даже оскорбить несколько чувстви-
 тельности, описать все это дело с возможной подробностью.

Отхожее место у японцев не строится как у нас в селах, т. е. в самом отде-
 лении двора в виде будки полуоткрытой с задней стороны, куда и дождь и ветер
 свободный доступ; у японца отхожее место составляет существенную и совершен-
 закрытую часть дома. Так как в Японии вообще нет понятия о стуле, о сиденье
 европейскому обычаю, то и в отхожем месте нет сиденья, как обыкновенно у
 вместо этого в полу отхожего места находится продолговатое четырехугольное отверстие,
 через которое испражнения спускаются в нижнее пространство; само отхожее место
 имеет вид комнатки, весьма тщательно отделанной с лакированными или покры-
 тыми обоями стенами. Справляя свою нужду, японец усаживается на корточки над
 отверстием и все оканчивается с совершенной опрятностью. Мне часто приходилось
 сидеть эти комнатки в домах самых бедных сельских жителей, и я всегда находи-
 в величайшей чистоте. Мне кажется, что принятое у японцев устройство очень
 типично. У нас в селах отхожие места для поденщиков и работников помещают над на-
 ную кучу и в них устраивают сидения с круглым отверстием; но часто можно видеть
 что такое отхожее место уже через несколько дней имеет вид свиного хлева, и име-
 потому, что наши люди решительно предпочитают полусидячее положение на корточ-
 сиденью на рундуке. Устройство по японскому образцу удовлетворило бы эту
 потребность.

Прямо под четырехугольным отверстием в полу отхожего места помещается со-
 для соби́рания испражнений. Обыкновенно это продолговатый, соответствующий
 отверстию, чанок с углами, часто четырехгранный, продолговатый чанок, куда
 часто вместо деревянного чанка бывает из глины; здешняя глина составляет для
 превосходный материал.

Очень редко, и только в городах, я находил на дне чанка слой хоботья или рублен-
 соломы; это кажется и у нас, если не ошибаюсь, предлагается с некоторого време-
 Когда чанок наполнится, его выносят и содержащиеся в нем испражнения свалива-
 в большой сборник удобрительных веществ. Такие сборники находятся или прямо
 полях или на дворе и состоят из больших чанов, почти по самый верх зарытых в зем-
 или из огромных глиняных горшков от 3 до 12 куб. футов вместимостью; в них
 собственно и готовится удобрение. Приготовление состоит в следующем: испраж-
 ния, без всякого прибавления к ним чего-нибудь, разводятся водою в таком количе-
 стве, чтобы при тщательном перемешивании они превратились, от совершенного разделения
 твердых частей в жидкую кашу; при дождливой погоде сборник накрывается подвиж-
 крышкой, а в ясную погоду он открывается, чтобы предоставить удобрение действию
 солнца и ветра. Твердые частицы постепенно оседают на дно сборника, а вода испаря-
 ется. Между тем в него поступает новое количество из отхожего места: тогда снова
 прибавляют воды, снова все старательно перемешивают и вообще поступают так
 как и с первой порцией; это продолжается до тех пор, пока сборник совершенно
 наполнится: тогда все снова взмешивают и оставляют затем в покое, смотря по пого-

дели на две или на три, или до употребления; но никогда удобрение это не упо-
 бляется в свежем состоянии.

Описанный способ приготовления показывает, что японцы вовсе не при-
 деляют к последователям учения о важности азота и что
 и заботятся, главным образом, о нелетучих веществах
 удобрения. Они представляют аммиаку улетучиваться под влиянием ветра и
 солнечных лучей, но заботливо оберегают нелетучие вещества от утраты посредством
 ищелачивания и увлечения водою.

Но так как земледелец уплачивает ренту за свой участок не деньгами, а неко-
 рую частью своих продуктов в натуре, то он совершенно логично дошел до заклю-
 чения, что удобрение доставляемое только его домашним отхожим местом, не будет
 ния, чтобы воспрепятствовать постепенному истощению его участка, несмотря
 достаточно, чтобы воспрепятствовать постепенному истощению его участка, несмотря
 богатство и глубину почвенного слоя, несмотря на удобрительные вещества, при-
 симые орошением, для которого берется вода из ближайшего ручья, из канала. По-
 му на всех местах, где его участок прилегает к большим дорогам и тропинкам, на
 их границах его, он размещает горшки или кадочки, врытые в землю, с тем, чтобы
 отхожие и проезжие пользовались ими для своих нужд. Сознание о важном экономи-
 ском значении испражнений для удобрения так глубоко вкоренилось и в высших
 в низших слоях японского общества, что во время моих многочисленных путе-
 ствий по самым глухим местам, по дворам и около хижин самых бедных людей,
 когда, даже в самых уединенных углах, я не видал и следа человеческих испражне-
 ний. А у нас в деревнях они во множестве лежат около отхожих мест и во всех углах
 двора. Нет надобности прибавлять, что испражнения, собираемые от добротных про-
 жих и проезжих, так же обрабатываются и превращаются в удобрение, как и со-
 бираемые дома.

Но кроме испражнений, в удобрение употребляются еще и другие вещества, ко-
 торые не происходят из почвы полей, и следовательно, будучи доставлены на поля, пред-
 ставляют приращение удобрительного материала извне. Все реки, ручьи, каналы и
 особенно мелких заливов по берегам моря кипят бесчисленным количеством рыбы;
 употребление ее в пищу дозволено и японцы пользуются этим дозволением в самых
 широких размерах. Рыба, раки и улитки съедаются в огромном количестве и со-
 авляют драгоценное добавление к материалу отхожих мест, а оттуда на пользу полей.

Земледелец в Японии приготовляет и компост. Так как он не держит вовсе скота
 следовательно, употребление в пользу соломы и других отбросов в хозяйстве должен
 составлять базис для поддержания животного организма, то он возвращает своей почве все эти
 продукты без «анимализации».

Все внимание при этом обращено только на сконцентрирование этих веществ.
 бленая солома, хоботье от молотбы, собранные по дорогам испражнения лошадей,
 тва и головки свекловицы, шелуха бататов и всевозможные отбросы в хозяйстве,
 тельно перемешиваются с дерновою землею, складываются в небольшие ометы,
 ачиваются и покрываются соломенной крышей.

Нередко находил я раковины и скорлупу улиток, которые во множестве при-
 еются в ручьях или могут быть собраны в произвольном количестве на морском
 берегу, если он близко. От времени до времени ометы поливаются водою и пере-
 гадываются; процесс гниения при сильном содействии солнечной теплоты идет быстро.
 Это видел я также, когда в распоряжении было много соломы или когда надобно было
 употребить удобрение в дело скоро, прежде чем оно могло поспеть, что процесс со-
 щался посредством сжигания.

Таким образом получается полубугленая, испепеленная масса, которая может
 тчас идти в дело; насколько мне удалось заметить, такое удобрение прямо посыпается
 на посеянные семена.

Мне кажется, что и приготовление компоста служит подтверждением, что япон-
 ский земледелец не придает цены азотным соединениям, и что он старается совер-

шенно разложить все органические вещества в удобрении перед его употреблением. Это находится в теснейшей связи с тем, что японец желает как можно скорее получить пользу от употребленного удобрения.

Чтобы достигнуть этой цели, кроме описанной подготовки удобрительных веществ японец употребляет еще два средства:

1. Главное удобрение, т.-е. удобрение из отхожих мест, он употребляет в жидком виде, прочие—по возможности.

2. Он всегда удобряет по посеву (поверхностно).

Когда приступают к посеву, то поле обделывается бороздами; семена рассыпаются по борозде рукою; на них кладется тонкий слой хорошо измельченного компоста и с него распределяется удобрение из отхожих мест в жидком виде, сильно разведенным водой, разбавка водою производится в ведрах, в которых удобрение приносится севной борозде из главного сборника; только таким образом можно достигнуть равномерности и лежащей однородности в смеси удобрения с водою. Так как удобрение употреблено уже в совершенно перегнившем состоянии, то нет опасности привести семя в негодность с ним, напротив через это подкрепляется развитие первого тонкого корня.

Может быть все эти приемы, употребительные в Японии, у нас еще не известны; но, несомненно, что многое мы могли бы заимствовать от этих опытных практиков, тем более, что удачные результаты, получаемые ими, говорят решительно за их способы.

В условиях европейского и в особенности русского сельского хозяйства человеческие извержения, конечно, не могут приобрести того значения, которое они имеют в Японии и Китае, прежде всего, вследствие меньшей плотности населения (тогда в Японии на 1 кв. километр приходится 100 человек, в России на 1 кв. версту—в среднем приходится только 17 чел., в Европейской России—21 чел., а в наиболее населенных губерниях, каковы: Московская, Киевская, Полтавская, Харьковская, Курское Орловская, Тульская—на 1 кв. версту приходится от 50 до 75 человек); во 2) потому, что население распределено гораздо менее равномерно по территории, при чем значительная часть населения не имеет связи с сельским хозяйством; в 3) потому, что европейское население питается не только растительной, но и животной пищей и в связи с этим даже в более густо населенных странах (каковы: Дания, Англия)—сосредоточивается главное внимание на развитие скотоводства, дающего при этих условиях более высокие доходы полеводства (в Японии—недостаток животных продуктов в значительной степени восполняется обилием рыбы, раков, моллюсков, улиток, составляющих обязательную составную часть повседневной пищи японца).

При развитии высокой доходности животноводства навозное удобрение получает даровым или весьма дешевым отбросом производства, притом в количестве, вполне обеспечивающем плодородие полей, а потому естественно и не возникает потребности в полном использовании отбросов человеческого питания.

Тем не менее нельзя умалять значения и удобрительной ценности этих отбросов, а с другой стороны и в силу гигиенических требований—наиболее рациональным способом обезвреживания нечистот, скопляющихся в городах, является их утилизация в сельском хозяйстве, т.-е. возврат в почву.

По данным Габерландта взрослый человек при нормальном питании выделяет в год свыше 2 пуд. сухих веществ (34,25 килогр.), в которых содержится 15% азота (что почти соответствует содержанию азота в белках), около 20% золы, в том числе 3% кали и около 3% фосфорной кислоты, а органических веществ—80%. Если принять в расчет средний состав крестьянской семьи в 6 чел. и средний размер хозяйства в 12 дес., то общий запас человеческого удобрения за год составит на одно хозяйство немного более 12 пуд., т.-е. всего 1 пуд на дес., тогда как от домашних животных (считая, что на 100 человек в Европейской России по А. Ф. Фортунатову приходится 30 голов рогатого скота, 26 лошадей, 53 овцы и 11 свиней, т.-е. на одну семью

животное—по переводу на крупный скот— $3\frac{3}{4}$ головы) за год получится 375 пуд. сухой массы (без подстилки) или на 1 дес. 30 пуд., т.-е. в 30 раз больше, чем человеческого удобрения; правда, содержание азота в сухой массе животного удобрения несколько ниже, чем человеческого (3% вместо 15%), содержание зольных веществ (15% вместо 20%), тогда как содержание кали, напротив, несколько выше (5% вместо 3%), что вполне объясняется разницей в пище человека и в кормах животных.

Им образом, в человеческих извержениях может быть собрано одним хозяйством в год 30 пуд. азота, что соответствует потребности в азоте одного урожая (на дес.), тогда как от животных может быть собрано за год 11 $\frac{1}{4}$ пуд. азота (не считая потерь при внесении), что соответствует потребности 5—6 хлебных урожаев. В действительности, конечно, таких количеств азота в хозяйстве не получается, главным образом, благодаря неидеальности способов хранения навоза, при чем главные потери падают именно на азот, являющийся наиболее ценным и дорогим питательным веществом. Если в сельском хозяйстве использование человеческих удобрений представляется легко достижимым, то при помощи самых примитивных приспособлений,—то нельзя сказать того же относительно городов, которые стягивают значительную часть отчуждаемых из хозяйств более концентрированных продуктов, изобилующих азотом, фосфорной кислотой и кали, а потому в европейских условиях издавна стремились разрешить вопрос об использовании городских нечистот с наибольшей выгодой для сельского хозяйства.

Среди этих попыток можно различить, главным образом, два направления. В крупных центрах, изобилующих водой и оборудовавших дома водопроводом и канализацией, городские нечистоты удаляются за пределы города путем разжижения их водой и вывоза на окрестные поля (т. н. поля орошения). В этом случае использование человеческого удобрения концентрируется на незначительной площади и представляет как-то коммунального хозяйства.

В городах, не оборудованных водопроводом и канализацией (по отсутствию ли воды, по недостатку капиталов), применяется либо изготовление из городских нечистот сухих удобрительных материалов (т. н. пудретов), либо вывозка нечистот в герметически закупоренных бочках за город в отстойные бассейны, либо использование городских нечистот представляет способ биологической очистки сточных вод, заключающийся в разделении жидкой части от твердой путем процеживания через песчаные фильтры; жидкая часть, содержащая значительную часть органических веществ, обыкновенно при этом способе отводится в реки, так как она и растворимых солей, обыкновенно при этом способе отводится в реки, так как

фильтрации все органическое вещество успевает разложиться, минерализоваться, микроорганизмы (в том числе опасные в санитарном отношении болезнетворные микробы) задерживаются песчаным фильтром и, таким образом, вытекающая из биологической станции жидкость уже не представляет никакой опасности для здоровья населения. Биологическая очистка, представляющая в деле оздоровления городов последнее слово техники, получила уже широкое применение во многих культурных центрах Европы. В России первый опыт биологической очистки принадлежит б. Царскому Селу, где биологическая станция которого послужила образцом для многих других крупных городов. Этот способ применяется в сравнительно небольших поселениях, снабженных водопроводом и канализацией, и даже для отдельных зданий. Не вполне удачный опыт устройства биологического фильтра, между прочим, сделан в Горках (при больничном дворе).

Рассмотрим все три способа использования городских нечистот с точки зрения интересов сельского хозяйства.

Смыв нечистот на городские поля орошения сопряжен с весьма капитальными тратами не только на сооружение водопровода и городской канализации, но еще и на отвод нечистот в более или менее удаленные от города окрестности и на рациональ-

ную постановку хозяйства на полях орошения, представляющую не только материальные, но и большие технические трудности. Интересный опыт в этом отношении принадлежит Московскому Городскому Управлению, которое поручило в 90-х годах техническую разработку вопроса и организацию хозяйства на полях орошения проф. Вильямсу. Ознакомившись с вопросом после осмотра крупнейших полей орошения в западно-европейских центрах, проф. Вильямс пришел к заключению, что при всех почвенных и климатических условиях достижимо успешное применение орошения, в виду того, что для быстрой фильтрации сточных вод чрез почву необходима хорошая проницаемость почвы и вместе с тем хорошая аэрация почвы для более полного разложения органических веществ; в противном случае быстрая закупорка почвенного фильтра, при которой невозможна ни успешная культура растений, ни обезвреживание городских нечистот в санитарном отношении, как в ближайших окрестностях Москвы не оказалось подходящих участков для устройства полей орошения, то их пришлось вынести довольно далеко (за 15 верст от города, близ станции Люблино Моск.-Курской ж. д.); перекачка нечистот на большое расстояние, разумеется, была связана с громадными затратами. Тем не менее на таком расстоянии почвенные условия оказались не на всем пространстве удовлетворительными, тогда как требовалась для полей орошения весьма значительная площадь (на 1½-миллионное население Москвы необходимо было бы довести площадь орошения до 5 тыс. десятин; в Берлине поля орошения занимают вдвое большую площадь и все же на них используется менее половины всех городских нечистот). С другой стороны, фильтрация через почву жидкости в количестве до 1.500 мм. (второе годового количества осадков) представляет технические трудности, особенно при суровых климатических условиях, когда почти половина года пропадает для фильтрации. Наконец, и культура растений при таком необычайном пересыщении почвы органическим веществом и солями возможна лишь в известных пределах (количество азота, ежегодно вносимого на 1 дес. полей орошения, удобрение от 350 до 1.200 пуд., получается количество, немногим превышающее нормальное навозное удобрение, 700 п. вместо 600).

Внесение такого громадного избытка азота вынуждает ограничиваться культурой таких растений, которые развивают преимущественно вегетационные органы; предпочтительно возделываются многолетние травы и листовые (капуста) и корнеплоды, в ущерб качеству, некоторые корнеплоды, которые при высоком содержании белков и нитратов утрачивают устойчивость при хранении. В условиях более проницаемых песчаных почв и при большей сухости климата поля орошения дают, конечно, гораздо лучшие результаты; в этом отношении особенно поспешивилось Одессе, поля орошения которой расположены близко от города, на песках, и дают городскому населению громадное количество ценных пищевых продуктов (в том числе вполне доброкачественных овощей).

В таком богатом климате, как в Италии, по сообщению проф. Приянини, на полях орошения Милана травы растут круглый год и за 10 укосов дают сена 1.800 пуд. на дес. Само собой разумеется, что при помощи полей орошения даже в самом интенсивном хозяйстве невозможно достигнуть полного использования питательных веществ, содержащихся в городских отбросах, уже в силу громадных непроизводительных потерь и крайней расточительности в расходовании питательных веществ, главным образом, азота, вещества наиболее ценного. При фильтрации через 1.500 м.м. жидкости неизбежно теряется чрез выщелачивание весьма значительная часть азота, а в урожайных продуктах накапливается избыток азота и солей, понижающий качество этих продуктов.

Способ биологической очистки, сопряженный вообще с гораздо меньшими материальными затратами, легко осуществимый даже для небольших городов и поселков,

организации полей орошения вблизи городов, дает ценный удобрительный материал (пудрет), выносящий отдаленный транспорт и используемый в сельском хозяйстве несравненно продуктивней и экономичней, чем при системе полей орошения. При этом способе тоже неизбежна потеря значительной части азота, так как азот твердого осадка (т.е. нерастворимой части органических веществ), тогда как весь аммиачный и нитратный азот выносится после фильтрации (в редких случаях жидкость используется для орошения полей и лугов). По сравнению с потерями азота, неизбежными при других способах использования городских нечистот, все же биологический способ нужно признать наиболее рациональным, вора уже о том, что он в наилучшей степени отвечает требованиям санитарным и понижает стоимость городских удобрительных материалов, пудретов, их доступными более широкому кругу сельских потребителей.

В громадном большинстве русских городов и поселков, однако, до сих пор применяется более примитивный и наименее удовлетворяющий всем требованиям — способ использования городских нечистот в бочках, при котором нечистоты используются в жидком виде для удобрения полей и огородов в ближайших окрестностях. С точки зрения санитария удобрительной ценности городских отбросов, такой способ, конечно, нельзя считать рациональным прежде всего потому, что при нем теряется значительная часть азота при брожении мочи и экскрементов в выгребных ямах, при чем это брожение происходит по наименее желательному анаэробному типу, с выделением зловонных газов (углекислоты, сероводорода, серы и фосфора). Вместе с тем в качественном отношении такое удобрение, «почное», значительно хуже по сравнению с фекальной или канализационной жидкостью, и является более концентрированным, так как содержит питательные вещества в усвояемом состоянии и требует дальнейшего разложения после смешения с почвой, при чем распределение по поверхности получается весьма неравномерное.

Японский способ сбраживания экскрементов в разведенном водю состоянии в закрытых глиняных сосудах дает продукт несравненно лучшего качества и с меньшими потерями азота, при чем и распределение такого удобрения получается более равномерное.

Для предохранения нечистот от быстрого разложения и потерь азота применяются такие вещества, как торфяной порошок, гипс и железный купорос. Все эти продукты, действительно, способствуют более полному сохранению удобрительной ценности человеческих экскрементов и облегчают их перевозку и использование, благодаря уничтожению запаха и уменьшению водянистости. В зависимости от количества примесей может быть достигнуто почти полное поглощение мочи, однако, сами по себе эти продукты представляют немалую ценность. В наименьшем количестве может достигать цели железный купорос, которого считается достаточным по два лота на человека в день или на год. Железный купорос в силу кислой реакции останавливает разложение и вместе с тем поглощает газообразные продукты, аммиак и сернистый водород, образуя прочные соединения. Гипс, благодаря гигроскопичности и влагоемкости, поглощает жидкость, а с аммиаком вступает в обменное разложение, образуя серноаммиачную соль. Торфяной порошок осушает, благодаря своей высокой влагоемкости, а газобразные продукты поглощают, благодаря гигроскопичности и кислой реакции. Количество гипса и торфяного порошка определяется той степенью сухости, которая преследуется при приготовлении пудрета. Вполне сухой продукт может получиться лишь при тщательном удалении питательных примесей, соответствующих влагоемкости (на 3 ф. суточных извержений требуется 1½ ф. торфяного порошка или гипса). В местностях, изобилующих известью, в качестве консервирующего средства при приготовлении пудретов пользуются негашеной известью. При больших избытках извести получается сухой известковый пудрет, а при меньших — известковый урат, туки, с давних времен получавшие применение во Франции. (Подробное описание способа Моссельмана, бывшего в употреблении во Франции, приводится в «Настольной книге» И. А. Стебута). Количество извести при этих способах соразмеряется с объемом нечистот (по весу рас-

дуются почти в 4 раза больше извести, по сравнению с весом нечистот), следовательно на 1 человека в день необходимо расходовать до 12 ф. извести. В том случае обогащенные известью нечистоты подвергаются искусственной сушке, примесь может быть понижена в 12 раз (анимализированная известь и ураты приготовления прибавлением всего 1 ч. извести на 3 весов. части кала или мочи). Если жидкие отходы собираются отдельно от твердых, то полное использование их в отношении азота может быть достигнуто путем отгона (в серную кислоту) аммиака из жидкости, насыщенной известью. Такой способ практикуется в Париже и получается концентрированное азотистое удобрение, серно-аммиачная соль, успешно конкурирующая с другими. При этом способе теряется, однако, содержащееся в моче кали.

VII. Домашние, городские и заводские отбросы. — Компостирование отбросов.

Вторую группу удобрительных материалов, по преимуществу органического происхождения, представляют домашние и заводские отбросы, получающиеся как в городских хозяйствах, так от целых городов и поселков, в результате их очистки, с санитарными или гигиеническими целями.

Домашние отбросы представляют продукты, главным образом, растительного происхождения, а потому — после известной переработки — могут возвращать в почву или менее или менее минерализованном состоянии почти все питательные вещества, нужные растениям, а, кроме того, и значительные количества органического вещества, или другой степени разложения.

В сельском быту большая часть обрезков и очистков используется преимущественно для домашних животных, или на корм, или в подстилку и, следовательно, падает в конечном счете в навоз. В условиях городского домашнего хозяйства, обобщенное представление о возможном «анимализировать» кухонные отбросы, т.-е. проводить их через кишечные животных, а потому получается громадное скопление кухонных отходов, использование которых возможно или путем сжигания (если отбросы не слишком водянисты) в т. н. мусоросжигательных печах, при чем теряется весь азот, все органическое вещество и остается чистая зола), или путем дальнейшего разложения в городских свалках или в компостных кучах.

Сжигание практикуется, главным образом, в английских городах, где в результате отбросам примешиваются печные отбросы, всегда содержащие значительное количество кокса, угля и золы, следовательно, когда городские отбросы представляют собой материал и могут давать городу, кроме золы, значительное количество тепла и энергии. В странах, не столь богатых каменным углем, топливом служат дрова, сжигание в печах оставляющие лишь незначительное количество золы и сажи, а потому подмесь печных отбросов не дает вместе с мусором и кухонными отбросами столько же сухого горючего материала и в связи с этим преобладает утилизация городских отбросов путем их компостирования.

В наиболее примитивной и несовершенной форме эта утилизация сводится к возке отбросов за черту города, где на «городских свалках» образуются целые горы мусора, заражающие окрестности миазмами гниения и весьма трудно поддающиеся равномерному разложению, а потому и неохотно используемые окрестными сельскими жителями для удобрения полей. Примером подобных свалок могут служить свалки в Берлине и Брюсселе, которые в течение десятков лет скопились в громадном количестве и в то же время оставались почти в первоначальном состоянии разложения, всякой утилизации для сел. хоз. или промышленных целей.

Интересную иллюстрацию дает в этом отношении инженер-технолог С. П. Глезмер в 1903 г. по поручению Петербургского Городского Управления и Русского Технического Общества ознакомившийся с вопросом об утилизации городских отбросов во всех западно-европейских центрах (см. его доклад Техническому Обществу, стр. 47—

Наиболее простым и в то же время наиболее совершенным с сел.-хоз. точки зрения является способ компостирования отбросов (после их предварительной сортировки промышленного использования), способ, в миниатюре практикующийся и в сельских хозяйствах, приготовляющих компост. В грандиозном масштабе крупного городского центра компостирование городских отбросов практикуется в Амстердаме. Описание его дается С. П. Глезмером на стр. 54—55:

«Амстердамское городское управление не столь великодушно по отношению к отбросам, как парижское, вследствие чего не только не дарит им отбросов, но даже оказывает им прямую конкуренцию в торговле ими. Для достижения этой цели, в Амстердаме, рядом с гаванью, т.-е. в местности (около 30 десятин поверхности), не столь отдаленной от города, прорезанной очень удобными каналами, производится тащечная работа отбросов вдоль набережных на призматические кучи, вышиною до 1 метра. В этом особые рабочие выбирают в ручную тачку из мусора все более ценное и отвозят в особые навесы или склады, выстроенные тут же вдоль набережных. В этих складах другие рабочие, более специализированные, разбирают вновь эти отбросы, согласно рыночной расценке. Но город и этим не удовлетворяется, а производит за свой счет ряд работ, способствующих улучшению качества отбросов и, следовательно, к повышению их ценности; к таким работам надо причислить мытье грязной тряпки, ее сушку в искусственных сушильнях, выбивание пыли на машинах, новую сортировку тряпки и упаковку ее в прессованные кипы. Стекло не только сортируется, но, кроме того, измельчается до известной величины. Кости подразделяются на годные для ручной подделки (на пуговицы, запонки и т. п.), для клеевых и желатинных заводов, а ребра поступают для приготовления костяных пластинок в подражание изготавливаемых из китового уса, для чего в Амстердаме существует единственный в своем роде завод. Браковка металлов производится также тщательно и доведена до того, что даже старые консервные жестянки расплаиваются ради выплавки при этом олова, входившего в состав припая, а жечь увозится на электрический завод. В результате получается около 30—40 «товаров» различных наименований, для продажи которых городом периодически устраиваются ярмарки. Отбросы и лоскуты бумаги, трудно находящие себе сбыт, а равно остатки тканей, попавшие в мусор, поступают на вблизи расположенный городской завод, выпускающий серно-кислый аммиак из фекальной жидкости. Дело в том, что хотя не все-таки значительная его часть используется для удаления фекалийной жидкости, но все-таки значительная ее часть используется для удаления фекалийной жидкости, но все-таки значительная ее часть используется для удаления фекалийной жидкости, но все-таки значительная ее часть используется для удаления фекалийной жидкости.

Кучи эти, расположенные вдоль набережной и состоящие из всего оставшегося после сортировки уличного и домашнего мусора, предназначаются для приготовления из них компостов, насколько мусор этот в неподготовленном виде не найдет себе сбыта среди сельских хозяев.

Компосты в Амстердаме готовят двоякого рода: сухие и сырые, при чем сырые компосты расцениваются по продолжительности времени процесса компостирования, чем компост старше, тем он дороже.

Приготовление сухого компоста состоит в том, что куча мусора поливается водой, фекальной жидкостью только один раз и затем, уплотненная с поверхности, оставляется тлению под влиянием тепла, развиваемого начавшимся процессом разложения. Чем куча лучше сохла, тем и компост считается лучше, а для этого требуется время от 2-х недель до 2-х месяцев.

Мокрые компосты готовят многократно, периодически их поливая фекальной жидкостью, при чем на поверхности такого компоста образуется толстая, почти негнимая кора, способствующая полному процессу гниения. В виду этого и благодаря значительному обогащению азотом, сырые компосты расцениваются значительно выше сухих и охотно приобретаются сельскими хозяевами.

Если мы вспомним, что компостирование в Амстердаме производится на ности примерно 30 десятин и рядом помещается центральный резервуар системы, аммиачный завод и сортировка отходов, то не трудно представить страшную, наполняющую всю эту местность. Это, однако же, не мешало городу тут же дезинфекционную камеру на случай эпидемических болезней и отдельный дом временного поселения таких жильцов, которые за невнесение наемной платы по суду из своих квартир».

В непереработанном виде, однако, все же после сортировки и измельчения ские отходы наиболее полно используются Парижским Городским Управлением, которое предоставило утилизацию особому акционерному обществу, с небольшой годной субсидией города (в 19 тыс. франков). (См. у Глезмера, стр. 53—54).

«Дробильный завод в Париже состоит из неособенно большого здания, которого, под крытым навесом, имеется большой каменный желоб, помещающий Архимедов винт, движущий отходы по желобу с двух боков к середине завода. Винта в указанном желобе сидят «вольные» тряпичники (не принадлежащие к рабочим завода) и с помощью крючков выбирают все более ценное, находящееся в сорте; в середине навеса имеется элеватор, получающий отходы с Архимедова передающий их в воронку, питающую большой, корзинчатый дезинтегратор (диаметром 1,20 метра), лежащий на вертикальной оси, при чем только нижняя его часть вертится в горизонтальной плоскости настолько высоко, что измельченный мусор по лотку сыплется в вагонетки и увозится немедленно в более удаленные окрестности Парижа. Завод имеет 50-сильную паровую машину и соответственные котлы, сжигаемые бумагой, соломой, тряпкой и каменным углем, выбираемыми из общей массы отходов, поступающих на завод. Таким образом, назначением завода является: облегчение тряпичникам сортировки отходов, которыми тряпичники пользуются бесплатно, и приведение остающегося засим мусора в однородную массу, подобие «соломенной резки» или шинкованной капусты. В этом виде отходы возымаются железными дорогами по удешевленному тарифу) представляют из себя материал несравненно более удобный для распределения на полях, и потому производством мый сельскими хозяевами по более высокой цене. Эти преимущества окупаются стоимостью заводской обработки».

В других городах утилизационные заводы не дали столь блестящих результатов. В особенности отрицательные результаты получены при попытках использования городских отходов в мусоросжигательных печах и мусороплавильных заводах английского типа. В результате изучения всех испытанных в Европе способов утилизации городских отходов, С. П. Глезмер останавливается именно на компостке грубых гуманных кормов животными, а потому непосредственное применение нии, дающем наилучшие результаты не только с сельско-хозяйственной, но и в качестве удобрильных материалов, очевидно, может представляться выгодным тарной и промышленной точки зрения и потому рекомендовал Петербургскому Управлению именно этот способ. Приводим эти, не лишённые общего значения выводы Глезмера из заключительной части его доклада (стр. 66—68):

«Некоторые соображения и предложения о будущем рациональном устройстве и применения отходов в С.-Петербурге».

1) Необходимо сперва установить законодательным порядком, кому принадлежит право собственности на отходы, без чего немыслима ни частная, ни общественная инициатива в вопросе удаления и применения отходов.

2) Признав право собственности на отходы за их владельцами, т. е. теми лицами или учреждениями, у которых и за счет которых отходы образуются, необходимо облегчить возможность сбыта отходов учреждением, т. наз. «сборных пунктов».

3) Одновременно с этим необходимо определить тот момент, с которого отходы становятся опасными в санитарном отношении, а потому лица, не воспользовавшиеся удобствами предыдущего положения, обязаны отдавать безвозмездно принадлежащие им отходы «санитарной артели сборщиков», в ведении которой должны находиться и «сборные пункты».

4) Для этой артели должны быть выработаны обязательные правила первоначальной сортировки и торговли отходами, при чем, с одной стороны, артель должна в установленные сроки очищать наши дома и жилища, с другой же — сбыт отходов должен производиться под контролем регулирующей эту торговлю власти.

5) Засим необходимо организовать правильную и дешевую перевозку отходов, в видах санитарных, так и ради дешевизны отходов.

При этом гужевое передвижение отходов внутри города можно возложить на «санитарную артель», а для удаления отходов вне города надо создать особый подвижной завод, действующий в навигационное время преимущественно по воде, а в остальное время и где водное сообщение неудобно — по железной дороге, имеющей на станции приспособления для механической сортировки отходов и правильного распределения на «поля-опары» всей массы мусора, не находящего себе прямого применения ни в промышленности, ни в сельском хозяйстве.

6) Город С.-Петербург должен приобрести в собственность или обеспечить за другим путем долгосрочное, свободное пользование обширной, болотистой местностью между Парским Селом и Колпинным или между Колпинным и устьем реки Тосны в Неву. Подобные же места нельзя будет найти ближе, напр., за селом Рыбацким к селу Ольскому и к Усть-Ижора. Избранная местность должна быть постепенно и правильно обрабатываемая в «поля-опары», которые со временем сторицею возместят произведенные на них затраты и оздоровят ближайшие к столице болотистые местности.

Понятно, что частная инициатива не в состоянии осуществить такое дело, которое требует немедленных значительных затрат в видах только отдаленных на многие годы выгод, а потому такое дело осуществить может лишь город, да притом такой город, который вправе рассчитывать на поддержку из общегосударственных средств для осуществления дела, имеющего общегосударственное и общественное санитарное значение.

Рассмотрим далее заводские отходы, преимущественно сел.-хоз. технических производств, имеющих непосредственной задачей переработку сел.-хоз. продуктов. К этим заводам принадлежат заводы винокурные, пивоваренные, крахмальные, мукомольные, крупорушны, текстильные, табачные, маслобойные, паточные, сахарные, смолукурные, уксусные, перерабатывающие растительные продукты и др.

Отходы растительного происхождения в большинстве случаев представляют более или менее питательные корма, использование которых способствует более полной переработке грубых гуманных кормов животными, а потому непосредственное применение отходов в сельском хозяйстве, или когда эти отходы идут в скормливание (чаще всего — вследствие

Из отходов винокурного производства наименее ценным в кормовом отношении является — для скармливания компостных куч. Для той же цели используются промывные воды, получающиеся на винокурных, крахмальных и сахарных заводах, воды, содержащие значительное количество азота и органических веществ. Испорченные (заплесневевшие или загнившие) солодовые ростки и пивная дробина — тоже часто используются для удобрения, при чем применение этих отходов должно быть произведено с некоторой предосторожностью, в смысле предварительного смешивания с почвой, во избежание слишком бурного разложения и гибели всходов. То же самое приходится сказать и относительно свежловичного жома или диффузионных остатков свежловых заводов, при чем, однако, их использование для удобрения, в виду водянистости этих отходов и малой транспортабельности, возможно лишь при помощи компо-

стирования. Важнейшим отбросом свеклосахарных заводов, непосредственно из свекловичного сока примесей, главным образом белков, и содержащая органических веществ, такое же количество извести, 0,5—1,5% азота, 0,5% кали и от 1 до 2% фосфорной кислоты.

Дефекационная грязь может быть признана одновременно и органическим вестковым удобрением; к сожалению, в черноземной полосе дефекационная грязь благодаря богатству черноземных почв в отношении перегной, извести и азота, получила широкого применения; в некоторых случаях она все же давала эффекты в качестве фосфорно-кислого удобрения. Для внесения 2 пудов кислоты (т.-е. минимальной нормы) необходимо вывезти на десятину не менее 2 пудов дефекационной грязи (с содержанием 40% воды и 60% сухих веществ). При высушивании дефекационной грязи тонким слоем до воздушно-сухого состояния можно довести ее влажность до 5% и в этом случае нормы удобрения могут быть снижены вдвое. В качестве известкового удобрения дефекационная грязь, представляется весьма ценным удобрительным материалом, в виду того, что она содержит с общей нормой извести (120 п. на дес. или 600 пуд. грязи) вносится столько органического вещества ($1/5$ часть навозного удобрения), 6 пудов фосфорной кислоты (столько же, сколько содержится в нормальном навозном удобрении), до 4 пудов кали ($1/3$ навозной нормы) и до $1\frac{1}{2}$ пудов кали ($1/10$ часть навозной нормы).

Вторым по значению для удобрения отбросом свеклосахарных заводов является костяной уголь или костяная зола, получающаяся после выбраковки костяного (не осветляющего и не фильтрующего свекловичного сока, вследствие загрязненности осадком органического вещества). Средний состав выбракованного костяного угля (шелуху), которое могут быть использованы на удобрение, главным образом, бывшего в употреблении (после многократного оживления, т.-е. обжигания в сухом состоянии) следующий: органических веществ и угля—20%, фосфора—30%, извести—45%, от 0,5 до 1% азота и до 5% прочих примесей. Костяной уголь представляет преимущественно фосфорнокислотное удобрение, в котором вольно высокой концентрации ($2/3$ веса составляет вес трехосновной фосфорной кислоты).

Для внесения 6 пуд. нормы фосфорной кислоты требуется всего 20 пуд. костяного угля на дес., при чем с этим количеством вносится кроме того небольшое количество органического вещества, азота (0,3 п.) и углекислой извести (2 п.).

Третьим видом удобрительных материалов свеклосахарных и патоочных заводов является патоочная барда, получающаяся после перекуривания патоки или патоки во время мочки, представляет органический продукт, крайне медленно разлагающийся, а потому может быть использован на удобрение лишь после приготовления т. наз. патоочного угля (путем обжигания), в котором содержится большое количество (от 25 до 43%, в среднем 33%) кали, вследствие чего патоочный уголь предварительно выщелачивается для получения поташа. Выщелачивание патоочного угля уже не представляет удобрительной ценности.

Маслобоянные заводы дают отброс в виде жмыхов и выжимок, представляющих концентрированный корм (с содержанием от 25 до 35% белковых веществ, от 10% жиров и от 25 до 35% углеводов, не считая древесины); применение жмыхов в качестве удобрительного материала все же встречается в странах с интенсивным земледелием довольно часто; чаще всего на удобрение используются рапсовые жмыхи, употребление которых в корм сопровождается желудочно-кишечным расстройством (вследствие содержания в жмыхах острых летучих масляных кислот). Как удобрительный материал, жмыхи могут представлять ценным продуктом, главным образом, благодаря высокому содержанию белков и азота; при низких ценах на жмыхи, высоких цен

на жмыхи — может быть вполне выгодным использование жмыхов вместо селитры: в Германии и Англии, где культура рапса весьма распространена, рапсовые жмыхи в течение времени использования, как концентрированное азотистое удобрение, вывезены. При содержании 5% азота и 10% золы — достаточно вывезти на десятину 1 пуд. жмыхов, чтобы получить (особенно при местном рядовом внесении) резкий эффект азота в течение первых фазисов роста (это при культуре сахарной свеклы выдвигается даже на черноземных почвах). Высокое содержание жира в жмыхах мешает действию, как удобрительного материала, представляется отрицательным свойством, так как жиры замедляют разложение в почве белковых и органических веществ, а между тем требуется возможно более быстрое действие азота на посев в раннем возрасте. Поэтому необходимо возможно более полное выделение жира (не механическим, а химическим путем, т.-е. обработкой жмыхов бензином или сернистым углеводородом).

Вторым отбросом маслобоянных заводов, пригодным для удобрения, является осадок органических веществ (преимущественно белковых), получающийся при очищении (или рафинировании) масла при помощи серной кислоты. В этом осадке (после просушки) содержится около 45% органических веществ (в том числе до 1% азота), 3,5% фосфора и 28% свободной серной кислоты. В виду содержания большого избытка свободной серной кислоты осадок не может быть применен на удобрение непосредственно, а должен подвергаться предварительной обработке или с помощью извести или поташа.

Мукомольные и крупорушнные заводы дают, кроме концентрированных кормов — отбросы менее пригодные для скармливания, — напр., гречневую и просяную муку, которые могут быть использованы на удобрение, главным образом, благодаря значительному содержанию золы и кали. Лузга является в то же время ценным топливным материалом (обладающим высокой теплопроизводительностью), а поваренная соль — предварительно может быть использована для оплодотворения, тем более, что при оплодотворении не теряется главная удобрительная ценность этого материала, т.-е. зола и кали (если, разумеется, зола в свою очередь не используется в качестве щелочи для рыхления или выделения поташа).

Текстильные заводы дают при первичной обработке волокнистых растений (у нас — льна и конопли) — значительное количество кисточки, представляющей нераспрямленный в воде остаток древесины после мочки и содержащей весьма мало золы и кали (менее 1%). Древесина кисточки, благодаря предварительной химической обработке, представляет органический продукт, крайне медленно разлагающийся, а потому может быть использован на удобрение лишь после приготовления компоста. Мочильные воды, содержащие органическое вещество (около 0,5%) и заметное количество азота (10% сухого осадка), — с пользой могут быть употреблены или непосредственно для полива или ручной поливки посевов или для увлажнения компостных куч.

Табачные фабрики дают значительное количество т. н. табачной пыли, представляющей довольно концентрированное удобрение с высоким содержанием золы и кали (до 2%) и фосфорной кислоты (до 1%).

Лесопильные заводы — дают отброс в виде опилок, представляющий некоторую ценность для удобрения лишь после предварительного озолотения или употребления в качестве подстильного материала. Органическое вещество опилок, благодаря высокому содержанию белков и азота, и высокому содержанию лигнина и смолы, чрезвычайно трудно поддается разложению без предварительной обработки на скотном дворе, компосте или путем сжигания. Зола опилок содержит, главным образом, известь (более 50%), затем кали (до 38%) и мало фосфорной кислоты (не выше 5%). Воды сухой перегонки дерева дают кроме золы отброс от производства уксусной кислоты, в виде гипса, с примесью угля. Гипс в этом отбросе содержится до 50%, поэтому он может быть применен для удобрения лугов и клеверных посевов, а также

и для сдабривания компоста и для поглощения аммиака на скотном дворе и в хранилищах.

Переходя далее к отбросам животного происхождения, мы должны отметить, что эти отбросы скопляются в значительных количествах, главным образом в крупных городских центрах, на бойнях и на рыбных промыслах.

На благоустроенных бойнях дело организовано так, что одновременно с соблюдением санитарных требований достигается и возможно более полная утилизация всех животных отбросов, переработка которых в удобрительные туки и промывные фабрикаты происходит в непосредственном соседстве с бойнями на целом ряде специальных заводов. Прежде всего отделяется кровь (в возможно более чистом виде, разбавленном водою в состоянии), из которой на альбуминном заводе готовится альбумин (из прозрачной, кровяной сыворотки), и сушеная кровь (из кровяного оседающего на дно и высушиваемого в печах, а затем подвергаемого тонкому помолу в кровяную муку). Далее удаляется все содержимое желудка и кишечника, сильно разбавляемое водою и сплавляемое в канализацию бойни, а затем на помывочных или биологических фильтрах.

Забракованные, вследствие болезни, мясные туши целиком идут на завод по переработке сала, отделения костей, приготовления из костей и мяса — клея, костяной муки или мясной муки. Все эти операции быстро и легко производятся после разделки туши или костей в папиновых котлах, при высоком давлении. Паренные, обезжиренные и обезжиренные кости после просушки легко размалываются в порошок, костяную муку, представляющую весьма концентрированный фосфорный тук (с содержанием до 27% ф. к.). Органическое вещество костей (оссеин) при обработке костей паром при высоком давлении сполна выделяется и образует промывной фабрикат — клей, ценность которого оправдывает всю операцию даже при отсутствии спроса на костяную муку.

Поэтому главным продуктом является здесь клей и побочным, значительным, — костяная мука. С точки зрения удобрения почвы, костяная мука является ценным удобрением, так как содержит фосфор и азот.

Наконец, отбросы рыбных промыслов (головки, внутренности, мелкая и порченая рыба) образуют весьма ценный удобрительный тук — рыбное гуано, получившее широкое распространение в прибрежных и островных странах (напр., в Японии).

Рыбное гуано (порошок желтого цвета с острым запахом) содержит от 3 до 16% ф. кислоты, от 5 до 12% азота и всего около 1% кали (органических веществ по половине веса). Действие его уступает действию заокееанских гуано (напр., перуанского), которые представляют подвергшийся частичному разложению помет морских птиц (в перуанском гуано содержание ф. к. достигает 15%, азота тоже 15%). Действие его (благодаря преобладанию сырых костей) значительно более медленное по сравнению с действием птичьего гуано.

В заключение остается привести несколько данных относительно отбросов минерального состава других технических производств, не имеющих прямой связи с сельским хозяйством, но дающих хозяйству ценные удобрительные материалы. Почти все отходы, в особенности при дровяном или торфяном топливе, дают значительное количество золы, которая в сухом невыщелоченном состоянии представляет ценный удобрительный материал, выносящий отдаленный транспорт. Приведем данные среднего состава золы для наиболее распространенных видов топлива.

	Кали.	Ф. к.	Известь.
1. Зола навозная (кизяковая) . . .	11%	5%	9%
2. Зола соломы озимой.	20%	5%	9%
3. Древесная зола лиственных пород.	10%	6,5	30%
4. Древесная зола хвойных пород	6%	4,5	35%
5. Торфяная зола	1,5	0,5	6%
6. Зола каменного угля	0,1	0,1	3%

Известно, что калийным удобрением может считаться зола лишь в том случае, если она содержит не менее 1% калия.

притом еще с придачей значительного запаса органического вещества, внесенного в почву в известной стадии разложения уже само по себе обеспечивающее плодородия. Весь вопрос заключается в том, как следует сохранить до их внесения в почву, чтобы не только избавиться от потерь питательных веществ, но и привести органическое вещество в желательную степень разложения, при этом задача равномерного распределения его в почве могла бы достигаться с наибольшей полнотой и обстоятельностью.

В наилучшей степени этим требованиям удовлетворяет смешение отбросов органического происхождения (с достаточным содержанием песка и перегной), и такая смесь носит издавна международное латинское название компост (сокращенное от сложной смеси) — микстум композитум, употребительное и в русской литературе (рецептура). Заимствуем из «Настольной книги русского хозяина» описание приготовления компостных куч, принадлежащее И. А. Стебуту и отличающееся присущей ему исчерпывающей полнотой и обстоятельностью.

«Компост есть смешанный тук, который готовится из смеси различных веществ с целью, с одной стороны, воспользоваться для целей удобрения веществ, которые (как, напр., кровь, трупы павших животных, помет домашних птиц и др.) в хозяйстве в сравнительно небольшом количестве, затрудняющем накопление их самих по себе, или которые (как, напр., кровь, ночное золото, разная и проч.) в настоящем их виде неудобны для удобрения или для дальнейшего их применения, в случае невозможности немедленного употребления их для удобрения, а в будущем — сохранить эти вещества без всякой утраты важных для растения составных частей — и превратить их в такой тук (компост), который, представляя совершенно однородную и приготовленную разложением массу, удобно и равномерно распределяется по полю и доставлял бы удобряемому растению все необходимые для этого питательные вещества в состоянии наибольшей их усвояемости.

Для приготовления компоста употребляются вещества минерального, растительного и животного происхождения или отбросы фабричной, заводской или скотоводческой обработки их. Все эти вещества, как компостный материал, могут быть разделены на три группы: во-первых, на такие, которых (как, напр., животные трупы, мясо, кровь, золотые травы) употребление для удобрения без предварительной подготовки их и смеси с другими веществами неудобно и даже невозможно, и, во-вторых, на такие, которые (зола, костяная мука, известь) могут быть употреблены для удобрения и сами по себе, но употребляются в компост для снабжения его питательными веществами для растений, а иногда (зола, костяная мука) выпрысывают даже сами от такого их применения, вследствие ускорения их разложения. В третьих, на вещества, которые (кровь, ночное золото, свежая растительная масса) и сравнительно трудно и медленно разлагаются, но в особенности легко и быстро разлагаются (кости, рога, кости, шерсть, сухая растительная масса — древесные опилки, костяная мука). В четвертых, по преимущественному, если не исключительному, назначению при приготовлении компоста, на такие, которые назначаются для снабжения компоста питательными для растений веществами (азотистые животные вещества, кости, зола, костяная мука, известь, зола, навозная жижа) ускоряют разложение трудно и медленно разлагающегося компостного материала и, наконец, на такие, которые служат для быстрого разложения компостного материала и для поглощения продуктов разложения (опилки, кострика, земля).

Компост, подобно навозу в гноищах, готовится в кучах или ямах, преимущественно в первых, если компост готовится в главной массе из медленно разлагающихся веществ и преимущественно во вторых, если преобладает быстро разлагающийся компостный материал (ночное золото).

Компостные кучи закладываются лучше всего на несколько возвышенном месте или вблизи скотного двора или навозных гноищ, для того, чтобы было удобно пользоваться навозной жижей для поливки навозных куч; или

на возвышенном месте, доставляющего компостный материал или назначаемого для удобрения компостом (напр., луга), для того, чтобы избежать отчасти расхода рабочей силы на перевозку компостного материала (дерна, земли). Приготовлению компостных куч, особенно в больших количествах, ограничивается большей частью удалением дерна и почвы под компостную кучу глиной и весьма редко укрепляют его с помощью камней и кирпичей, так как весьма редко употребляют такую сильную постройку компостных куч, чтобы с них вытекала жижа; в случаях же этого последнего необходимо укрепление пола, подобно укреплению его в гноищах, и устройства борозды для жижи. Компостные кучи делаются обыкновенно с четырехугольным, продолговатым основанием и суживаются кверху, представляя собой пирамиду со срезанной верхушкой. Величина куч изменяется, смотря по обстоятельствам; средним числом, можно считать ее в 3—4 фута вышины, 8—12 фут. длины и 5—6 фут. ширины в основании.

При постоянном употреблении компостного удобрения необходимо иметь в хозяйстве несколько компостных куч, как различной спелости, так и различных по употреблению для их закладки компостному материалу; во-первых, потому, что компост требует для своего вылеживания более или менее продолжительного времени, от нескольких месяцев до двух лет, смотря по роду употребленного для его приготовления материала и климатическим условиям, так как посевание компоста есть процесс разложения, находящийся в зависимости от теплоты и влажности; во-вторых, потому, что было бы невыгодным замедлением в обороте удобрительного капитала, если бы сбор компоста сейчас же в одну компостную кучу как быстро, так и медленно разлагающихся веществ; так как в таком случае первые, посевные для удобрения, например, из 3—4 месяца, должны бы были, так сказать, оставаться без действия в течение 3—4 месяцев, быть может, посею для удобрения и вторые. А потому из более медленно разлагающихся веществ, как-то: земли, ила, дерна, торфа, дорожной грязи, древесных опилок, известкового мусора, иногда с ускоряющими их разложение веществами, напр., известью, закладывают отдельную кучу и затем уже пользуются продуктом ее, называемым компостной землей, или прямо для удобрения, напр., компостом из дерна или дерновой земли (кочек) с известью, или для образования из него сперва компостной кучи, а затем компостной земли.

Некоторые компостные материалы, прежде помещения их в кучу, требуют некоторой подготовки, как-то: измельчения (просушиванием, просеиванием, раздроблением лопатой, вилами), напр., земля, ил, торф, шоссевая и дорожная грязь, известковый мусор, зола или варки (кости, трупы) или обработки известью (кровь) и т. д. и закладке же различных материалов в компостную кучу следует руководствоваться следующими общими правилами: во-первых, по возможности переслаивать между собою различные материалы, в особенности материалы различной степени разложимости, при этом иметь в виду, что излишнее преувеличение содержания в куче трудно разлагающихся веществ сравнительно с содержанием в ней легко разлагающихся веществ значительно замедляет посевание кучи; во-вторых, приводить в возможно полное прикосновение между собой материал, требующий ускорения его разложения и материал, ускоряющий разложение; в-третьих, перекрывать и прикрывать слои, развивающие летучие продукты разложения слоями из веществ, задерживающих эти последние, а иногда же посыпать первые связывающим аммиак гипсом; наконец, в-четвертых, помещать в основание кучи материалы, медленно разлагающиеся, сильно и скоро поглощающие жидкие, так и газообразные вещества, лучше всего землю, компостную землю, дерн, и т. п. такими же материалами прикрывать кучу. При помещении в компост более жидких веществ следует делать под них слой из сухого компостного материала с возвышенными краями.

Компостные кучи нередко остаются без всякого ухода до времени употребления для удобрения; но отсутствие ухода не только замедляет посевание компоста, но и делает невозможным получение вполне хорошего, однородного компостного тука,

подготовленного во всех частях его одинаково; а потому может быть в некоторых случаях только разве экономическими соображениями, делающими выгодным расход на уход за компостной кучей. Уход за компостной кучей должен заключаться, главным образом, в перекопке от времени до времени компостной кучи, в особенности дающей компостную землю, и в поливке ее. При перекопке мешиваются хорошенько составляющие кучи слои, и из смеси образуется новая компостная куча. Перекапывание, начинаясь, спустя 4—8 недель после закладки, вторгается два, три, четыре раза до наступления окончательной спелости компоста, смотря по материалам, из которых сложена куча, и состоянию погоды; чем быстрее разлагаются заложенные в кучу материалы и чем теплее при достатке влаги, тем скорее может быть перекопана куча и тем меньше число раз нужно перекапывать ее. Поливка компостной кучи предпринимается не только с целью пополнения необходимой для разложения компостных материалов влаги, но и для введения ускоряющих разложение компоста веществ; почему для поливки употребляются преимущественно содержащая азотистые вещества навозная жижа, но не простая вода. Компостной кучей можно пользоваться, во время ее поспевания, для разведения тыквы, кукурузы; что не только украшает, но и оттеняет кучу, доставляя в то же время хотя небольшой доход. На зиму хорошо прикрывать компостные кучи дурными проводниками тепла, напр., картофельной ботвой, пыреем, хворостом, в некоторых случаях даже навозом, для того, чтобы предохранить кучу от промерзания; что особенно важно тогда, когда компост должен быть развезен из кучи зимой, чтобы воспользоваться свободной в это время рабочей силой хозяйства.

При разнообразии материалов, закладываемых в компостные кучи, невозможно привести никакого даже в средних числах выраженного химического состава компоста. При этом разнообразии материалов может быть полезным для удобрения перемешивание продуктов различных компостных куч между собой и сдабривать их еще бавлением костяной муки или других, богатых фосфорной кислотой веществ; при складывании такую смесь еще раз в кучу на 4—6 недель и поливать ее в это время навозной жижей.

VIII. Известкование, мергелевание и гипсование почв.

В четырех предшествующих лекциях (IV—VIII) мы ознакомились с различными способами заправки почвы органическим веществом.

Долговечность или длительность благотворного влияния органического вещества обуславливается тем, в каких соединениях эти вещества сохраняются в почве, а в каких — в виде простых веществ. Наибольшее значение для поддержания физических и химических свойств почвы принадлежит, несомненно, гуминово-известковым соединениям, образование которых в почве возможно лишь при достаточно высоком содержании известковой или магнезической соли. Нерастворимость или малая растворимость большинства из этих соединений в воде, а также их способность к образованию прочных соединений с углекислым газом, делают их весьма ценными для почвы. Действие между органическим веществом и известью, даже при сравнительно низком содержании последней, очень важно. А потому не удивительно, что зачастую внесение в почву измельченного и деятельного состояния (в виде гидрата окиси кальция) свежегашеной извести сопровождается значительным эффектом на почвах, содержащих карбонаты (напр., на черноземах) и даже на известковых почвах.

Мы уже отмечали (в III лекции) благотворное действие извести на почвы, само по себе объясняющее полезный эффект известкования тяжелых почв. Однако, этот эффект, так же как и эффект заправки органическим веществом, не может быть прочным и длительным, если известкование не сопровождается внесением соответствующего количества органического вещества, так как известь в тонком состоянии и в виде растворимого в воде гидрата окиси кальция весьма легко вымывается из почвы. Поэтому длительная заправка почвы известью осуществима лишь при известном сочетании с заправкой почвы органическим веществом, в виде лиственного навоза, или в виде зеленого удобрения, или в виде торфа и т.д. В последнем случае достигается еще до внесения в почву то взаимодействие между известью и органическим веществом, которое в самой почве не так легко достигается, благодаря трудности равномерного распределения в почве заправляемых питательных материалов.

Для более полного выяснения теории и практики известкования — необходимо ближе ознакомиться с разнообразными взглядами на этот счет, существующими в с.-х. литературе и среди практиков-хозяев, так как вопрос этот по своей важности с самых древних времен привлекал особенное внимание хозяев и по своей сложности даже до настоящего времени не выяснен наукой с необходимой полнотой и точностью. Основным источником для нас на важнейших этапах развития наших знаний в данной области является труд Альбрехта, посвященный почвоведению и химическому земледелию (т.-е. учению об удобрениях), почти вся глава о минеральных удобрениях (занимающая около 1/3 части всего сочинения). В третьем томе своего сочинения «Основания рационального сельского хозяйства», посвященном почвоведению и химическому земледелию (т.-е. учению об удобрениях), почти вся глава о минеральных удобрениях (занимающая около 1/3 части всего сочинения). В третьем томе своего сочинения «Основания рационального сельского хозяйства», посвященном почвоведению и химическому земледелию (т.-е. учению об удобрениях), почти вся глава о минеральных удобрениях (занимающая около 1/3 части всего сочинения). В третьем томе своего сочинения «Основания рационального сельского хозяйства», посвященном почвоведению и химическому земледелию (т.-е. учению об удобрениях), почти вся глава о минеральных удобрениях (занимающая около 1/3 части всего сочинения).

Тем любопытнее объяснения действия извести на почву, предлагаемое Тэером, основанное на гумусовой теории питания растений. Объяснение это дано в § 629 на стр. 180 и в особенности в § 633 (стр. 183) в весьма сжатой и категорической форме. Нужно признаться, довольно близко подходит и под современное представление о действии извести.

«§ 629. Известь, находящаяся в почве, конечно, имеет значительное влияние на физическое качество, как о том было сказано в Агрономии, но в искусственном применении извести к почве мы должны смотреть на ее химическое действие, поскольку ее тогда нельзя употребить в таком большом количестве, чтобы она могла произвести значительную перемену в плотности почвы.

Химическое, или собственно, удобряющее действие извести, повидимому, также имеет двух родов. С одной стороны, она действует на перегной просто как разлагающее средство, разрешая его, приводя в деятельность и в такое состояние, чтобы оно могло переходить в растения. По сей причине удобрение известью бывает тем действеннее, если более в почве перегной и тем заметнее, чем неразрешимее был сей перегной по своему свойству. Особенно известь служит к освобождению кислого перегноя от его кислоты, посредством чего он только и становится плодотворным.

Но с другой стороны, весьма вероятно, что известь также действует несколько и на угольную кислоту и посредством оной доставляет действительную пищу растениям. В жизненной деятельности корней, особенно некоторых прозябаемых, повидимому, известь имеет такое действие, что известь углерод, который, однако же, лишь в той же мере привлекает из атмосферы. Ибо нельзя отрицать, чтобы удобрение известью не производило некоторого действия и на такой почве, которая содержит в себе весьма много перегноя, сие заметно даже и при повторном удобрении известью, хотя действие оной бывает здесь гораздо слабее, нежели в почве, содержащей перегной, или где ей приходится ей посредством попеременного удобрения растительным и животным навозом. Далее мы знаем, что некоторые роды растений получают особую силу от извести, проникают корнями своими в известковый камень, в природном его состоянии некоторым образом разлагают его. Особенно заметно сие в эспарцете, или в гречке, который своим главным корнем проникает в известковый камень

7. Настоящее состояние земледелия в России требует применения известкования в виде известкового компоста с углублением пахотного слоя известковой системой полеводства».

В свое время взгляды, изложенные И. А. Стебутом, получили авторитетное подтверждение со стороны знаменитого русского химика Д. И. Менделеева, который в 1860-х годах организовал первые опыты по применению минеральных удобрений в различных районах России, и при представлении сводного отчета по этим опытам Императорскому Обществу в 1867 и 1872 г.г.¹⁾ дал объяснение неудачам по применению минеральных удобрений, заключающееся в том, что русские почвы находятся в культурном, диком состоянии для выгодного использования минеральных удобрений, что необходимо сначала озаботиться о некоторой заправке этих почв органическими веществами, а потому и рекомендовал русским хозяевам следовать авторитетному совету И. А. Стебута и примеру всех западно-европейских стран в отношении широкого применения известки.

Как ни убедительны были доводы маститых русских авторитетов Стебута и Менделеева, однако же в русской практике известкование не только не привнесло еще встретило ряд новых чисто теоретических затруднений.

В 80-х годах толчок к применению минеральных удобрений на почвах земной России дан был знаменитыми опытами проф. А. Н. Энгельгардта, противившимися в его имении Баташево, Дорогобужского уезда, Смоленской губ., — при этом противостоял взглядам Менделеева и Стебута, Энгельгардт горячо пропагандировал применение минеральных удобрений (фосфоритной муки и каинита) — именно культурных, диких почвах и видел именно в этих удобрениях главный рычаг повышения для культуры непроизводительных, тощих земель северной России.

В отношении же известки он, на основании своих наблюдений, придерживаясь более умеренной точки зрения, считая известкование мерой более соответствующей почвам, предварительно заправленным фосфоритованием, каинитованием и сидерацией (см. его статью в «Землед. Газете» за 1889 г.: «Известкование или фосфоритование»). Последующие полевые опыты на Энгельгардтовской опытной станции и лабораторные исследования проф. Д. Н. Прянишникова (при Петровской Академии) и проф. П. С. Косовича (в Лесном Институте) развили и углубили взгляды А. Н. Энгельгардта, как в отношении действия фосфоритов, так и в отношении действия известки. Исследованиями была впервые раскрыта значительная сложность вопроса, многостороннее влияние этих удобрений во многих случаях оказалось не вполне благоприятным, именно отчетливо обнаружилось, что известка ослабляет усвояемость фосфорной кислоты из трудно растворимых известковых фосфатов, хотя в то же время способствует усвоению фосфорной кислоты из наименее растворимых фосфоритовых соединений, каковы соединения с окисью железа и с глиноземом.

Важнейшие выводы проф. П. С. Косовича в отношении действия известки приведены им в VI выпуске «Трудов С.-Х. Химич. Лаборатории» в 1909 г. Приводя свои выводы и также взгляд автора на направление дальнейших опытов по данному вопросу, он делает следующие выводы:

1. Известкование кислой сильно подзолистой почвы, без внесения других питательных веществ, резко повышало урожай различных растений, доводя производимость до нормы.

2. В одном из докладов Вольно-Экономическому Обществу о результатах применения фосфатных удобрений Д. И. Менделеев высказывает ту мысль, что если наши почвы, за исключением черноземных, и страдают чем-либо, то отнюдь не недостатком чего-либо в отдельности, а преимущественно всеобщим недостатком правильного удобрения и обработки, и особенно недостатком того, что называли зрелостью или спелостью почвы. «Фосфориты у нас не действуют потому, что наши земли, выражаясь прежним языком практиков, не доведены до зрелости». Поэтому он думает, что навоз, хорошая обработка и известкование, а не фосфориты нужны нам». (Труды Энгельгардта. опытная станция, вып. I, стр. 139).

3. Так как эта сторона действия известки не являлась результатом увеличения содержания в почве кальция и калия в доступной для растений форме, то можно думать, что известкование обуславливалось воздействием известки на азот и фосфорную кислоту почвы.

4. Другая часть благоприятного эффекта известкования кислой сильно подзолистой почвы должна быть приписана происходящей под влиянием известки нейтрализации почвенных кислот и, быть может, изменением физических свойств почвы.

5. Относительное значение той и другой группы причин благоприятного действия известки растений, погодных условий.

6. Благоприятное действие углекислого кальция на урожай на кислой подзолистой почве повышалось с увеличением количества вносимого тука до известной нормы, близкая к количеству известки, потребному для нейтрализации кислотности почвы; дальнейшее повышение количества вносимой известки, смотря по роду растений, или не имело существенного влияния на урожай, или более или менее сильно понижало его.

7. В некоторых же случаях большие количества внесенной известки совершенно не влияли на урожай. Таким образом, там, где известкование вообще было в состоянии повысить урожай, получение положительных или отрицательных результатов зависело решающим образом от примененных количеств кальция. В частности, вредное известкование может оказаться безрезультатным и привести к ошибочному мнению, что почва будто не нуждается в известковании. С другой стороны, вредное влияние очень сильного известкования может, при известных условиях, служить помехой возможности благоприятных результатов при надлежащем изменении количества углекислого кальция. Поэтому для первоначального освещения вопроса о том, является ли данная почва в известковании, по возможности, следует скорее исходить из предположения, чем из слабых количеств углекислого кальция, если испытание различных градаций почему-либо является невозможным.

8. Вредное действие избыточного известкования на растения проявлялось в задержании всходов, в гибели последних и в страдании растений, листья которых снабжались красноватыми пятнами, потом по краям бурели и подсыхали; при этом, однако, необходимо упомянуть, что при гибели или страдании большинства растений в том или другом из сосудов отдельные экземпляры иногда развивались почти нормально; вообще же растения при вредном влиянии избытка известки отличались не только приземистостью и мясистостью стеблей и листьев.

9. Относительно отдельных видов растений следует отметить, что горчица, клевер и чина оказались наиболее чувствительными к кислотности сильно подзолистой почвы, особенно первая из них; согласно с этим известкование этой почвы сильно повышало их урожай, однако, избыток известки отзывался на этих растениях на кислой подзолистой почве весьма вредно; вики, горох и рожь, поскольку можно судить по имеющимся опытам, несколько более мирятся с кислотностью почвы, чем предыдущие растения; известкование кислой, сильно подзолистой почвы почти так же сильно повышает их урожайность, но избыток известки отзывался несколько слабее, исключая, чем, вики, которая в некоторых случаях (повидимому, в более сырые годы), на общем земледелии. Вып. 2-й.

10. Известкование кислой сильно подзолистой почвы, без внесения других питательных веществ, резко повышало урожай различных растений, доводя производимость до нормы.

11. В одном из докладов Вольно-Экономическому Обществу о результатах применения фосфатных удобрений Д. И. Менделеев высказывает ту мысль, что если наши почвы, за исключением черноземных, и страдают чем-либо, то отнюдь не недостатком чего-либо в отдельности, а преимущественно всеобщим недостатком правильного удобрения и обработки, и особенно недостатком того, что называли зрелостью или спелостью почвы. «Фосфориты у нас не действуют потому, что наши земли, выражаясь прежним языком практиков, не доведены до зрелости». Поэтому он думает, что навоз, хорошая обработка и известкование, а не фосфориты нужны нам». (Труды Энгельгардта. опытная станция, вып. I, стр. 139).

12. Так как эта сторона действия известки не являлась результатом увеличения содержания в почве кальция и калия в доступной для растений форме, то можно думать, что известкование обуславливалось воздействием известки на азот и фосфорную кислоту почвы.

13. Другая часть благоприятного эффекта известкования кислой сильно подзолистой почвы должна быть приписана происходящей под влиянием известки нейтрализации почвенных кислот и, быть может, изменением физических свойств почвы.

14. Относительное значение той и другой группы причин благоприятного действия известки растений, погодных условий.

15. Благоприятное действие углекислого кальция на урожай на кислой подзолистой почве повышалось с увеличением количества вносимого тука до известной нормы, близкая к количеству известки, потребному для нейтрализации кислотности почвы; дальнейшее повышение количества вносимой известки, смотря по роду растений, или не имело существенного влияния на урожай, или более или менее сильно понижало его.

16. В некоторых же случаях большие количества внесенной известки совершенно не влияли на урожай. Таким образом, там, где известкование вообще было в состоянии повысить урожай, получение положительных или отрицательных результатов зависело решающим образом от примененных количеств кальция. В частности, вредное известкование может оказаться безрезультатным и привести к ошибочному мнению, что почва будто не нуждается в известковании. С другой стороны, вредное влияние очень сильного известкования может, при известных условиях, служить помехой возможности благоприятных результатов при надлежащем изменении количества углекислого кальция. Поэтому для первоначального освещения вопроса о том, является ли данная почва в известковании, по возможности, следует скорее исходить из предположения, чем из слабых количеств углекислого кальция, если испытание различных градаций почему-либо является невозможным.

17. Вредное действие избыточного известкования на растения проявлялось в задержании всходов, в гибели последних и в страдании растений, листья которых снабжались красноватыми пятнами, потом по краям бурели и подсыхали; при этом, однако, необходимо упомянуть, что при гибели или страдании большинства растений в том или другом из сосудов отдельные экземпляры иногда развивались почти нормально; вообще же растения при вредном влиянии избытка известки отличались не только приземистостью и мясистостью стеблей и листьев.

18. Относительно отдельных видов растений следует отметить, что горчица, клевер и чина оказались наиболее чувствительными к кислотности сильно подзолистой почвы, особенно первая из них; согласно с этим известкование этой почвы сильно повышало их урожай, однако, избыток известки отзывался на этих растениях на кислой подзолистой почве весьма вредно; вики, горох и рожь, поскольку можно судить по имеющимся опытам, несколько более мирятся с кислотностью почвы, чем предыдущие растения; известкование кислой, сильно подзолистой почвы почти так же сильно повышает их урожайность, но избыток известки отзывался несколько слабее, исключая, чем, вики, которая в некоторых случаях (повидимому, в более сырые годы), на общем земледелии. Вып. 2-й.

19. Известкование кислой сильно подзолистой почвы, без внесения других питательных веществ, резко повышало урожай различных растений, доводя производимость до нормы.

20. В одном из докладов Вольно-Экономическому Обществу о результатах применения фосфатных удобрений Д. И. Менделеев высказывает ту мысль, что если наши почвы, за исключением черноземных, и страдают чем-либо, то отнюдь не недостатком чего-либо в отдельности, а преимущественно всеобщим недостатком правильного удобрения и обработки, и особенно недостатком того, что называли зрелостью или спелостью почвы. «Фосфориты у нас не действуют потому, что наши земли, выражаясь прежним языком практиков, не доведены до зрелости». Поэтому он думает, что навоз, хорошая обработка и известкование, а не фосфориты нужны нам». (Труды Энгельгардта. опытная станция, вып. I, стр. 139).

21. Так как эта сторона действия известки не являлась результатом увеличения содержания в почве кальция и калия в доступной для растений форме, то можно думать, что известкование обуславливалось воздействием известки на азот и фосфорную кислоту почвы.

22. Другая часть благоприятного эффекта известкования кислой сильно подзолистой почвы должна быть приписана происходящей под влиянием известки нейтрализации почвенных кислот и, быть может, изменением физических свойств почвы.

23. Относительное значение той и другой группы причин благоприятного действия известки растений, погодных условий.

24. Благоприятное действие углекислого кальция на урожай на кислой подзолистой почве повышалось с увеличением количества вносимого тука до известной нормы, близкая к количеству известки, потребному для нейтрализации кислотности почвы; дальнейшее повышение количества вносимой известки, смотря по роду растений, или не имело существенного влияния на урожай, или более или менее сильно понижало его.

25. В некоторых же случаях большие количества внесенной известки совершенно не влияли на урожай. Таким образом, там, где известкование вообще было в состоянии повысить урожай, получение положительных или отрицательных результатов зависело решающим образом от примененных количеств кальция. В частности, вредное известкование может оказаться безрезультатным и привести к ошибочному мнению, что почва будто не нуждается в известковании. С другой стороны, вредное влияние очень сильного известкования может, при известных условиях, служить помехой возможности благоприятных результатов при надлежащем изменении количества углекислого кальция. Поэтому для первоначального освещения вопроса о том, является ли данная почва в известковании, по возможности, следует скорее исходить из предположения, чем из слабых количеств углекислого кальция, если испытание различных градаций почему-либо является невозможным.

26. Вредное действие избыточного известкования на растения проявлялось в задержании всходов, в гибели последних и в страдании растений, листья которых снабжались красноватыми пятнами, потом по краям бурели и подсыхали; при этом, однако, необходимо упомянуть, что при гибели или страдании большинства растений в том или другом из сосудов отдельные экземпляры иногда развивались почти нормально; вообще же растения при вредном влиянии избытка известки отличались не только приземистостью и мясистостью стеблей и листьев.

27. Относительно отдельных видов растений следует отметить, что горчица, клевер и чина оказались наиболее чувствительными к кислотности сильно подзолистой почвы, особенно первая из них; согласно с этим известкование этой почвы сильно повышало их урожай, однако, избыток известки отзывался на этих растениях на кислой подзолистой почве весьма вредно; вики, горох и рожь, поскольку можно судить по имеющимся опытам, несколько более мирятся с кислотностью почвы, чем предыдущие растения; известкование кислой, сильно подзолистой почвы почти так же сильно повышает их урожайность, но избыток известки отзывался несколько слабее, исключая, чем, вики, которая в некоторых случаях (повидимому, в более сырые годы), на общем земледелии. Вып. 2-й.

кислой почве совершенно погибла под воздействием больших количеств извести. Наконец, ячмень, хотя и оказался не особенно чувствительным к воздействию извести, но в то же время был благодарен за известкование и весьма хорошо отозвался на избыточные количества углекислого кальция.

10. Так как в опытах 1904 года на кислой, сильно подзолистой почве щелочности первоначальная кислая реакция почвы изменилась, судя по влиянию углесолей при ячмене существенно слабее, чем при вике, то можно положить, что растения при известных условиях в состоянии действовать на почву, и что влияние различных растений в этом направлении может быть разным. Быть может, различия растений в этом отношении и объясняется, по мере отчасти, неодинаковое влияние на них одних и тех же, и в частности на количества извести.

11. Резкое вредное действие больших количеств извести проявлялось на кислой сильно подзолистой почве; на слабо же подзолистой почве, сером лесном и черноземе избыточное известкование вело лишь к более или менее заметному снижению урожая.

12. Известь, примененная в избыточных количествах, влияет вредно не непосредственно, а чрез соединения, являющиеся результатом обменных между почвой и углекислым кальцием.

13. Разница между нормальным произрастанием растений на известкованной в природе и угнетенным развитием их в сосудах при сильном применении извести — последствие условий вегетационных опытов, ибо углесолы подпочвы и в естественных условиях, если вообще проявились, то лишь весьма слабое неблагоприятное влияние даже вычайно больших доз. Причины же нормального развития растений на естественных известковых почвах можно искать в том, что здесь реакция между почвой и углекислым кальцием, дающие вредное соединение, закончены или совершаются в очень малом количестве, или вредные соединения вымываются, или вымываются. Отсутствие или слабость этих соединений обуславливается в данном случае, по видимому, тем, что углекислый кальций находится в слабо деятельном состоянии.

14. Наиболее вероятными вредными соединениями, образующимися в кислых почвах, как результат воздействия на них больших количеств углекислого кальция, по нашему мнению, надо признать углекислые соли натрия и калия. Отчасти, может быть, и легко растворимые нейтральные соли. За это предположение говорит ясно щелочная реакция почв, получивших известь в избытке, а также и развитие растений, а именно приземистый их рост и мясистость, чем эти растения поминают флору щелочных солонцев.

15. В общем подобно мелу действовали и другие испытанные материалы: углекислый кальций, мрамор, луговая известь, доломит, углекислый магний. Основные черты этой однородности действия — в возрастании урожая по мере увеличения количества примененных материалов вблизи максимальных урожаев, достигнутых при помощи разных соединений кальция и магния и в вредном влиянии избыточных доз этих соединений.

16. В частности действия испытанных материалов наблюдались различия, главным образом, в следующем: 1) вред от избыточных доз на подзолистой почве был не одинаков; при чем наиболее интенсивно в этом направлении действовал углекислый магний, а наименее сильно — доломит, и 2) на почве под ячменем только магнезит оказывал вредное влияние, в то время, как остальные материалы действовали благоприятно.

17. Смеси из мела и магнезита, состоявшие из различных относительных частей того и другого действовали на сильно подзолистой кислой почве, пока их количества не превышали известной нормы, приблизительно одинаково благоприятно, в общем, так же, как мел или магнезит в отдельности; в частности, применение смесей и изменение в них отношения между кальцием и магнием не отзывалось

на максимальных урожаях. Но в случаях внесения избыточных количеств углесолей, влияющих на этой почве вредно, отношения между кальцием и магнием сказывались, главным образом, так: прибавка магнезита более или менее уменьшала вред от мела и, наоборот, прибавка мела ослабляла неблагоприятное влияние магнезита, при чем эти явления, по видимому, не обуславливались изменениями реакции почвы.

18. Предварительное (до посева) промывание водою известкованных почв, с целью удаления из них (предполагаемых) легко растворимых вредных для растений соединений, только незначительно ослабило неблагоприятное действие избыточного известкования, хотя следует заметить, что примененное промывание нельзя не признать сравнительно слабым.

Разновременное внесение извести (непосредственно перед посевом и за 30 дней до посева) не сказалось на изменении влияния избыточного известкования; побочный же эффект получился и при повторении посева тех же растений на тех же почвах, известкованных в предшествующем году; вика и гречиха, служившие для опыта, страдали от избытка мела одинаково в том и другом году.

Опыт совместного внесения в почву, при избыточных количествах внесенного еще гипса, с целью при содействии последнего ослабить вредное действие образующихся щелочных углесолей, не дал благоприятного результата в предполагавшемся направлении.

При постановке дальнейших опытов по вопросам известкования, по мнению Лабо-ри проф. Коссовича, следует обратить внимание на следующее:

1. Какая часть благоприятного действия известкования должна быть отнесена: а) на изменение известью реакции почвы, б) на улучшение условий питания растений (главным образом, здесь имеется в виду воздействие извести на азот и фосфорную группу почвы) и в) на изменения физических свойств почвы. Этот вопрос желательно решить для различных почв, растений и погодных условий.

2. Какая часть неблагоприятного действия избыточных количеств углесолей обуславливается влиянием их на реакцию почвы и какая изменением количественных отношений в почве кальция к магнию — также при различных сочетаниях почвы, растений и погоды.

3. При наличии каких условий известкование оказывает неблагоприятное влияние на питание растений (главным образом, фосфорной кислотой) и в какой степени?

4. Утрачивается ли вредное действие избыточных количеств искусственно внесенной извести при весьма продолжительном (многолетнем) взаимодействии ее с почвой.

5. Нельзя ли устранить или существенно ослабить вредное действие избыточных количеств извести путем какой-либо предварительной обработки ее или одновременным внесением в почву других веществ.

6. Действительно ли реакция почвы находится в зависимости, между прочим, и от количества внесенного известкового материала.

Интересно отметить, что подзолистая почва, с которой производил большинство опытов проф. Коссович, взята им из его имения Сестрино, Красненского уезда Смоленской губернии.

Характерно в выводах проф. П. С. Коссовича отсутствие каких-либо указаний на зависимость между известковым и калийным питанием растений, между тем, как этот вопрос оказался предметом наиболее обширных и плодотворных исследований в заграничной литературе последнего времени.

Выводы, к которым пришел проф. Д. Н. Прянишников по вопросу о действии извести, в наиболее полном виде изложены им в «Сборнике», изданном в 1919 г., под редакцией проф. Я. В. Самойлова, при чем главнейшие выводы им формулированы в стр. 109) в следующих пяти положениях:

1. Весьма существенно для каждого рода почвы опытом определить норму извести, необходимой для достижения наибольшего эффекта; малые дозы могут на некоторых

что свежагашенная известь представляет наиболее тонкое измельчение, никакими механическими операциями, и в таком состоянии достигается наиболее равномерное распределение извести в почве; в-четвертых, потому, что гидратация—соединение растворимое в воде, а следовательно, после смешения с почвой, способное вступать в химические реакции со многими соединениями почвы, чем, в отличие от почвенного раствора, тогда как все другие формы извести по своей малости

не могут оказывать такого же химического воздействия на почву. За последнее время указанным преимуществам обожженной извести не только не было, а во-первых, в виду того, что некоторые природные материалы, как известковый туф, луговая известь, мергель, сами по себе представляют тончайшие продукты, происшедшие в результате химических процессов (а не в результате механического раздробления или смешения) и потому легко могут быть доведены до весьма тонкого измельчения; во-вторых, потому, что перевозка и разбивка извести сопровождаются серьезными повреждениями здоровья рабочих и животных; в-третьих, потому, что едкая известь и при запашке оказывает слишком сильное действие на почву, вызывая быстрое разложение органических веществ, а следовательно, повреждение растений, не выносящих щелочной реакции почвенного раствора; в-четвертых, потому, что в форме едкой извести удобрение возможно лишь задолго до посева, преимущественно на чистом пару, под озимь, тогда как в известковании бо- лее поздней осенью, в особенности все бобовые, которые, однако, не выносят щелочной реакции и не развивают на своих корнях клубеньков в присутствии извести. Наименее пригодны для известкования трудно поддающиеся разложению кристаллические известняки и доломитизированные известняки, содержащие большое количество углекислой магнезии и солей железа; мало пригодны также аморфные известняки, содержащие значительный процент кремнекислоты и в таком состоянии во влажном состоянии водоупорный цемент (то, что Тээр называл «цементом»).

Примером доломитизированных известняков могут служить известковые слои, встречающиеся по Днепру в окрестностях Орши и служившие для выработки известной извести. Первые анализы оршанских известняков были произведены Горьковского Землед. Института Королевым (см. его актовую речь в 1856 г. в «Известиях Института» том 6-й), и эти анализы показали, что по типу и содержанию оршанские известняки должны быть отнесены к разряду доломитных (они содержат при 55% углекислой извести от 34 до 40% углекислой магнезии, от 3 до 6% окиси и закиси железа); след., в сыром виде они были бы пригодны для удобрения, тем более, что измельчение их представляло бы для технических трудностей. Но и в обожженном состоянии они не могли дать пользы, так как при этом получалась не жирная, а тощая. Развивающаяся при гашении мало теплоты и увеличивающаяся в объеме всего в 1,5-2 раза (т.-е. вдвое меньше, чем жирная известь). Кроме того, вследствие неоднородности минералогического состава отдельных валунов, на ряду с обожженной известковой мергелем, который, конечно, нигде не находится, кроме гористых стран. В других местах попадаются обломки необожженного известняка и даже посторонние породы, которые путем отсеивания может быть получена более однородная известь. Еще менее пригодны для удобрения девонские песчаные известняки или песчаники, представляющие более разнородную по составу смесь кварцевого песка с известковым цементом. Менее и такие известняки в былые времена применялись без успеха, как свидетельствует И. А. Стебут (в своем руководстве по удобрению, изданном в 1882 г. Академией), приводящий состав известняка из имени Левки помещика А. Д. Стебута (на левом берегу Днепра, в Горьком у.), (углекислой извести—62%, углекислой магнезии—5%, кремнезема и глинозема—28%, окиси железа—3%, остальное—вода). Известняк, по мнению Стебута, должен быть отнесен к типу гидравлических известняков (что подтверждается аналогичным составом юрских известняков из Франции, при обжигании гидравлическую известь).

Более чистым, но более дорогим известковым материалом является мел.

до 98% углекислой извести, затем луговая известь, содержащая тоже до 98% углекислой извести, известковый туф и раковистый известняк.

По степени размельченности наиболее ценным материалом является луговая известь, представляющая осадок, после высушивания распадающийся в тончайший порошок.

Там, где эти материалы встречаются в значительном количестве, в виде естественных залежей, применение их для удобрения полей не требует никакой химической переработки и обжигания, а лишь просушки и измельчения (при помощи обыкновенных мельничных жерновов), а иногда и без измельчения.

Более распространенным видом известкового удобрения является мергель, который, однако, по разнообразию состава может быть правильно оценен лишь по химическому составу. Даже типичный лесс, с содержанием карбонатов, достаточным для удобрения, может быть отнесен к типу песчаных или лессовых мергелей, если в нем часто содержится свыше 10% углекислой извести. Даже в лесной области почвы встречается сильно вскипающий лесс, пригодный для удобрения. Так, например, лесс, взятый на глубине около 1 саж., на Стабутовском опытном поле и содержащий 8% углекислой извести, и при внесении нормальной смеси мергеля с азотом, фосфором и калием растения на таком лессе развивались вполне нормально (вегетационный опыт. 1921 г.).

Интересный пример в подтверждение того, что мергель в природе встречается гораздо чаще, чем предполагают хозяева, не умеющие его распознавать и использовать, дан в своем руководстве А. Тээр.

«§ 638. Польза от мергеля была известна еще в самые древние времена и, по крайней мере, он всегда был в употреблении, где только прилагали некоторое старание к возделыванию земли. Что сие употребление не сделалось повсеместным, тому главнейшей причиной, конечно, было незнание свойства мергеля. Понятие о нем всегда соединяли с понятием об ископаемом, имеющем известное, предполагаемое свойство. А как мергель бывает весьма различного вида и цвета, то никто не узнавал его, как скоро он был в том виде, какой имеет известный ему род. Так, Фридрих Великий, который был самым здравым и самым правильным понятием о земледелии, наконец, принужден был отказаться от сего занятия потому, что его распоряжения, будучи неправильно поняты, исполнялись с малым успехом. Между 1750 и 1760 годами он призвал к себе несколько добывателей мергеля с тем, чтобы они, объезжая все его области, отыскали бы мергель; но получил отовсюду донесения, что, при тщательнейших поисках, не удалось найти мергеля; между тем, как в областях его находится величайшее количество мергеля, и притом такого свойства, которое напаче прилично большей части земель. Предвзвешенно, что в Пруссии нельзя найти мергеля, так укоренился, что надо было искать мергеля, прибывшие из гористых стран, вероятно, знали только каменные уголья в равнинах, почти нигде не узнавали, а где случайно находились, считали их за уголья, как в Прее в Голштинии, там думали, что сие полезное действие происходит от выкапываемой глины, и потому брали по временам глину, которая была не мергель, почему и не оказывалось от нее ожидаемого действия. Химия могла нам пояснить опыты, повидимому, противоречившие один другому. Распространению удобрения мергелем препятствовало также сделанное из оного предположение, что он дешевле навоза и думали, что без сего последнего можно обойтись; они держали мергель менее скота и продавали сено и солому другим, не удобрявшим земли мергелем. Естественно, что таким образом почва, по прекращении химического действия мергеля, становилась бесплодной и что вторичное удобрение оным, при отсутствии

перенная из земли, весьма мало приносило пользы. По сей причине, еще за сот лет пред сим, произошла пословица: мергель — отцам богатство, детям — бедность, и слово: ausmergeln, которым, даже без отношения к происхождению его, вообще означают истощение почвы. Но при хорошем хозяйстве пословица так мало заключает в себе истины, что можно напротив того сказать: мергель постепенно увеличивает богатство земли для каждого поколения, «самый материал для навоза посредством его производится все в большем и количестве».

В качестве искусственных известковых материалов для удобрения чаще всего используется фильтр-прессная или дефекационная грязь свеклосахарных заводов. Количество потребной извести составляет около 6% всей перерабатываемой свекловичной извести (которая, однако, содержит вредные сернистые соединения); для мыловаренных заводов и зола лугового торфа. Остальные известковые материалы, содержащие более ценные питательные вещества, напр., суперфосфат, гипс, поваренная соль, селитра, томасшлак, фосфориты и костяная мука, — применяются в малых количествах и потому не могут служить для заправки почвы в отношении извести.

Нормы известкового удобрения колеблются в весьма широких пределах, в зависимости от разнообразия материалов и почвенных условий. Если в отношении известного значения имеет ближайшая цель удобрения, т.-е. имеется в виду определенный посев или длительная заправка почвы, хотя бы на протяжении полного цикла севооборота, то в отношении верхнего предела приходится прибегнуть к неблагоприятным действиям избытка извести на ближайшие посевы, а вредные последствия тоже колеблются для различных почв в широких пределах; с повышением содержания перегнойной и иловой части почвы выносятся без видимого ущерба будущим посевам, дабы благотворное действие извести на почву успело проявиться. В полевых условиях, благодаря периодическим понижениям влажности, а в связи с этим—повышением концентрации почвенного раствора пределы, повидному, должны быть понижены, но крайней мере, вдвое, до 600 п.). Из опытов северо-американских опытных станций (в особенности Иллинойс и Пенсильвания) выяснилось, что вполне достаточной нормой известковой кислоты можно считать 300 пуд. углекислой извести (при повторении не чаще, чем раз в 4 года), что соответствует, примерно, 160 п. извести на дес., при чем в эти сроки (продолжавшихся от 15 до 35 лет) обнаружилось решительное преимущество кислой извести (в виде молотого известняка) перед гашеной известью (в том же количестве по основанию).

Вспомогательное значение имеет также и соотношение известкования к известкованию, так как способность корней использовать известь из нерастворимых соединений, ко способностью корней использовать известь из нерастворимых соединений, по Эренберга, отношение к известковому удобрению обуславливается для различных растений их потребностью в калийном удобрении. Чем резче выражается эта потребность, тем опаснее известкование, так как оно может еще более обострить эту способность в силу закона калийно-известкового питания растений. С этой точки зрения под калийлюбивые растения (как клевер, свекла, картофель, лен, бобовые) должно лишь умеренное известкование, предпочтительно под предшествующие этим растениям культуры, чтобы известковые удобрения успели проявиться. Этот вывод и действительно оправдывается эмпирическим опытом, так как известкование практикуется чаще всего в пару перед озимым хлебом, следовательно, известкование оказывает свое действие на первый взгляд представляется несравненно резче, притом при внесении гораздо меньших количеств, а именно всего 15—20 пудов на десятину, тогда как действие извести и мергеля при внесении весьма больших количеств (выражающихся в сотнях и тысячах пудов на дес.). С другой стороны, действие гипса проявляется лишь в определенных условиях, соблюдение которых не всегда находится во власти хозяйства, вследствие этого, успехи и неудачи с гипсованием на первый взгляд представляются загадочными и теоретические объяснения действия гипса представляют собой неразрешимые противоречия, несмотря на то, что гипсование практиковалось в Европе еще до христианской эры и было хорошо известно.

Интересные данные об американской практике известкования приводятся В четковом в Сборнике проф. Самойлова.

В наших опытах на Горьковской опытной станции приняты были низкие (60—120 п. извести и 120—240 п. углекислой извести), соответствующие континентальному климату района и более экстенсивному характеру русского хозяйства. Дальнейшие наблюдения покажут, как часто следует повторять известкование по нормам, но чаще, чем через 6 лет (два цикла трехполья или один полный цикл поля), по всей вероятности не окажется выгодным повторять известкование. Канадские опытные станции повторяли известкование в 300 пуд. через 4 года), стоимость удобрения десятины в наших условиях значительно превышает стоимость известкования в западно-европейских и северо-американских условиях.

Что касается выбора растений, использующих известковое удобрение, то в отношении издавна установилось мнение, что лучше всего используют такое удобрение бобовые и крестоцветные (масличные), однако, и между ними существуют

Тя. Так, напр., известно, что люпин и сераделла не выносят даже небольших доз углекислой извести.

Наиболее отзывчивы на известкование многолетние мотыльковые — клевер белый, люцерна и в особенности эспарлет. Лен весьма требователен в отношении известкования, но предпочитает использовать ее после других растений; то же самое замечается в отношении сахарной и кормовой свеклы, растений, потребляющих громадные количества известка, по в то же время не обладающие хорошей усвояющей способностью известка.

й. Из хлебов наиболее отзывчивы на известкование озимая пшеница, ячмень и рожь. Хотя хлеба вообще потребляют весьма малое количество извести (в 2—3 раза меньше, чем злаки), но зато обладают слабой усвояющей способностью корней, тогда как бобовые (горох, вика, бобы, фасоль), хотя и потребляют большие количества извести, но зато обладают прекрасной усвояющей способностью корней, а потому так отзывчивы на известкование, как можно предполагать на основании химического анализа золы. В общем, предложенное еще Либихом деление растений на кальцефильные и известковые не соответствует их потребности в известковании, так как потребность эта определяется не столько поглощением извести, сколько способностью корней использовать известь из нерастворимых соединений. По мнению Эренберга, отношение к известковому удобрению обуславливается для различных культур в наибольшей степени способностью корней усваивать известь из нерастворимых соединений. Чем реже выражается эта по-

растений их потребностью в калийном удобрении. Чем резче выражается эта потребность, тем опаснее известкование, так как оно может еще более обострить эту потребность в силу закона калийно-известкового питания растений. С этой точки зрения под калийобивые растения (как клевер, свекла, картофель, лен, бобовые) достаточно лишь умеренное известкование, предпочтительно под предшествующие этим растениям посевы, дабы благотворное действие извести на почву успело проявиться вполне. Этот вывод и действительно оправдывается эмпирическим опытом, так как известкование практикуется чаще всего в пару перед озимым хлебом, следовательно, 4-й или два года до посева трав и корнеплодов, а при культуре льна — под предшествующие травы (во второй год пользования).

Среди известковых удобрений особое место занимает гипс, действие которого на растения проявляется несравненно резче, притом при внесении гораздо меньших количеств, а именно всего 15—20 пудов на десятину, тогда как действие извести и мергеля видно лишь при внесении весьма больших количеств (выражающихся в сотнях и тысячах пудов на дес.). С другой стороны, действие гипса проявляется лишь в определенных условиях, соблюдение которых не всегда находится во власти хозяйства. Вследствие этого, удачи и неудачи с гипсованием на первый взгляд представляют много загадочного и теоретические объяснения действия гипса представляют собой случайное разнообразие и неразрешимые противоречия, несмотря на то, что гипсование практиковалось в Европе еще до христианской эры и было хорошо известно римлянам и грекам. Любопытные сведения о распространении гипса в Германии во второй половине XVIII века приводит А. Тээр. Он приписывает пропаганду гипсования барону Майеру (в княжестве Гогенлоз), который ввел употребление гипса для удобрения только у себя на родине, но и в Швейцарии. Наибольший успех в дальнейшем имела пропаганда Шубарта, знаменитого реформатора трехполья, обратившего внимание крестьянских хозяев на гипсование клевера. Из Германии сведения о чудесном действии гипса прошли во Францию, а оттуда в Америку (благодаря Франклину и Вашингтону), чем первые грузы гипса были отправлены из Парижа, окрестности которого изобилуют залежами гипса (Монмартрские высоты в предместьях Парижа). В Англии применение гипса началось лишь после того, как действие этого удобрения стало известным англичанам (по этому поводу А. Тээр замечает: «может быть, предубеждение англичан против всего, что выходит из Франции и даже из Германии, затмило им глаза, и только отмененная гипса из Америки открыла им глаза»).

По поводу действия гипса Тэер сообщает следующее:
«§ 655. Опыты относительно удобряющей силы гипса, конечно, содержат в себе

много противоречий, и, без сомнения, многие еще совершенно неисследованные свойства весьма изменяют оные. По крайней мере известно то, что гипс действует более на сухую, чем на мокрую почву и более в сухую, нежели в сырую почву. По крайней мере, останавливает действия одного и кажется совсем не действует, особенно если употреблен был гипс пережженный. На истощенной земле, где или весьма мало имеющей перегноя, гипс совершенно недействителен. На некоторых растениях действие его почти не приметно, но на другие, напротив, весьма значительно. К последним принадлежат все овощные растения и имеющие крестоцветные (крестоцветные). Нет сомнения, что гипс действует на самые растения сильнее, когда пыль одного насыдет на листки и долго на них остается. Я заметил, что гипс заметил на живой загородке из белого терновника (кратеус), на которой, засыпанная гипсом, спустя неделю ярко зазеленела, тогда как на противоположной, засыпанной гипсом, спустя неделю почти не распустилась. Но гипс действует также на самую почву, и я, утверждая прежде только его действие на растения, давно в моей ошибке и в подтверждение сего имел следующий опыт. Осенью 1808 года рассыпали гипс на квадратной сажени, оранжерейной, и в 1809 году сие довольно, впрочем, истощенное поле было засеяно белым клевером для выгона скота, на сем поле клевер взшел очень худо, на местечке же, посыпанном гипсом, он отличался своею густотою и роскошною зеленью.

§ 656. Действие гипса на землю объясняется так: вероятно, он входит в состав, взаимное друг на друга действие с перегноем, который разлагает кислород и образует углерод, или другое более сложное начало, которого мы не знаем, быть, по его скорой разложимости, никогда и не узнаем. Лишенная кислородная кислота, вероятно, соединяется с известью и другою частью оводороженного углерода. От соединения, вероятно, также происходит и сильная вонь, производимая гипсом. Его прибавляют к гниющим веществам. Сия угольная кислота и сии новые соединения, вероятно, в особенности служат пищею для некоторых растений. Посему действует только под тем условием, чтобы в земле находились или гниющие вещества или перегной.

§ 657. Гипс преимущественно употребляют для клевера и ему подобных и для стручковых растений. Как он заметно действует на все растения из семейства бобовых, то я полагаю, что употребление его весьма прилично для турнепса, хотя неизвестно, чтобы были деланы опыты над ним.

§ 659. Выбрав тихий, безветренный день, рано поутру, или поздно вечером, сильной росе, рассыпают гипс рукою, особенно на клевер, дабы он прилип к его листочкам. Ветряной и дождливой погоды должно при сем избегать. Тогда особенно замечается отличное действие рассыпки гипса, когда клевер уже покрыл землю своими листьями, следовательно, в мае месяце.

Впрочем, многие рассыпали гипс и осенью по молодому, в том же году, клеверу. Также посыпали гипсом и скошенный уже однажды клевер и тогда, по укос, несмотря на худший прежде вид одного, выходил лучше первого.

Если гипс превращен совершенно в пыль, то довольно его рассыпать по полю на десятину, а если не так мелко истолчен, то надобно употребить по два ведра даже вдвое.

§ 661. На хлебные растения, по всем сделанным опытам, гипс производит слабое непосредственное действие, т.е. когда его рассыпают по оным. Но все это в том, что клеверное огипсованное пожнивие, будучи запаханно, дает лучший урожай, особенно пшеницы, нежели неогипсованное. Это, вероятно, происходит от большей толщины корней и прочих остатков огипсованного клевера; ибо гипс, что урожай последующего по клеверу хлеба всегда соответствует силе укоса. Посему удобрение гипсом хорошо и для хлебных растений, хотя и посредством золы, образом, в особенности же оно хорошо для них умножением корма, от которого получается более навозу для удобрения земли.

Посему гипс, как удобряющее вещество, весьма важен в хозяйстве, ибо его можно возить из дальних мест, по небольшому количеству, потребному для удобрения. Я повторяю, что на земле, не имеющей перегноя, или совершенно истощенной, его не следует ожидать от употребления гипса, и непосредственно им нельзя удобрять оной.

Наблюдения Тэра вполне подтверждаются многочисленными наблюдениями практиков и агрономов, и правила, им рекомендованные, и по настоящее время можно встретить в руководствах земледелия (напр., в курсе удобрения проф. А. И. Стебута). Однако, объяснение всех этих явлений с точки зрения физиологии и химии не вполне достигнуто, несмотря на то, что вопрос о действии гипса был предметом точных исследований многих выдающихся ученых. В высшей степени поучительный исторический обзор развития теоретических воззрений на гипсование приводит в своем курсе проф. А. Стебут. Приводим этот очерк, как прекрасную иллюстрацию сложности данного вопроса и трудности его научной разработки:

«Гипс был одним из древних удобрительных средств, которое при употреблении в небольших количествах, производило поразительное действие. Поэтому не удивительно, если много занимались изучением причин этого действия.

Прежде всего объясняли действие гипса, как питательного вещества, следовательно, поступление его в растения всецело. Такое мнение было высказано в первый раз Рюкерт. Ту же теорию поддерживали Деви и Шанталь. Первый находил подтверждение своему объяснению в том, что зола растений, удобренных торфяной золой, обыкновенно богатой содержанием гипса, оказывалась содержащею много гипса, что подобное действие последнего на различные растения объясняется неодинаковостью содержания этих растений по отношению к гипсу, что почвы, на которых не действуют гипс, сами по себе содержали уже достаточное количество его и что другие серпнистые соли действуют только на почвах, содержащих известь, образованием в почве гипса. Шанталь разделял все удобрительные вещества на питающие и возбуждающие, остающиеся в растениях без изменения, и причислял гипс к последним. Полезное действие его он объяснял в то же время и тем, что гипс представляет соль, мало растворимую в воде, вследствие чего, при каких бы то ни было условиях и при каких бы то ни было количестве его в почве, она не может образовать такого раствора, концентрация которого могла бы быть вредна для растений или которая была бы слаба для него.

Безвредность же насыщенного раствора гипса доказывается прямыми опытами. Разрастания растений в таком концентрированном растворе и хорошее развитие растений на почвах, образовавшихся выветриванием из гипсовой горной породы и содержащих более, нежели на половину, из гипса.

Но еще Шюльце заметил, что растения, выросшие в концентрированном растворе гипса, дают золу, в которой серная кислота и известь не находятся в том же отношении одна к другой, как в гипсе, и что обыкновенно извести сравнительно с серной кислотой больше, чем сколько требуется отношением их в гипсе. Так как в растворе, в котором развивалось растение, нельзя было открыть излишка серной кислоты, то Шюльце объяснил существование в золе большего количества извести сравнительно с серной кислотой, выделением последней через листья в виде сернистого водорода.

Явление, замеченное Шюльце, подтверждается опытами Буссенго, Гульба и Пипера, вычислявших избытки извести и серной кислоты, взятых урожаями клевера с огипсованных участков сравнительно с таким же урожаем с неогипсованного участка. Эти исследователи нашли, что отношение количества извести в этих избытках к количеству серной кислоты значительно превосходит отношение, существующее между этими веществами в гипсе. «Если бы, — говорит Буссенго, — гипс поступая в растение целиком, то и в избытке золы урожая огипсованного клевера сравнительно с урожаем неогипсованного должно было бы проявиться то же отношение между серной кислотой и известью, какое мы встречаем в гипсе, но этого опыта не показывает. Следовательно, надо признать, что излишек извести поступил в растение не

В виде гипса, но в виде углекислой или фосфорнокислой солей извести, и что количество серной кислоты и извести, поступившие в растения в виде гипса ничтожны, да и притом могут быть приняты растением также не в виде гипса, а едва ли благоприятное действие гипса может быть объяснено поступлением его как питательного вещества». Но против такого вывода Буссенго можно возражать во-первых, количества серной кислоты и извести, поступившие в гипсованные растения в виде гипса сверх тех количеств их, которые поступили в негипсованные, не так незначительны, при чем они тем более, чем менее поступило их в негипсованные, т. е. чем беднее почва гипсом, и что объяснение Буссенго абсолютно говорит в пользу возможности выступления из растений некоторых веществ, раз принятых ими. Тем, в опытах Кюппа, Арендта и др. мы имеем доказательство противного. Можно думать, что излишек извести, принятый растениями, также поступил в виде гипса, но что серная кислота, находившаяся в последнем с этою известью, вышла из растений, если не в свободном состоянии, то в виде какой-нибудь другой соли. Это удаление не могло происходить, как думал Шульце, в виде сернистого газа, образующегося через действие углекислоты на сернистый кальций, продукт окисления в растениях принятый им серно-кислой извести, так как этот выделяющийся сернистый водород должен был бы тотчас же по своему выделении окисляться в присутствии кислорода, развиваемого растением в присутствии света, и отлагать или снаружи растений серу, накопления которой мы нигде не встречали в растениях.

Опыты Буссенго, Гульва и Пинкуса наводят на мысль, не зависит ли действие гипса от доставления им только извести. Такое объяснение, впрочем, мы встречаем еще раньше опытов Буссенго, у Соммервилля, который знал, что гипс состоит из сернистого масла и извести и принимал, что он действует только последнею, и что действует три рода гипса: с избытком извести (действующей благотворно на растения, так как часть извести находится в нем в свободном состоянии), в среднем состоянии, в котором гипс и серная кислота взаимно нейтрализуются (и который по малой растворимости оказывает чрезвычайно малое действие на растения) и, наконец, кислый гипс, содержащий избыток серной кислоты, который вредно действует на растения. Хотя, как говорит Соммервилль, он не встречал последнего рода гипса, но предполагает, что он должен существовать, потому что он находил гипс с преобладающим содержанием извести и что иначе он не может объяснить вредного действия гипса в некоторых случаях. В этом мнении Соммервилля мы видим зачаток теории гипсования. Буссенго, кроме результатов своих вышеприведенных опытов, имеет подтверждение справедливости объяснения действия гипса из доставляемого им только извести и еще в следующих обстоятельствах: во Фландрии вместо гипса обыкновенно употребляют гашеную известь, торфяную золу и подзол, следовательно, вещества, содержащие какое-нибудь известковое соединение. По опытам Риго-де-Лилля, гипс вызывает хорошее действие только на почвах, бедных углекислой известью.

Но против такого объяснения действия гипса говорит менее благоприятное действие его на другие растения, как, например: рапс, коноплю, табак, требующие не столько извести, чем бобовые.

Однако хорошее действие с гипсом других сернокислых солей (железного купороса, серно-кислой магнезии и др.), сернистого кальция и серы, равное по своему действию в 5 раз большему количеству гипса (что вполне соответствует количеству серы, содержащейся в гипсе серы), действие гипса на почвах с меловой подпочвой (опыты Ражайской и Вилеля), на почвах, содержащих известь, мергель, даже на чисто меловых почвах, говорят против известковой теории гипсования. Против этой теории приводят также и опыты Фенслеберга, при которых процентное содержание извести в клевере при гипсовании увеличилось весьма незначительно, а у эспарцета даже уменьшилось, процентное же содержание серной кислоты, напротив, увеличилось втрое. Но эти опыты не могут быть убедительны, так как не показывают абсолютного содержания извести и серной кислоты в урожае гипсованного клевера, сравнимого с негипсованным.

Наконец, Вольф полагает, что известь большей частью бывает достаточно в почве; если же и недостаточно, то в обыкновенных хозяйствах при удобрении почвы их недостаток, вместе с последним вносится в почву количеством извести с избытком для покрытия потребности растений в извести, и что количество последней, вследствие культуры, должно постоянно возрастать в почве.

Признавая справедливость доводов Вольфа, мы должны, однако, прибавить, что извести в почве могут проходить не только вследствие отнятия ее урожаем, но и вследствие выщелачивания ее из почв, особенно песчаных, и что встречаются почвы, как, например, у нас, бедные известью от природы, гипсование которых может быть по отношению внесения в них извести.

Если, таким образом, приведенные нами соображения не позволяют объяснить действие гипса поступлением его в растения всецело, как питательного вещества, если же не всегда возможно объяснить благоприятное действие его доставлением серы, то ближе всего предположить возможность объяснить это действие доставлением серы. Такое объяснение впервые было предложено Шварцем и потом поддержано Шпренгелем, Гилье и Гаспареном. В подтверждение своего объяснения они указывают на те обстоятельства, которые мы приводим, как противоречащее объяснение действия гипса доставлением извести и, кроме того, на тот факт, что гипс особенно благоприятно действует на мотыльковые и крестоцветные растения, содержащие много серы: первые в листьях, вторые в плодах. Это увеличение содержания серы в гипсованных растениях сравнительно с негипсованными сопровождается, как показали опыты Пинкуса и Риттгаузена, увеличением в первых содержания белковых веществ, в состав которых входит сера, как существенная часть.

Но если гипс действует на бобовые растения хорошо потому, что доставляет серу

Гипс, превращаясь под влиянием углекислых солей, находящихся в почве, в углекислоту, действующей на сернистый кальций, образовавшийся из него раскисшим влиянием органических веществ, в углекислую известь, вносит последнюю в мелко разделенном, следовательно, в удобоусвояемом растениями состоянии. раскислением гипса Буссенго и объясняет исчезновение его серной кислоты.

Шульд-Флит, соглашаясь с Буссенго, находит доказательство верности об- ния действия гипса через внесение им в почву извести, как питательного вещества и в том обстоятельстве, что углекислая известь, находящаяся в почве, мало раство- в воде и что вода, насыщенная ею, может все-таки растворить не малое коли- чество гипса, следствием чего может быть ускоренное поступление в растение извести, репное усвоение питательных веществ и усиленный рост растений.

В пользу известковой теории гипсования можно привести и преимущественно
роющее действие гипса на мотыльковые растения, отличающиеся содержанием извести
в их золе.

Но против такого объяснения действия гипса говорит менее благоприятное действие его на другие растения, как, например: рапс, коноплю, табак, требующие не извести, чем бобовые.

Однаково хорошее действие с гипсом других серпокислых солей (железного ку-
са, серно-кислой магнезии и др.), сернистого кальция и серы, равное по своему
действию в 5 раз большему количеству гипса (что вполне соответствует количеству
связанной в гипсе серы), действие гипса на почвах с меловой подпочвой (опыты
Григорьевой и Вилея), на почвах, содержащих известь, мергель, даже на чисто меловых
та и Вилея), на почвах, содержащих известь, мергель, даже на чисто меловых
тах и Вилея), на почвах, содержащих известь, мергель, даже на чисто меловых
тах и Вилея), на почвах, содержащих известь, мергель, даже на чисто меловых

и опыты Фендлеберга, при которых процентное содержание извести в клевере
увеличилось весьма незначительно, а у эспарцета даже умень-
шилось, процентное же содержание серной кислоты, напротив, увеличилось втрое-
четыре. Но эти опыты не могут быть убедительны, так как не показывают абсолют-
ных значений содержания извести и серной кислоты в урожае гипсованного клевера, сравни-
того с негипсованным.

Наконец, Вольф полагает, что извести большей частью бывает достаточно в почве; же и недостаточно, то в обыкновенных хозяйствах при удобрении почвы их на- вместе с последним вносятся в почву количество извести с избытком достаточ- для покрытия потребности растений в извести, п что количество последней, вслед- ственно, должно постоянно возрастать в почве.

Признавая справедливость доводов Вольфа, мы должны, однако, прибавить, что при извести в почве могут происходить не только вследствие отнятия ее урожаями, но и выщелачивания ее из почв, особенно песчаных, и что встречаются почвы, как, например, у нас, бедные известью от природы, гипсование которых может быть полезным по отношению внесения в них извести.

Если, таким образом, приведенные нами соображения не позволяют объяснить действие гипса поступлением его в растения всецело, как питательного вещества, если не всегда возможно объяснить благоприятное действие его доставлением серы, ближе всего предположить возможность объяснить это действие доставлением серы. Объяснение впервые было предложено Шварцем и потом поддержано Шпренгелем, Билье и Гаспареном. В подкрепление своего объяснения они указывают на те обстоятельства, которые мы приводим, как противоречащее объяснение действия гипса доставлением растениям извести и, кроме того, на тот факт, что гипс особенно благоприятно действует на мотыльковые и крестоцветные растения, содержащие много серы: первые в листьях, вторые в листьях и плодах. Это увеличение содержания серы в гипсовал-ных растениях сравнительно с негипсованными сопровождается, как показали опыты Лангуса и Риттгаузена, увеличением в первых содержания белковых веществ, в состав которых входит сера, как существенная часть.

По если гнипе действует на бобовые растения хорошо потому, что доставляет серу белковых веществ, то почему оп не действует одинаково хорошо на все растения, как белковые вещества для всех этих растений одинаково важны. Незначительное содержание серы в растениях дает нам право думать, что потребность их в этой сере не будет удовлетворена и имеющимся количеством серы в почве, несмотря на малую причину этого последнего. Если затем исследовать растения относительно содержания серы, то увидим, что мотыльковые не содержат наибольшее количество ее и что другие растения, на которых гнипе не действует так благоприятно или даже действует вредно, содержат ее гораздо более.

По Вольфу, 100 ч. растительной массы, высушенной при 100° С., содержат следующие количества селитры (определенные прямо без озоления, так как при озолении другая часть ее теряется).

Ботва свекловицы	0,502%
Ботва картофеля	0,389%
Райграс	0,310%

отвует ни образованию в почве ни аммиака, ни азотной кислоты, ни кремнезема.

Но в практике встречаются факты, говорящие и против объяснения действия гипса на кали. Таковы неудачные опыты Буссенго удобрения гипсом вицны, требующей значительных количеств кали.

Опыты Дегерена показали также влияние гипса и на перемещаемость кали. Растворяющее действие гипса по отношению к различным веществам видно также из опытов Дитриха. Результаты этих опытов Дитриха указывают, что гипс имеет значительную растворяющую силу в отношении щелочей и весьма малую в отношении кремнезема.

Предполагая, что сернокислая известь, прибавленная к почве, должна вызвать находящиеся в ней соли кали в сернокислый кали, Дегерен думал, что вращение должно обуславливать большую растворимость кали в почве вследствие вания. Для разрешения этого вопроса он исследовал сравнительно поглощающую способность почв по отношению к углекислому и сернокислому кали. Опыты из концентрированных растворов почва поглощает кали одинаково из обоих растворов, даже из углекислого кали слабее, чем из сернокислого, но что из сернокислого кали, образующийся в почве чрез взаимодействие углекислого кали, на сернокислую известь, почва поглощает сернокислого кали гораздо меньше, чем углекислого. То же и по отношению к растворяющему действию гипса на аммиак. Таким образом, гипс заставляет щелочи проникать из верхнего слоя почвы, они обыкновенно задерживаются, в слое более глубокие, из которых берут корни бобовых растений.

Превращение щелочей действием гипса в сернокислые подтверждается опытом, рошим, даже превосходящим действие гипса, действием смеси сернокислой и сернокислым кали, хорошим действием сернокислого кали на эспарцет и хорошим действием одной серной кислоты.

Но имея в виду незначительное увеличение количества серной кислоты, значительно увеличение кали и извести в золе гипсованных растений, сравнительно гипсованными, Дегерен должен был исследовать причину исчезновения серной кислоты, если только принять освобождающее влияние гипса на кали в почве в связи с образованием сернокислого кали.

После того, как опыты не показали ему ни выступления серной кислоты, экзосмоса, ни выделения ее из растения в виде какого-либо газообразного вещества, Дегерен, на основании своих опытов, показавших исчезновение серной кислоты из почвы, образования серы и сернистого водорода при встрече гипса с органическими веществами (нахождение по Тенару кристаллической серы в навозе, после гипсования, почернение у Буссенго серебряной пластинки при опускании ее в гипсовую почву и т. п.), пришел к заключению, что на известной глубине почвы, в численных, постоянно проявляющимися здесь восстанавливающими влияниями, кислые соли извести, равно как кали или аммиака, могут раскисляться, переходя под влиянием серы в углекислые соли, в виде которых и поступают в растения.

Опыты Гейдена показывают, что освобождающее действие гипса происходит только на кали и магнзию, но и на натр.

Такое действие гипса весьма хорошо подтверждается опытами Крейшана, заданная целью исследовать, действует ли гипс доставлением растению всех питательных веществ или только которого-нибудь из них одного. Для этого Крейшановал влияние на урожай клевера, гипса и различных других удобрительных веществ, фосфорнокислой извести, сернокислой магнзии, сернокислого кали, азотнокислого натра и нашатыря, при чем этих последних солей было столько, чтобы удобрение равных участков почвы эквивалентное с гипсом количество. Если действие гипса было одинаково с действием которой-нибудь из вышеперечисленных

казало бы, что гипс способствует поступлению в растение, именно, этой соли. Лучший урожай с гипсованных участков сравнительно с урожаями всех остальных участков показал бы действие гипса на все питательные вещества, или, по крайней мере, на все питательные вещества, или гипс.

Следование полученных урожаев показало, что из всех удобрительных средств, гипс увеличил урожай поразительным образом, что это увеличение было не следствием обильного поступления воды, но увеличение количества сухого вещества, что гипс действует, как гипс, а не как одна из его составных частей, так как эти последние, внесенные в почву отдельно в виде других соединений остались без действия, а гипс действует на развитие всех органов, но преимущественно на развитие стебля, и действует как средство растворяющее, разрешающее и распространяющее питательные вещества в почве, содействует, таким образом, усиленному поступлению питательных веществ и потому остается без действия на истощенных растениях, что односторонние удобрительные вещества, не благоприятствуют роскошному развитию растений, питательных веществ, но действуют на приспособляющее развитие отдельных частей во всех их частях, но не действуют на приспособляющее развитие отдельных частей, листьев, стеблей и цветков (усиленный рост листьев на участках, удобренных только листьями, стеблями и цветками), что в то время, как остальные удобрительные вещества содействовали усилению поступления только того вещества, которое было внесено в почву, гипс, напротив, усиленно увеличил урожай вследствие усиленного принятия всех питательных веществ, что, наконец, гипс почти не способствовал увеличению процентного содержания питательных веществ, количество которых возросло значительно в урожае, с участков, удобренных фосфорнокислой известью и сернокислой магнзией.

Грейшан окончательно утверждает за гипсом освобождающее и перемещающее действие его на питательные вещества почвы и более особенно на кали, который поглощен почвой, чем сырых, на которые преимущественно действует известь, и заключается различие в действии гипсования от известкования. Грейшан держивающее влияние вообще солей и в особенности гипса на испарение воды из почвы через листья, как показали опыты Сакса, дает право видеть в гипсе регулятор использования растениями воды.

Все вышесказанное по отношению к объяснению действия гипса можно свести к следующему: 1) гипс только в незначительной степени служит непосредственным питательным для растений веществом, при чем главную роль в этом отношении играет серная кислота; 2) главное же действие гипса есть посредственное; химическое, происходящее в растворении и перемещении питательных веществ в почве и обогащение нижних слоев почвы и физическое, проявляющееся в регулировании принятия растениями воды.

Мы упоминали уже, что причина, почему у нас в России гипс, как удобрительное вещество, применяется мало, заключается в его дороговизне и в состоянии наших хозяйств. Последняя причина играет в этом отношении более значительную роль. Почвы бедны питательными веществами, находящимися в поглощенном состоянии, и потому они могли бы испытывать благоприятное действие гипса по отношению к их доступности в почве; односторонность нашей культуры, состоящая в возделывании только злаков, развивающих корни преимущественно в верхнем слое и по отношению к которым гипс может действовать скорее вредно, чем полезно, так как он способствует вымыванию питательных веществ из верхнего слоя. Поэтому гипс будет полезен прежде гипсования применить известкование, чтобы улучшить физические свойства почвы, увеличить ее поглощательную способность и перевести питательные вещества из сырого состояния в состояние поглощенных веществ.

Вопреки последнему мнению И. А. Стебута, гипсование клевера с большим успехом в последние годы практиковалось на ферме Горенского Земледельческого Института, как свидетельствуют отчеты первого управляющего учебной фермой известного профессора Михельсона (учеником и помощником которого был А. И. Стебут в 50-х годах).

годах). Алебастр в большом количестве выписывался из Смоленска на Углевых посевах фермы (гужевым путем) и, несмотря на высокую ставку, вполне оправдывался, так как при внесении всего 15 пуд. на десятина возростали иногда в $1\frac{1}{2}$ раза. Параллельно с гипсованием на ферме использовалась поливка клевера сильно разведенной серной кислотой (на 1000 частей воды), но по сравнению с гипсом эти опыты дали результаты благоприятные.

Из новейших экспериментальных работ по вопросу о действии гипса на клеверные посевы саратовского профессора А. А. Калужского (за последние годы). С. М. Богданов на свои аналитические данные, пытался установить потребность клевера в серной кислоте, как вещества, находящегося на многих почвах в количестве достаточном для нормального развития растений; А. А. Калужский непосредственными опытами (вегетационными и полевыми) подтвердил действие серной кислоты в отношении культурных растений и ближе изучил процесс минерализации серных веществ в отношении серы, — процесс аналогичный нитрификации, званный им процессом сульфификации. Процесс этот в обычных условиях протекает параллельно нитрификационному и количественно в отношении серы выражается почти в таких же величинах, как для азота в отношении азота. Таким образом, по мнению А. А. Калужского, растения в отношении серы находятся в такой же зависимости от биологических процессов, как в отношении азотистого питания. Кроме того, А. А. Калужским установлено, что, по его мнению, могут быть случаи рентабельного применения чистой серы (распыленной, в виде т. н. серного цвета) в качестве удобрения. Таким образом, и новейшими исследованиями подтверждается значение серы как прямого и как косвенного удобрения, и если не вполне, то в значительной мере разъясняется загадочное действие гипса в малых дозах.

Х. Калийные удобрения.

После известковых удобрений естественно перейти к калийным удобрениям, действие которых неразрывно связано с действием известковых солей, не только в силу тех реакций обменного разложения, которые постоянно совершаются между основаниями щелочными и щелочно-земельными. Действие гипса в почве наиболее показательным и было известно со времени первых точных исследований над поглотительной способностью почв английского химика Уэ. Ю. Либиха, подтверждено непосредственными полевыми опытами Пинкуса и Дегерена. Существование в почвенном растворе солей извести в отношении большого количества сравнительно с солями калия ведет к угнетению калийного питания, то есть в почве нерастворимых солей извести в этом отношении не может представлять нормальное калийное питание и при внесении в почву растворимых солей извести в небольшом количестве (что имеет место, именно, при гипсовании) как в этом случае соотношение между калием и известью складывается в пользу извести, реакция обменного разложения идет в сторону освобождения поглощенного калия, наоборот, растворимое же калий при этих условиях или непосредственно из корней растений или перемещается в подпочву, откуда впоследствии более глубокими корнями мотыльковых. При внесении же в почву больших количеств извести (в особенности свежесжиганной) процесс протекает в обратном направлении, реакция обменного разложения не может принести никакой пользы калийному питанию растений. Наиболее распространенным видом калийного удобрения является

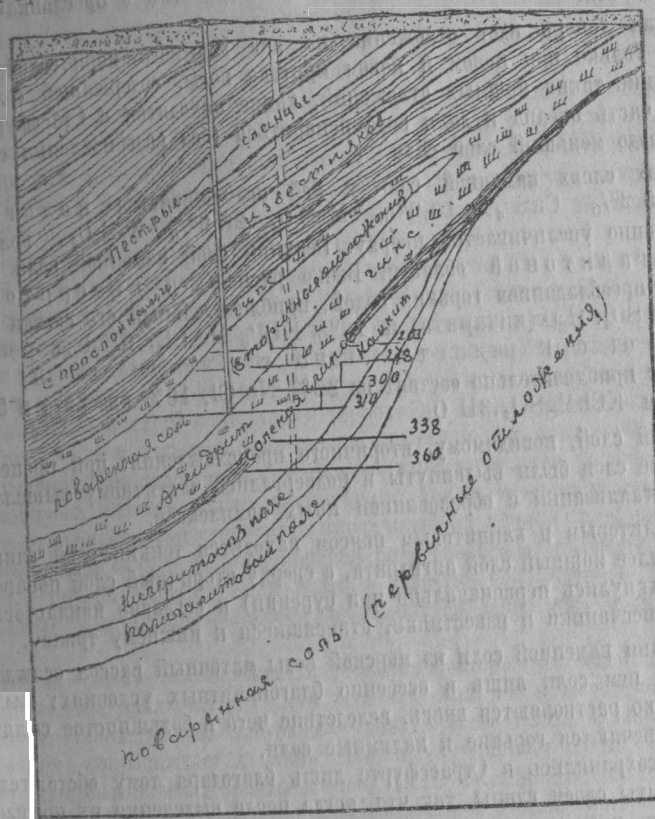
опилки, обычно содержит незначительное количество калия (лучшая древесная опилка — 10%), тогда как в ней всегда содержится гораздо большее количество калия (в золе лиственных пород — в 3 раза, в золе хвойных пород — в 6 раз больше (6% калия), в золе торфа в 100 раз больше (50% против 0.5% калия). Поэтому действие калия в виде золы, несомненно, не может идти в сравнение с действием калийных солей. Исключение может составлять лишь зола особенно богатых калийных солей. Исключение может составлять зола (например, гречишная, подсолнечная), которой, в хозяйстве получается слишком мало. С другой стороны, зола содержит калий, образует в виде поташа, т. е. щелочи, имеющей широкое применение в промышленности, и в домашнем быту (при стирке белья), а потому на долю удобрения остается или малопользуемая зола (представляющая скорее известковое и кисловатое удобрение), или даже выщелоченная зола — подзол (например, при получении большого количества щелочных солей в золе отражается крайне вредно на плодородии почвы, удобренной золой, так как щелочи растворяют гумус, разрушают цементующее вещество почвенных агрегатов, и тем самым разрушают структуру почвы, с таким трудом образованную действием органических веществ и извести. Даже сравнительно небольшие нормы удобрения золой (в 30—60 дес.), соответствующие количеству калия, необходимому на один посев (2—3 дес.), мотыльковых, крестоцветных, картофеля и корнеплодов, по своему косвенному действию на физическое состояние почвы могут быть опасными, в особенности при поверхностном внесении или мелкой обработке при наступлении засушливых периодов или сильных ливней, вызывающих обильное вымывание. Наиболее безопасным зольное удобрение представляется на кислых почвах, в особенности на лугах, а потому эмпирически и установилось обычай применять золу почти исключительно для удобрения лугов, или же для заправки компоста, содержащего много торфа. Новейшие исследования в лаборатории проф. Янишниковского несколько поколебали скептическое отношение к золе, как калийному удобрению. Вегетационные опыты показали, что на подзолистых почвах, так же как и на кислых торфяниках, зола может действовать благотворно не только своим калием, но и щелочной реакцией и солями извести, нейтрализуя почвенные кислоты и тем самым способствуя повышению урожая (между прочим, на оподзоленном суглинке Энгельсской опытной станции). В брошюре, изданной в 1919 г. Институтом по удобрению, изданной «Непризнанный Стассфурт», Д. П. Прянишников красноречиво и убедительно доказывает, что в России имеется до 100 милл. пуд. древесной и соломенной золы, вполне пригодной для удобрения северных почв, тогда как до войны мы привозили за границу из одной Кубанской области до 300 тыс. пуд. поташа (с попутными заводами, перерабатывающими золу подсолнечных стеблей), что по содержанию калия составляет около $1\frac{1}{2}$ милл. стассфуртских солей (в поташе 68% калия, в калийной золе 2.5%). Если бы соломенная зола черноземной полосы России поступала на рынок в качестве калийного удобрения, — вся северная Россия, нуждающаяся в этом удобрении, была бы вполне обеспечена и не пугалась бы в привозе из Германии стассфуртских солей. Зола ржаной соломы, чаще всего употребляемой на топливо, а также и лижовская зола, по содержанию калия не уступают калийной¹⁾ и потому могут быть использованы не ниже калийной (пуд последнего обходился в России до войны в 45 к.), и это оправдывало бы издержки по сбору золы (через сельские кооперативы) и его доставку через всю Россию. Что же касается менее ценной древесной золы (в особенности хвойных пород), то она, конечно, не может стать рыночным продуктом, но зато Зола гречишная, подсолнечника и табака не уступают даже некоторым концентрированным калийным солям.

с большой пользой может быть употреблена на удобрение на месте (в северной части). Само собой разумеется, что во избежание злоупотреблений и фальсификаций был бы химический контроль над золой, сбываемой в качестве удобрения. Склады кооперативов, но по мнению Д. Н. Прянишникова, такой контроль осуществиться путем определения удельного веса водной вытяжки золы по величине щелочности ее. Что касается норм зольного удобрения, то проф. Прянишников рекомендует применять не свыше 30 пуд. золы ржаной соломы и березовых дров. Такие нормы соответствуют внесению примерно 3 пуд. кали на дес. достаточно для высоких урожаев калийлюбивых растений (внесение калийной на несколько посевов не рекомендуется, вследствие непроизводительного растениями и частичной потери кали чрез выщелачивание). Кроме кали с зольных норм вносится не менее 1 пуда легко растворимой фосфорной кислоты от 10 до 20 пуд. извести, в форме сернокислого, фосфорнокислого и углекислого.

Из рыночных продуктов наибольшее применение получили в Европе соли, добываемые и перерабатываемые в Германии. Добыча соли производится в Ансальте (с начала прошлого столетия, но только в 40-х годах, после залегания соли заинтересовалось прусское правительство, произведены первые буровые скважины, обнаружившие первые пласты соли на глубине 250 м, чем, однако, до глубины 280 метров—эта соль содержала громадную примесь солей кали и магния, считавшихся непригодным отбросом (т. н. с'емочных солей). Только под этим слоем начинался пласт настоящей каменной соли, мощностью 300 метров. Разработка с'емочных солей началась лишь в конце 70-х годов, прусское правительство отказалось от соляной монополии и представило эту разработку Стассфуртских соляных копей целому ряду частных предпринимателей, которые образовали калийный синдикат (Леопольд Сталь—Стассфурт). В течение 1877—1882) были предприняты первые опыты применения Стассфуртских солей в сельском хозяйстве. Наиболее выдающиеся результаты были получены из немецким хозяином-пионером по сел.-хоз. эксплуатации торфяников Римпау, доказавшим громадную выгодность применения калийных удобрений на почвах; несколько позднее были доложены Германскому Обществу Сельского хозяйства результаты блестящих опытов Шульца (в Люпитце), доказавшего громадную выгоду калийных солей для песчаных почв, в особенности при введенной им системе земледелия. Тогда же при Германском обществе с. х. был образован отдел удобрения (калийный отдел), во главе с Шульцем-Люпитцем и, благодаря пропаганде общества, калийные удобрения в течение первого же десятилетия (с 1882 по 1892) получили широкое распространение в Германии (сбыт одно только возрос с 50 тысяч почти до 500 тыс. пудов в год). Успешное применение солей в Германии вызвало, в свою очередь, спрос на это удобрение в соседних странах, в том числе и в России, где в это время быстро развивалась культура сахарной свеклы, и, таким образом, Стассфуртские соли получили всеобщее распространение. То, что в других странах почти отсутствовали природные залежи калийных солей, может показаться странным, что калийные залежи в природе встречаются так редко, в то время, как залежи каменной соли в изобилии встречаются повсюду. Соляные копи образуются исключительно из замкнутых высушающихся морей (например, в испанских озерах, вода которых всегда содержит наряду с поваренной солью (хлористый калий Mg и K , под которым залегает опять обширный пласт (не меньше 10 м) каменной соли). Из этих солей почвенных растворов, следовательно, выносятся калий, магний и натрий, преимущественно хлористые (калийные), а также сернокислые. По мере того, как вода испаряется, она становится все более концентрированной, и в конце концов выпадает в осадок в виде каменной соли. По мере того, как вода испаряется, она становится все более концентрированной, и в конце концов выпадает в осадок в виде каменной соли. По мере того, как вода испаряется, она становится все более концентрированной, и в конце концов выпадает в осадок в виде каменной соли.

Последовательность солей по их растворимости: 1) KCl , 2) $MgCl_2$, 3) $NaCl$ и 6) $CaSO_4$.

Однако, находящиеся ближе к поверхности легко удаляются при последующих геологических процессах (надвигающихся морях) быстро удаляются и только присутствие более или менее непроницаемого слоя глины с гипсом может предохранить нижележащие слои солей от растворения. Такой, именно, случай имеется налицо при образовании Стассфуртских залежей. Описание Стассфуртских залежей приводится в неопубликованных трудах проф. Д. Н. Прянишникова (более подробное описание приводится в неопубликованных трудах проф. Меркера и Прехта). В немногих словах история разработки такой. Разработка Стассфуртских залежей соли производилась уже давно, но в сороковых годах истекшего столетия ра-



Отложение солей в Стассфуртском бассейне совершалось продолжительное время между образованием верхнего цехштейна, принадлежавшего пермской системе, и палеогеном, относящегося к нижнему триасу. Процесс отложения солей происходил так, как в современную эпоху он совершается, например, в Кара-Бугазе: глубокий залив был отделен от моря пересыпью, не препятствовавшей повседневному доступу морской воды в котловину, но не допускавшей оттока концентрированных нижних слоев жидкости обратно; при сухом климате концентрация солей в заливной воде сделалась все больше и больше, понижение уровня вследствие испарения привело к притоку новых количеств воды, а значит — новых количеств соли, пока концентрация достигла той степени, при которой стали осаждаться соли с труднорастворимыми — ангидрит (CaSO_4), а затем каменная соль с прослойками (кольца) ангидрита.

Точно так теперь идет отложение на дне Мертвого моря солей, в р. Иорданом. Только при новом и новом притоке воды, содержащей соли, было образование таких мощных отложений, какие находятся в Стассфурте. Мы отделили часть океана и дали воде испариться (без возобновления ее) — чился бы гораздо меньший слой соли.

В верхних слоях каменной соли к ней подмешивается полигалит из 45,2% CaSO_4 , 19,9% MgSO_4 , 28,9% K_2SO_4 . Количество полигалита постепенно увеличивается кверху. Верхний слой каменной соли по составу близок к полигалитовой области. Выше расположен кизеритовый слой, отличающийся преобладанием горьких солей; приблизительный его состав таков: 70% NaCl , 17% $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (кизерит) и 13% $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (карналит). Ниже кизеритового слоя расположен карналитовый пояс, состоящий из 25% NaCl , 16% кизерита и 55% карналита с каппитом $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Каинитовый слой, повидимому, вторичного происхождения: при процессе кации некоторые слои были выдвинуты и подвергались частичному выщелачиванию, а также вторичной кристаллизации с образованием новых комплексов.

Над карналитовым и кайнитовым поясом находится тонкий слой глины (содержащий много солей), далее мощный слой ангидрита, а сверху вторичный слой поваренной соли (на который наткнулись первоначально при бурении) и согласно напластовкам — глина, песчаники и известняки, относящиеся к нижнему триасу.

По отложении каменной соли из морской воды маточный рассол осаждают, содержащиеся в нем соли лишь в особенно благоприятных условиях; выделения из него соли легко растворяются вновь, вследствие чего в большинстве соляных рождений не встречаются горькие и калийные соли.

Последние сохранились в Страссфурте лишь благодаря тому обстоятельству, что они были прикрыты слоем глины, так что, когда после выделения их произошло наступление моря, прежние отложения остались нетронутыми.

Надо, впрочем, заметить, что наиболее интересные с сельскохозяйственной точки зрения калийные слои занимают далеко не всю площадь Стассфуртской впадины (площадью в 25 кв. миль): в некоторых местах калийных солей нет совсем, в других — очень мало.

Наиболее распространенной калийной солью является каинит, который, керу, содержит в среднем 12,5% калия. В форме сернокислого калия (часть его, впрочем, имеет форму хлористого) и в виде примесей—35% хлористого натрия, хлористого и сернокислого магния (той и другой соли почти одинаковое количество). В Стассфуртских копях каинит встречается в виде кристаллической розовой соли, которая размельчается в порошок и во избежание спекания и поглощения по совету Флейшера (директора Бременской болотной станции), смешивается с углем (2,5%), который и дает темную окраску каиниту. При продолжении

еппи в сырых помещениях без этой предосторожности невозможно обойтись без

Капнит, благодаря содержанию около 50% хлористых солей, оказывает на почву влияние, которое растения не вполне благоприятное косвенное влияние. Особенно сильно влияние проявляется на почвах, содержащих мало извести, так как внесение в такие почвы хлористых щелочей сопровождается мобилизацией извести и истощением почвы по отношению этого элемента, крайне необходимого для нормального химизма и сохранения структуры. Меркер приписывает капниту благоприятное влияние на сохранение влаги в почве (благодаря увеличению концентрации почвенного раствора, испарение почвы сокращается), а в сухие периоды допускает даже прямое поглощение влаги атмосферы (путем конденсации паров гигроскопических солей). В связи с более высоким испарением находится и меньшее охлаждение почвы во время осенних заморозков. Имеются наблюдения, что капнитование иногда предохраняет посевы и дуга от повреждений вредителями (червей, муравьев и пр.).

С другой стороны, на тяжелых почвах, содержащих мало известки, капитование сопровождается заплыванием почвы, образованием корки, и против этого явления приходится бороться исключительно при помощи предварительного известкования гашеной известью. Поэтому в Германии капитование почти всегда сопровождается известкованием, а особенно в случае применения больших количеств т. н. сырых стассфуртских солей, содержащих мало кали и весьма много посторонних солей (и, главным образом, хлоридной соли). Опыты Ротгамстедской опытной станции (в Англии) показали, что действие сырых солей в значительной мере обусловливается (помимо действия кали) посторонними примесями. Меркер в своем руководстве приводит средние данные за 5 лет, из которых выясняется, что на тяжелом суглинке Ротгамстедской опытной станции последние 18 лет давала урожай зерна почти одинаковые, как при внесении сернокислого кали, так и сернокислого натра и сернокислой магнезии, но последние 18 лет рельефно проявилось преимущество калийной соли, особенно на тяжелых соломых. Это явление может быть объяснено тем, что посторонние растворимые соли мобилизуют почвенное кали и постепенно, таким образом, истощают почву, вследствие чего со временем она становится отзывчивой на прямое калийное удобрение. Даже жесткая поваренная соль и соленая морская вода оказывают подобное действие на более плодородные почвы, мобилизуя их кали и известь, но косвенное действие подобных солей и других вредных материалов не может продолжаться долго без ущерба для плодородия почвы.

Другое объяснение благоприятного действия посторонних солей, не имеющих питательного значения, заключается в том, что эти соли повышают осмотическое давление вепного раствора, что во многих случаях (в особенности в сырых климатах и на вах тощих) сопровождается значительным улучшением роста всех растений.

Вегетационные опыты, произведенные Н. М. Тулайковым на Базанчукской опыт-
станции (в 1912 и 1913 г.г.) показали, что все соли, влияющие на повышение
осмотического давления, почти одинаково повышают в зерне пшеницы содержание азота,
чем азотнокислые соли в этом отношении уступают солям сернокислым и хло-
тистым; на общем весе растительной массы наиболее сильное действие оказывали
кислые соли, особенно при более высоком осмотическом давлении (в 5 атмосфер);
оснований магния действовала значительно сильнее натра. Таким образом, и пе-
тательные соли могут оказывать непосредственное влияние на развитие растений,
павшая осмотическое давление почвенного раствора, совершенно независимо от их
венного действия на почву (в смысле мобилизации питательных элементов).

Кроме калинита в Германии получили применение и менее ценные сырые Стаффуртские соли и, главным образом, карналит, содержащий всего 9% кали (максимум 10%), а также хлористый кали, из примесей же преобладают соли магнезии (хлористая и окисная) до 35% и поваренная соль (22,5%). Общее содержание хлористых солей достигает в карналите 60% (на 10% более, чем в калините). Запасы карналита в Стаффурте достигают 10 млрд. т.

фурте неистощаемы, но так как применение этой соли (даже при низкой кали) возможно лишь в местностях, прилегающих к Стассфуртским копям и рентируется даже в пределах Германии, то карналит стал перерабатываться синдикатом в более концентрированные соли, из которых на рынке приобрелись большее распространение 30% и 40% калийные соли (преимущественно хлориды). Но имеется фабрикат—сернокислород кали (содержащее 90—96% K_2SO_4), кислая кали—магнезия (содержащая 50% K_2SO_4). Концентрированные соли считаются в Германии перерабатываемыми, применимыми лишь при определенных условиях под специальные культуры табака, винограда, сахарной свеклы стран, вывозящих калийные соли из Германии, и в особенности для России, где приобретают значение именно более чистые концентрированные соли кали. С сырыми солями успешно может конкурировать обыкновенная древесная зола.

Проф. Пришибников приводит интересную таблицу применения калийных солей к концу XIX века (в килограммах на 1 кв. километр пахотной земли).

В Германии	306
В Швеции	207
Во Франции	23
В Австрии	5,5
В России	0,5

Во время последней войны в Германии были приложены громадные усилия можно более форсированному применению калийных солей (в связи с нехваткой чилийской селитры, серноаммиачной соли, томасшлака, суперфосфата и пр.). Вывоза Стассфуртских солей) и это дало неожиданно-блестящие результаты, вследствие необычайного расширения картофельной, корнеплодной и огородной культур. Одностороннее калийное удобрение все же не могло надолго обеспечить высоких и пришлось одновременно развить фабрикации новых азотистых туков, под которыми возрасла в особенности, вследствие сильного сокращения скотоводства, попытки утилизации в качестве калийного удобрения горных пород и минералов, содержащих более или менее значительный процент кали, до сих пор не дали творительных результатов. Наибольшим содержанием кали отличаются полевые ортоклазы (свыше 10%), представляющие главную составную часть наиболее распространенных вулканических пород—гранита и гнейса (в этих породах содержится с этим до 5% кали), затем слюда, (содержащая тоже около 5% кали), глаукозит (3—5% кали), глаукозит (8% кали), фолит (9%). Однако, почти все эти породы и минералы содержат кали в виде труднорастворимых безводных соединений, поэтому даже в тонко измельченном состоянии не оказывают заметного действия. Включение представляют по данным проф. Пришибникова только два минерала и глаукозит, кали которых оказался доступным для растений (в песчаных породах); однако, в природе эти минералы встречаются редко (по исследованиям Федорова нефелиновые породы встречаются в изобилии на Турунском острове Белого моря, глаукозитовые пески найдены в Рязанской губ. при разложении фосфоритов).

Вопросом об утилизации природных богатств для сельского хозяйства в настоящее время у нас занялся Институт по удобрениям (руководимый проф. Петровской Я. В. Самойловым), поставивший одной из своих главных задач составление каталога агрономических руд (известняков, мергеля, гипса, фосфоритов, калийных солей и проч.).

Определение нормы калийных удобрений усложняется двумя обстоятельствами: 1) уже отмеченным косвенным действием посторонних солей, всегда в изобилии сопровождающих калийные соли и даже сильно преобладающих количественно;

2) деятельностью растений, поглощающих калий в количестве тем большем, чем больше содержится в почвенном растворе и даже в поглощенном состоянии (однако при избытке рстворимых известковых солей). Содержание кали в растительных органах (стеблях и листьях), поэтому колеблется в широких пределах.

Внесение больших норм калийных удобрений в виду этих обстоятельств нельзя считать целесообразным не только с экономической, но и с технической точки зрения. Вследствие же причины не рекомендуется производить заправки почвы калийными солями на протяжении одного цикла в севообороте (если не очищать такой заправкой соответствующих количеств павоза). В то время, как с обыкновенной нормой вносится от 15 до 18 пуд. кали на дес., в виде калийных солей не принято вносить больше 2—3 пуд. кали, что соответствует потребности одного урожая растений. Приводим сокращенную таблицу из руководства проф. Меркера (3), показывающую сколько содержится кали в соломе, ботве и корнях (на 1.000 ее сухого веса и сколько кали содержится в среднем урожае важнейших растений, ереводе на пуды и дес.).

100 частей содержат кали. В среднем урожай кали в пудах (солома).

Рожь	8,6	3,2
Пшеница	6,3	2,4
Овес	16,3	3,6
Ячмень	10,7	2,2
Картофель	4,3	6,1
Свекла кормовая	4,5	16,0
Свекла сахарная	4,0	9,0
Горох	10,0	3,1
Лупин	17,7	3,3
Клевер	5,6	5,2
Луговое сено	4,3	6,0
Вика	6,2	6,0
Табак	6,6	5,1

К этой таблице следовало бы прибавить данные об усвояющей способности корней растений в отношении кали, но вполне сравнимых опытных данных для всех культур до сих пор не имеется. Между тем одними данными о содержании кали в урожае, конечно, невозможно руководствоваться, так как во многих случаях получены бы противоречия с действительной потребностью в калийном удобрении. Так, например, из таблицы можно было бы сделать заключение, что рожь и овес требовательней в отношении кали, чем пшеница и ячмень, а между тем отзывчивость на кали у последних растений выражается гораздо резче. Вика содержит вдвое больше кали, чем лупин и, но потребность в калийном удобрении у лупина выражается резче, чем у вики, а сахарная потребляет почти вдвое меньше кали, чем кормовая, но требовательней в отношении кали и т. д.

Наиболее бесспорным является применение калийных удобрений на лугах и под многолетние травы, затем под сидерационные посевы бобовых и под корнеплоды. Сахарная свекла, хотя и реагирует на калийное удобрение, но качество корней (содержание сахара и несахара) под влиянием этого удобрения заметно ухудшается. То же самое наблюдается и при калийном удобрении под картофель (понижается крахмалистость при внесении солей в избытке). В отношении табака сделано наблюдение о плохих качествах табака, выращенного при внесении избыточных количеств кали и в особенности при применении сырых солей с большим содержанием хлоридов.

XI. Фосфорнокислые удобрения.

Из всех видов минеральных удобрений наибольшее значение приобрели в хозяйстве, как в Западной Европе, так и у нас—фосфаты. Фосфорная кислота не единственный питательный элемент, который до некоторой степени теорию возврата Либиха, так как только в отношении этого элемента установилось сомнение истощение почв при односторонней зерновой культуре. В то время, когда в отношении азота, кали и извести—при помощи регулярного навозного удобрения покрывается потребность хлебных посевов и только при переходе к более требовательным промышленным и огородным культурам,—как сахарная свекла, картофель,—наблюдается потребность в минеральных удобрениях, в отношении фосфорной кислоты потребность весьма резко проявляется при зерновой культуре даже на сравнительно плодородных почвах, каковы черноземы и суглинки. Ни парование, ни борошение почв не может в данном случае прийти на помощь, так как путем биологических процессов не удастся сколько-нибудь заметно повысить содержание фосфора в почве удобоусвояемых солей фосфорной кислоты, а при внесении навоза возвращается лишь около половины той фосфорной кислоты, которая уносится жатками хлебных посевов, так как в зернах, отчуждаемых из хозяйств, содержится в 2—3 раза больше фосфорной кислоты, чем в соломе, остающейся в хозяйстве при приготовлении навоза. С другой стороны—ни один питательный элемент—азот, кали, чаще всего находящийся в минимуме,—не встречается в природе в столь образных формах и в таком громадном количестве, как именно фосфорная кислота благодаря чему фосфорнокислые удобрения явились наиболее дешевыми и доступными для всякого хозяйства искусственными туками. Правда, применение фосфатов в сельском хозяйстве представляет явление новое, не только у нас, но и в Западной Европе, где начало применения фосфатов совпало с изобретением способа химической переработки этих материалов в суперфосфат, с половины прошлого века,—но в сельскохозяйственной практике гораздо раньше были известны фосфаты органического происхождения в виде костей или костяной муки и в виде птичьего помета—или гуано, залежи которых в океанских странах, (главным образом в Южной Америке) экспортировались в широких размерах уже в начале прошлого столетия.

Начнем обзор фосфорнокислых удобрений с костяной муки, как продукта животного происхождения в практику удобрения и всюду распространенного, а, следовательно и легкодоступного всякому хозяйству. Свежие кости, преимущественно рогатого скота, в сухом веществе, содержат до 70 процентов минеральных или зольных веществ, 30 процентов сгораемых органических веществ. Зольные вещества кости состоят исключительно из фосфорнокислой извести (трехосновной соли—около 60 проц.), окиси углерода (6 проц.) и фтористоводородной извести (2 проц.). Органическое вещество состоит из клея—оссеина и жира (до 10 проц. от веса сырой кости). В минеральном веществе кости содержится до 5 проц. азота. В размолотом виде сырая костяная мука содержит до 20 проц. фосфорной кислоты и до 4 проц. азота и является не только фосфорнокислым, но и слабым азотистым удобрением. Хозяйственный эффект может казаться, что содержание органического вещества и азота является существенным преимуществом костяной муки по сравнению с минеральными фосфатами, однако в действительности—благоприятное действие органического вещества кости чрезвычайно тонко разлагается и дает прекрасный удобрительный тум, который усиливает действие минеральной муки и облегчает ее усвоение. При разпаривании костей в паровых котлах—при давлении в несколько атмосфер—из них выделяется весь жир и большая часть клея, а остающийся продукт, благодаря своей структуре, чрезвычайно тонко разлагается и дает прекрасный удобрительный тум. Таким образом действительно превосходнейшее действие сырой костяной муки, несмотря на ее содержание в ней органического вещества и азота. Явление это

объясняется тем, что фосфорная кислота обезжиренной и обесклеенной костяной муки, благодаря более тонкому размолу, равномернее распределяется в почве и быстрее подвергается воздействию углекислоты и почвенного раствора, а, следовательно, становится доступной растениям. Содержание фосфорной кислоты в обработанной или т. п. обесклеенной костяной муке достигает 28 процентов, тогда как содержание азота падает до 1 проц., стоимость же удобрения обыкновенно значительно понижается, благодаря тому, что переработка кости вполне окупается получающимися при ней более ценными продуктами—клеем и жиром.

Приготовление обесклеенной костяной муки возможно только в крупном фабричном производстве, при городских бойнях. В качестве кустарного способа переработки кости более целесообразным и дешевым является способ, предложенный в 60-х годах проф. И. Энгельгардтом. Он заключается в растворении органического вещества и обмытии жира костей при помощи едкой щелочи, поташа, в свою очередь получаемого при обработке золы свежесжаренной извести. Так как печная зола содержит весьма разное количество поташа, то необходимо предварительно определить его содержание, для чего достаточно взять 10 пудов золы соломы или лиственных пород (в золе хвойных пород, а тем более в золе бересты, содержится слишком мало поташа). При содержании в золе 10 процентов поташа, для получения 10 пудов костяной муки необходимо брать 10 пудов золы и два пуда гашеной извести. Процесс приготовления костяной муки производится в ямах, заполненных мелко изрубленными костями и переслоенными золой и известью, при постоянной поливке водой и перелопачивании. Процесс разложения костей продолжается несколько недель или даже месяцев (в зависимости от температуры). При употреблении чистых препаратов поташа или соды и при нагревании разложение может быть достигнуто в течение нескольких часов, однако при этом только удорожается продукт, что может вызвать сомнение в рентабельности химической переработки по сравнению с механической переработкой (т. е. размолом),—тем более, что точных опытов, устанавливающих действие различных видов костяной муки, изведено весьма мало и при различных почвенных условиях действие это проявляется весьма различно. Прежде, под влиянием немецких опытов (главным образом Меркера и Шнейдера), установилось мнение, что костяная мука представляет фосфат, слабо действующий, мало превосходящий по своему действию сырую фосфоритную муку. Однако новейшие опыты в Германии, Швеции и России не подтвердили такого взгляда, и выявили причину ошибочных заключений из опытов Меркера. Дело в том, что действие костяной муки, как и других фосфатов, находится в очень сильной зависимости от содержания в почве и почвенном растворе солей извести и аммиака. Известь парализует действие костяной муки, уменьшая растворимость ее фосфорной кислоты, а физиологически-кислые соли аммония, напротив, увеличивают растворимость фосфорной кислоты, а потому на известных почвах действие фосфатов может оказаться ничтожным, так как на черноземных и перегнойных почвах, отличающихся энергичным процессом нитрофикации, использование труднорастворимых фосфатов может оказаться настолько удовлетворительным, что они по своему действию мало уступают более растворимым фосфатам.

Известно из практики не мало примеров весьма успешного применения костяной муки—как на северных черноземных почвах (в Швеции и у нас в Нижегородской и Владимирской губерниях), так и на южных почвах (в Ростовской и Астраханской губерниях). В Ростовской губ., произведенные Шатиловской опытной станцией, Восточными опытами проф. Д. Н. Прянишникова и проф. Н. С. Корсакова установилось, что в большинстве случаев использование фосфорной кислоты костяной муки хлебами вознаграждается 50—60 процентов и даже 80 проц. по сравнению с нитрофосфоритом. Фосфорной кислотой (в так наз. нормальных культурах), при чем не исключены случаи потери фосфорной кислоты, конечно, может быть использована фосфоритная мука, так как при этом не происходит потерь или неблагоприятных изменений фосфорной кислоты при внесении труднорастворимых фосфатов не приходится опасаться. В 10-х годах прошлого столетия Либихом было предложено для увеличения урожайности фосфоритных удобрений их химическую

ческой обработке при помощи серной кислоты; в результате такой обработки трехосновной фосфорнокислой извести получалась растворимая в воде одноосновная (монофосфат) и кроме того некоторое количество гипса (вместо углекислой). Продукт этот получил название суперфосфата и производство его, после опытов на Ротгамстедской опытной станции Лооза и Гильберта (в Англии), широко распространилось в Европе. Однако для суперфосфатного производства кости оказались слишком недостаточными и вскоре в качестве сырого продукта применение минеральные фосфаты, широко распространенные в природе, — апатитов и фосфоритов. Такой же химической обработке стали подвергать даже виды гуано, которые раньше с успехом применялись для удобрения без всякой обработки. Благодаря большому успеху, достигнутому в Европе от применения суперфосфата, пользование других видов фосфорнокислых удобрений долгое время не привлекало внимания исследователей и хозяев до тех пор, пока на рынке не появились фабрика, содержащий значительное количество фосфорной кислоты, при этом стоянии более растворимом, нежели в минеральных фосфатах и в костяной муке. Фабрикат получался на сталелитейных заводах в результате выделения фосфора из расплавленного чугуна — при помощи извести, по способу, введенному в Англии инженером Томасом, по имени которого и назван «томасшлак». Ближайшее изучение этого нового фосфата показало, что свойства его не представляют большого интереса, что из ряда с томасшлаком, содержащим фосфорную кислоту в удобоусвояемом состоянии, встречаются образцы, по своему действию не уступающие костяную муку и даже фосфориты, не говоря уже о том, что продукт этот подвергается фальсификации (главным образом при помощи подмеси фосфоритов, при чем такую подмесь можно обнаружить только при помощи лабораторных анализов (химического и микроскопического).

Вегетационными и полевыми опытами в Германии установлено, что фосфориты нормального состава на средних почвах производят действие, значительно превосходящее действие костяной муки, но все же уступающее действию суперфосфата. На крайних почвенных типах (каковы почвы торфянистые и песчаные) действие томасшлака не уступает действию суперфосфата (иногда даже его превосходит, несмотря на неблагоприятное влияние на таких почвах кислой реакции суперфосфата). Фосфориты содержат фосфорную кислоту в виде четырехосновной соли извести, которая легко подвергается разложению (получающаяся при этом свежесаживаемая трехосновная соль легче усваивается растениями, чем та же соль в костяной или фосфоритной муке). Кроме того, томасшлак содержит значительное количество кремнекислоты (связанной с известью, ее может быть повышено искусственно введением вместе с гашеной известью фосфорнокислого песка), при чем кремнекислота оказывает благоприятное влияние на усвояемость фосфорной кислоты. Для определения степени растворимости фосфоритов в Германии пользуются особым реактивом — лимоннокислым аммиаком, по которому фосфориты растворяются от 40 до 90 процентов всей ф. к., содержащейся в них. В России при чем растворимость повышается вместе с содержанием кремнекислоты. Образцы томасшлака, до войны полученные в Мариуполе (Сарганах) и в Таганроге, содержали не более 16 процентов ф. к. При введении в расплавленный чугун извести (по способу Мартена) на уральских заводах получается более низкосортный томасшлак (мартеновский), который, однако, по вегетационным опытам проф. Прибыло оказался удовлетворительным по усвояемости ф. к.

Другой фабрика, содержащий фосфорную кислоту в удобоусвояемом состоянии, получается при добывании из костей желатина (клея) — при помощи растворения фосфорнокислой извести в соляной кислоте. Из раствора фосфорная кислота выделяется при прибавлении извести, при чем в осадке получается не трехосновная, а двуосновная соль ф. к., которая вполне растворяется в лимоннокислом аммиаке и по усвояемости мало уступает воднорастворимой ф. к. суперфосфатов. Продукт этот получил название «преципитата» (т. е. осажженного фосфата). Приготовление преципитата возможно и при обработке минеральных фосфатов, мало того, фосфориты низкосортные, содержащие много полуторных окислов и углекислой извести, мало пригодные для фосфатного производства, оказываются вполне подходящими для приготовления преципитата, благодаря тому, что в раствор и осадок не переходят примеси, понижающие содержание и растворимость ф. к. Преципитаты отличаются значительно более высоким содержанием ф. к. по сравнению с суперфосфатами и томасшлаком, а именно в 30 процентов, благодаря чему выдерживают далекий транспорт. К сожалению, высокая стоимость соляной кислоты (по сравнению с серной) удорожает этот продукт, вследствие чего он не получил широкого распространения, а именно как «двойной суперфосфат», получающийся в результате растворения фосфоритов в серной кислоте и последующего осаждения ф. к. известию из сгущенного раствора свободной ф. к.

Перевод ф. к. сырых фосфоритов и костей в усвояемую форму может быть достигнут и путем сплавления с содой и другими солями щелочей.

Если на весовую единицу фосфоритной муки употребить половинное количество соды, то получается продукт, содержащий ф. к., вполне растворимую в лимоннокислом аммиаке, но и при сплавлении с вдвое меньшим количеством соды получался в опытах продукт, по растворимости ф. к., не уступающий томасшлаку. При сплавлении фосфоритов с содой, бисульфатом, карбонатом, — предложением известными инженерами (Виборгом, Вольтерсом, Истгартом и др.), несмотря на благоприятные в техническом отношении результаты, не получили применения на практике, главным образом, вследствие дороговизны соды, которая необходима для сплавления.

Производство искусственных фосфорнокислых туков в конце прошлого столетия было в Европе обширных размеров, тогда как использование естественных фосфатов совершенно прекратилось, и даже сырой материал для приготовления суперфосфата — фосфориты привозились в Европу из отдаленных стран, — а именно из Алжира (Африка) и из Флориды (в Северной Америке) отчасти и из России (Подольский уезд).

Применение фосфорнокислых удобрений в русском хозяйстве ограничивалось лишь небольшими районами, а именно Польшей, Прибалтийским краем и тремя юго-западными губерниями, при чем в этих районах пользовались преимущественно суперфосфатом иностранного производства. (До войны функционировало лишь несколько русских фосфоритных заводов, а именно, в Риге, в Польше и в Псковской губернии). Между тем опытами многих русских опытных учреждений к концу столетия установлено громадное значение фосфорнокислых удобрений не только в черноземной полосе России, но и в степной и полупустынной полосе, и одновременно было выяснено широкое распространение во многих местностях России фосфоритных залежей.

В 1908 году при Департаменте Земледелия было создано специальное совещание по вопросу о распространении в России минеральных удобрений, в котором приняли участие наряду с выдающимися русскими специалистами и многие представители сельскохозяйственных и химических заводов. Среди инженеров-заводчиков в то время преобладало мнение о малой пригодности русских фосфоритов для суперфосфатного производства. Совещание признало необходимым ближе изучить вопрос, как в отношении использования русских фосфоритных залежей, так и в отношении способов их использования и переработки.

При Петровской С.-Х. Академии была образована специальная комиссия из агрономов-специалистов, которая в течение 5-летия на средства Министерства Земледелия произвела как экспедиционные обследования фосфоритных залежей (под руководством проф. Я. В. Самойлова), так и лабораторные исследования по вопросу о спо-

собах химической переработки русских фосфоритов (под руководством проф. Прииминникова). В результате этих чрезвычайно ценных исследований, с одной стороны, составлена подробная карта «агрономических руд», с обозначением не только рождений этих руд, но и их мощности и продуктивности, а с другой стороны, полная возможность выработки суперфосфата из русских фосфоритов, вследствие еще до войны приступлено к оборудованию нескольких новых суперфосфатных (в Костромской, Пермской, Казанской и Саратовской губ.). Вместе с тем установлено, что некоторые виды русских фосфоритов (так наз. гольтского яруса мелового в Среднем Поволжье) обладают удовлетворительной усвояемостью фосфорной кислоты, следовательно, могут быть использованы для удобрения и без химической переработки, опытами Энгельгардтовской и Шатиловской опытных станций установлено, что низкопроцентные среднерусские фосфориты (малоприспособленные для фосфатного производства) могут быть с успехом использованы также без химической переработки, при условии их применения для заправки соответствующих удобрений, торфяников и деградированных черноземов), и при увеличении нормы в 2—3 раза против нормы суперфосфатного удобрения.

О существовании в России фосфоритных залежей было известно давно, начиная прошлого столетия (раньше всего в 1818 г. Селивановым были открыты курского «саморода»); в 40-х годах открыты богатейшие залежи подольского фосфорита, а в 60-х годах произведено первое экспедиционное обследование среднерусских фосфоритов, под руководством проф. А. Н. Энгельгардта, ставшего впоследствии пропагандистом сельско-хозяйственного использования русских фосфоритов. Однако, несмотря на красноречивую пропаганду фосфоритов в 80-х годах, их шла весьма медленно. На первом месте по добыче фосфорита с 1885 до 1900 г., после чего, однако, пошло сокращение до 0,7 милл. пудов в Костромской (где добыча т. н. куломзинского фосфорита не превышала 0,4 милл. пудов и тоже в последние годы до войны сильно сократилась). В средней России шла разработка фосфоритов в Курской, Смоленской и Рязанской губ. (в 888 тыс. пуд. приходится на Курскую губернию в 1892 г.). Общая добыча фосфоритов во всех районах с 1865 г. до войны держалась на одном и том же низком уровне (около 1 милл. пуд.). Исследованиями проф. Я. В. Самойлова установлено, что фосфоритные залежи разбросаны у нас на громадном пространстве (экспедиционно обследовано до 1913 г. около 11 тыс. кв. верст) и запасы фосфоритов на обследованных месторождениях превышают 200 миллиардов пудов, при средней продуктивности 1 пуд. на 75 пуд.

По качеству и происхождению русские фосфориты могут быть подразделены на три группы: наиболее высокопроцентными (свыше 28 и до 35%) являются фосфориты древнего происхождения (силурийской системы в Подольской губернии, фосфориты юрской системы в Костромской и Вятской губ. (с содержанием 26% фосфорной кислоты), и на последнем месте стоят низкопроцентные фосфориты меловой системы (в Смоленской, Рязанской губ.), с содержанием 12—18% ф. к.

В то время, как подольские фосфориты представляют почти чистую горную породу — апатит с химическим составом весьма постоянным (соответствующим формуле $3\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), извести с 1 ч. фтористоводородной кислоты, — меловые фосфориты в большинстве случаев представляют конгломераты различных пород, цементированных фосфорнокислой известью, а потому отличаются непостоянным составом. Весьма значительной примесью этих фосфоритов является углекислая известь, а затем кварцевый или глауконитовый песок.

Для характеристики русских фосфоритов приводим анализы 6-ти типичных образцов (данные заимствованы из руководств проф. Прииминникова и Егорова).

	P_2O_5	CaO	Ca_3	$(\text{PO}_4)_3$	CaCO_3	Нераств. остаток.
Подольский фосфорит (силур.)	38,4	49,5	81,1	3,0	8,0	
Костромской (юрск.)	29,2	44,6	61,2	12,6	3,0	
Вятской (юрск.)	26,5	39,6	56,0	9,7	11,0	
Саратовский (мелов.)	13,6	24,5	28,7	7,8	49,0	
Самарский (гольтский)	18,2	28,2	38,5	5,5	33,4	
Смоленский (меловой)	16,3	42,8	34,4	7,0	43,7	

Из этих данных видно, в каких широких пределах колеблется в природных фосфоритах содержание фосфорной кислоты (13,6—38,4%) и балласта (нерастворимый остаток 3 до 49%).

Примеси, содержащиеся в фосфоритах, оказывают значительное влияние на качество и стоимость суперфосфата, так как вызывают лишние расходы серной кислоты и снижают растворимость фосфорной кислоты, а также способствуют образованию углекислой извести и понижают растворимость фосфорной кислоты, в особенности окиси железа (в костромском фосфорите содержание последнего достигает 4%), не говоря уже о том, что содержание балласта (в виде нерастворимого остатка) удорожает суперфосфат, увеличивает расходы на транспортировку.

По исследованиям проф. Самойлова, около 73% русских фосфоритных залежей могут быть отнесены в группу низкопроцентных меловых фосфоритов, с содержанием от 12 до 18% ф. к., не гарантирующим нормального суперфосфатного производства. Вполне доброкачественным материалом для заводской переработки можно признать фосфориты силурийской и юрской систем, запас которых, однако, выражается в 4% (абсолютно около 8½ миллиардов пудов), при чем, кроме костромского фосфорита эти залежи расположены на окраинах России (на севере в Слободском уезде, на юге в Подольской губ.). Таким образом, перед русским хозяйством по-прежнему стоит неразрешенная проблема использования природных фосфоритов в непереработанном виде.

Рассмотрим далее результаты применения фосфорнокислых удобрений в полевой культуре. Первые полевые опыты с минеральными удобрениями и, в частности, с костяной мукой и суперфосфатом поставлены в 40-х годах на Ротгамстедской опытной станции (в Англии). Этой станции принадлежит заслуга устройства (по идее Либиха) первого суперфосфатного завода. В России первые опыты с костяной мукой поставлены Горюхиным земледельческим институтом, построившим в начале 60-х годов костяную мельницу-толчею (описание которой дается И. А. Стебутом в «Настольной книге для русских хозяев»). Коллективные опыты, организованные в конце 60-х годов в Ново-Экономическом обществе, под руководством профессоров Менделеева и Советова, и прочим, производили испытание костяной муки, но дали в общем неудовлетворительные результаты. Последнее обстоятельство побудило Д. И. Менделеева высказаться о применении в России фосфорнокислых удобрений, несмотря на успешное их применение в западно-европейских хозяйствах. По мнению Менделеева, почвы русские не реагируют на минеральные удобрения лишь после коренного улучшения при помощи известкования и заправки органическим веществом. Однако, это мнение было поколеблено уже в середине 80-х годов, благодаря удачным опытам А. Н. Энгельгардта с фосфоритной мукой, которая у него производила прекрасное действие именно на малокультурных подзолистых почвах, на пустошах, тогда как действие той же муки на старопахотных землях, заправленных навозом, выражалось гораздо менее рельефно. Опыты А. Н. Энгельгардта производились с среднерусскими низкопроцентными фосфоритами (из Рославльского уезда Смоленской губ.). Замечательно, что удачные опыты применения сырой фосфоритной муки были произведены во Франции именно на пустошах («ландшах»), где уже в 60-х годах (по сообщению А. С. Ермолова) разработка фосфоритов приняла обширные размеры (свыше 1 милл. пудов, что соответствует удобрению 40 тыс. гектаров), а к середине 80-х годов, когда начал свои опыты

А. Н. Энгельгардт, производство фосфоритной муки достигло во Франции 1 пудов, при чем это удобрение распространялось почти исключительно в связи с обработкой пустошных земель. У нас, несмотря на горячую пропаганду А. Н. Энгельгардта, фосфоритная мука не получила широкого применения. В нечерноземной России, по литературным сообщениям, сведенным А. В. Отыганыевым в 1910 году, фосфоритная мука в значительных количествах потреблялась только в двух уездах (Рославльской г., и Жиздринском, Калужской губ.), где велась разработка месторождений; костяная мука в то же время получила значительное применение в северных уездах Нижегородской губ. и в Костромской губ.; в западных районах области — в Калужской губ. — имело применение суперфосфата и томашлака. Частые неудачи с фосфоритом побуждали многих агрономов выступить решительными противниками этого удобрения (к их числу следует отнести А. В. Отыганыева, производившего опыты в Египетской опытной станции вскоре после А. Н. Энгельгардта), и проф. П. С. Коссовича, которому принадлежит заслуга весьма тщательной и глубоко научной разработки этого вопроса лабораторными методами. Фосфоритный вопрос выдвинулся в качестве важнейшей темы исследования в двух крупнейших лабораториях (Л. П. Прянишникова при Петровской Академии) и проф. П. С. Коссовича (при Петербургской Академии) и на двух опытных станциях (Энгельгардтовской для нечерноземных почв и Чатиловской для черноземных). При помощи вегетационных опытов с различными почвами удалось выяснить, что действие фосфоритной муки определяется потребностями в фосфорной кислоте, главным образом, тремя факторами: свойствами почвы, свойствами растений и свойствами самого удобрительного материала. Наиболее отзывчивыми на фосфоритное удобрение и в вегетационных опытах были подзолистые и торфянистые почвы, но и некоторые суглинки, супеси и песчаные почвы, обнаружившие резкую потребность в фосфорной кислоте, заметно реагировали на фосфоритную муку, хотя в более резкой степени реагировали на костяную муку, суперфосфат. Из культурных растений наибольшую усваивающую способность в отношении фосфорной кислоты фосфоритов обнаружили люпин, гречиха и горох. Растения, обычно применяемые для зеленого удобрения на песчаных почвах (клевер, люцерна), слабую усваивающую способность проявили просо, лен и клевер, растения, по своей требовательности в отношении плодородия и культурного состояния почвы. В отношении третьего фактора, т.-е. свойств удобрительного материала — в опытах Прянишникова и Коссовича установлена известная последовательность усваиваемости фосфорной кислоты из различных фосфоритов, оказавшаяся в общем в обратном соотношении с содержанием фосфорной кислоты: наименьшая усваиваемость характеризует кристаллические фосфориты силурийской системы (подольские), лучшей усваиваемостью обладают фосфориты юрские и меловые, а наилучшей — фосфориты гольцского яруса. С другой стороны, установлено громадное влияние на усваиваемость ф. к. фосфоритов почвенного раствора и в особенности солей азота. Физиологически кислые соли, какова серноаммиачная и азотноаммиачная соль, способствуют усваиванию ф. к. фосфоритов, тогда как физиологически-щелочные соли (какова селитра и известковая), напротив, ослабляет усвоение ф. к. фосфоритов. Еще большее ослабление в усвоении ф. к. фосфоритов вызывается избытком известки и при чем даже слабые дозы известки, соответствующие обычным полевым нормам, могут совершенно парализовать действие фосфатов.

Полевые опыты Энгельгардтовской опытной станции, начатые после А. Н. Энгельгардта в 1896 г., вполне подтвердили первые наблюдения А. Н. Энгельгардта относительно более сильного действия фосфоритной муки на пустошных землях по сравнению с старопахотными землями. В то время, как в зерне ржи на пустошной земле зачастую выражалась почти в удвоении (40—50 пудов), т. е. сравнивалось с действием навоза, на старопахотных землях редко превышала $\frac{1}{2}$ урожая (20—30 пудов). Более устойчивым, чем по мятой, оказалось действие фосфоритной муки на облогах и по клеверному пласту

бавок в зерне ржи в первом случае от 1 пуда до 47 пуд., а во втором—от 13 до 60 пуд., при средней величине в 22 пуда). На тучных приусадебных землях (т.н. «наших десятинах») фосфорит не оказывал никакого действия, хотя в то же время наблюдалось действие навоза и растворимых фосфатов. Большой интерес представляют данные Энгельгардтовской опытной станции в отношении последствий фосфоритной муки, которое учитывалось в течение двух циклов девятипольного севооборота с клевером (пар, клевер, лен по пласту, пар, овес), при среднем урожае ржи без удобрения, около 75 пудов. В этом севообороте, при среднем урожае ржи без удобрения, около 75 пудов, фосфоритная мука (в норме 6 пуд. ф. к. на дес.) повышала урожай ржи до 100 пудов, двойное количество (12 пуд. ф. к.) до 115 пуд., тогда как навозное удобрение в двойном количестве (1200 пуд.) давало 112 пуд., а полное навозное удобрение—122 пуда, при нормальном урожае ржи (т.-е. после клевера) всегда рожь получалась значительно лучше (при нормальном урожае ржи, как по половинной норме навоза—150 пуд.). Выше урожай ржи (до 175 пуд. зерна ржи) получались при сочетании фосфоритного удобрения с половинным количеством навоза, при чем замена фосфоритной муки (36 пуд.) томасшлаком (п.) и суперфосфатом (18 п.) не сопровождалась дальнейшим повышением урожая. Фосфоритная мука давала прибавку сена в 126 пудов (за два

На укосах клевера (сбор урожая в 1940 г.) прибавка к урожаю (в сравнении с урожаем на чистом клевере) достигала 77 пуд. на урожай ржи (после клевера)—20 пуд. зерна и на урожай овса, в следующем севообороте—12 пуд. зерна.

Таким образом, действие фосфоритной муки (в количестве 6 пуд. ф. к.) продолжалось дольше 8 лет, т.-е. в смысле последействия мало уступало навозу, примененному в нормальном количестве (содержащем не более 6 пуд. ф. к.). Общая прибавка урожая от шести посевов за 8 лет достигла при фосфоритном удобрении 265 пудов, т.е. чем увеличение нормы с 6 до 12 пудов, ф. к. не увеличило этой прибавки, а наоборот, такое удобрение дало в сумме даже меньшую прибавку (253 пуда). В среднем 1 пуд фосфоритной муки (с 15% ф. к.) прибавил за 8 лет $7\frac{1}{2}$ пуд. продуктов, в том числе 1 пуд зерна.

Опыты Шатиловской опытной станции, начатые в 1898 году, почти одновременно с опытами Энгельгардтовской станции обнаружили, против ожидания, весьма явное действие фосфатов на черноземе, при чем и здесь действовали не только суперфосфат и томасшлак, но и считавшиеся малопенными костяная мука и фосфориты (состромской и рязанский). Костяная мука при 4 пуд. ф. к. не уступала ни томасшлаку ни суперфосфату (в некоторых случаях наблюдалось даже лучшее использование ф. к. востановимого фосфата, по сравнению с суперфосфатом, что объяснялось неблагоприятным влиянием резко кислой реакции суперфосфата). Фосфоритная мука (вносившаяся в опыты в количествах слабого действия в высоких нормах от 6 до 12 пуд. ф. к.) давала урожай, не уступающий навозному удобрению (1.200 п.), до 142 пуд. зерна на дес. Коллективные опыты на крестьянских землях Тульской губ. вполне подтвердили громадные успехи от отзывчивости северо-черноземных почв на фосфорно-кислые удобрения, при чем небольшие успехи достигались при внесении томасшлака и костяной муки (в нормах от 3 до 4 пуд. ф. к. на дес.) и в последующие годы до войны спрос на эти удобрения был очень велик. С исчезновением с рынка этих туков внимание Шатиловской опытной станции поневоле сосредоточилось на изучении фосфоритной муки, которая после войны оказалась единственным доступным нашему крестьянскому хозяйству фосфорным туком. Однако, если считаться с продолжительным действием фосфоритной муки, то использование ее ф. к. оказывается весьма полным и потому применение фосфоритов для заправки черноземов в отношении главного недостающего им питательного элемента заслуживает самого серьезного внимания. Гораздо раньше, чем на юге России, интерес к минеральным удобрениям пробудился в черноземной полосе России, где, несмотря на высокое плодородие почв, потребность в удобрении возникала главным образом, в интенсивных промышленных хозяйствах с обширными плантациями сахарной свеклы. Инициатором опытов с минеральными удобрениями в южной половине

В заключение нам остается рассмотреть более частные вопросы — времени и способах удобрения фосфатами.

Нормы фосфатного удобрения колеблются в весьма широких пределах (12 пуд. ф. к.) в зависимости от того, имеется ли в виду обеспечение одного или нескольких посевов, применяются ли растворимые или трудноусвояемые фосфаты, проводится ли сплошное (вразброс) или местное (гнездовое или рядовое) удобрение.

Низшая норма — 2 пуда ф. к. на десятину — соответствует применению фосфата в виде местного удобрения, преимущественно для форсирования роста свеклы в течение критического периода укоренения. Высшая норма (от 6 до 12 пуд. ф. к.) соответствует применению фосфоритной муки для длительной заправки почвы в течение полного цикла севооборота, при чем, в зависимости от числа посевов, потребности в ф. к., назначается та или другая норма, соответствующая потребности всех посевов данного севооборота.

На основании западно-европейских данных хорошие урожаи полевых культур с одной десятины от 1 до 2 пудов ф. к. (яровые хлеба — 1 п., озимые — 2 п.). Обычная норма навозного удобрения, содержащая не более 6 пуд. ф. к., может покрыть потребности не более 4 урожаев, а потому в многопольных севооборотах (6—8—9-польных) для статистического удобрения необходимо увеличивать норму свыше 6 пуд. ф. к.

Может, однако, возникнуть вопрос — не выгоднее ли вносить ф. к. в почву приемами, по возможности под каждый посев. Хотя в отношении фосфатов — выноса и потерь ф. к. опасаться не приходится, в виду большой поглотительной способности большинства почв именно в отношении ф. к. (выщелачивание ф. к. происходит лишь на песчаных почвах и при внесении растворимой ф. к. в виде суперфосфата), однако, при внесении растворимых и полурстворимых фосфатов возможно их вымывание в нерастворимые фосфаты, особенно на почвах, содержащих избыток кальция и полторных окислов, вследствие чего может понизиться усвоение ф. к. со стороны первых посевов и растений, которые могут обходиться и без фосфатного удобрения (каковы — овес, картофель, зерновые бобовые). В результате одно и то же количество ф. к. может дать весьма различные прибавки урожая в зависимости от его распределения на протяжении одного цикла севооборота. Прекрасной иллюстрацией положения могут служить данные Харьковской опытной станции, полученные в чистом зерновом севообороте (пар, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень) — при внесении 3 пуд. ф. к. в виде томашлака — в одном случае в пару под три последовательных хлебных посева, в другом случае — порознь по 1 пуду ф. к. под каждый хлебный посев. В первом случае 3 посева дали общую прибавку зерна в 39 пуд., во втором — в 53 пуда. Характерно при этом, что урожай соломы оказался более высоким при одновременном внесении всей ф. к. в пару, что объясняется чрезмерно пышным развитием соломы у озимой ржи, которая, однако, при климатических условиях степи при избыточном удобрении не успевает использовать удобрения для нормального развития зерна (получается более низкий умолот и худшее качество зерна). Еще большее использование ф. к. фосфатного удобрения изменяется при возделывании свеклы, которая требует непосредственного внесения растворимой ф. к., хотя бы и в минимальных нормах даже в том случае, когда под предшествующую озимь в пару вносятся значительные количества удобрения (напр., полное навозное удобрение с 6 п. ф. к.). Необходимо считаться, кроме того, с общим законом падения рентабельности при увеличении затрат, которые при возрастающих нормах удобрения проявляется резко. Для примера приведем данные киевской сети опытных полей для свеклы:

без фосфатного удобрения урожай корней — 645 пуд.

При внесении 1-й порции ф. к. в 1 п. получен прирост в 621 п.	
2-й " " " " " " " " " "	523 п.
3-й " " " " " " " " " "	386 п.
4-й " " " " " " " " " "	213 п.

Хотя урожаи сахарной свеклы непрерывно возрастали для всех норм фосфатного удобрения (от 1 до 6 пуд.), но далеко не пропорционально, а именно, 1-й пуд ф. к. почти втрое большую прибавку урожая, чем последний.

Направку почвы фосфатами оправдывается главным образом в том случае, когда удобрения используются труднорастворимые более дешевые фосфаты, а именно костяная мука, костяная мука, а в некоторых случаях и томашлак.

При внесении этих фосфатов нечего опасаться ни выщелачивания, ни ретроградного быстрого и расточительного расходования ф. к. малотребовательными культурами, так как ф. к. этих фосфатов находится в состоянии трудноусвояемом и с течением времени, под воздействием почвы, напротив, становится более доступной. Кроме того, внесение избытка удобрения позволяет посевам сполна использовать благоприятные условия каждого года и месяца, что при наших резко колеблющихся климатических условиях приобретает особенно важное значение. Кроме ф. к. труднорастворимые содержат значительное количество извести, не только фосфорнокислой, но и углекислой, а известь сама по себе на многих нечерноземных почвах оказывает благоприятное действие, и, следовательно, при внесении высоких норм фосфатов одновременно и некоторая заправка почвы в отношении извести.

Например, при внесении 12 п. ф. к. в виде рославльского фосфорита, содержащего наряду с 16 проц. ф. к. — 43 проц. извести, почва получает 32 пуда извести, что составляет значительную долю обычной полевой нормы известкования (от 60 до 100 п.). Еще более широкое отношение между ф. к. и известью характеризует томашлак (34—54 проц. извести при 12—18 проц. ф. к.) и фильтпресную или фосфорнокислую грязь, часто применяемую в свекло-сахарных хозяйствах в качестве азотно-кислого удобрения, но содержащую в сухом веществе при 1—2 проц. ф. к. до 25 проц. извести, т.-е. в 10 раз больше извести, чем ф. к.

Упомянутое прежде мнение о том, что нормы фосфатов должны определяться в зависимости от степени усвояемости ф. к. различных фосфатов, в настоящее время не имеет смысла, в виду того, что природные условия — почвенные, климатические и агротехнические оказывают в полевой практике гораздо большее влияние, чем свойства фосфатов. Установление при помощи химических анализов и вегетационных опытов коэффициенты усвояемости ф. к. различных фосфатов представляют чисто теоретический интерес для характеристики фосфатов, но не могут служить для их практической оценки в полевых условиях и для установления норм удобрения.

Действительно, если прежде считали, что 2 пуда ф. к. суперфосфата эквивалентны 4 пудам ф. к. томашлака, 4 пудам ф. к. костяной муки и 6 пуд. ф. к. фосфоритной муки, то это соответствовало при прочих благоприятных условиях только соотношениям первого посева, а на целом ряде последующих посевов действие ф. к. различных фосфатов быстро сглаживается и суммарное действие удобрения в конце концов отражает только количество внесенной ф. к., независимо от формы, в которой она была внесена. Последствие фосфата, конечно, будет составлять тем большую долю суммарного действия, чем выше примененная норма и чем медленнее идет усвоение ф. к., но и при низких нормах растворимых фосфатов никогда не достигается полное использование всей внесенной ф. к., а потому при оценке удобрения необходимо считаться не только с его действием на первом посеве, но и с его последствием на протяжении всего севооборота. Правда, некоторые опыты (напр., Энгельгардтовской и Сумской опытных станций) показывают, что высокие нормы удобрения (свыше 3—6 пуд. ф. к.)

не вполне используются даже в течение 8—9-летнего периода, т.е. продолжают вызывать заметное действие и в течение второго цикла севооборота, но, однако, урожаи, не превышающие процента на затраченный капитал удобрения, с этих точек зрения уже не должны быть принимаемы в расчет. Попытки установить коэффициент использования удобрения по отдельным годам—до сих пор не давали творительных результатов даже для такого универсального удобрения, как суперфосфат, потому что использование удобрения находится в сильнейшей зависимости от множества постоянно меняющихся природных условий: при неблагоприятных условиях вместе с падением урожаев сокращается и использование удобрения, а при смене малотребовательных посевов требовательными возрас- бавки от удобрения и наоборот, и потому погодные коэффициенты использования в севообороте не представляют правильно убывающего ряда цифр, а колеблются своеобразно, и только на больших статистических средних за много лет и по определенной смене культур можно было бы установить какую-либо шкалу потребления удобрения, но таких данных не могло собрать ни одно из наших учреждений, в особенности для минеральных туков, испытание которых в нашей программе сравнительно недавно (с конца прошлого столетия) и в большинстве случаев не приобрело устойчивого регулярного характера. В отношении времени внесения фосфатов имеется сравнительно мало опытов. Киевская сеть опытных полей имела внесение фосфатов в пару при его подъеме с внесением непосредственно в сево- вом озими и пришла к заключению, что даже при удобрении суперфосфатом использование ф. к. достигается при более раннем внесении, в отношении суперфосфата, а тем более костяной муки и фосфоритов безусловно необходимо при более раннее внесение при подъеме пара, так как в этом случае энергичнее биологические процессы всего парового периода содействуют периоду ф. к. усвояемое состояние и отчасти и более равномерному ее распределению в с

Во многих случаях, при раннем внесении, действие томасшлака сравнимо с действием суперфосфата. Между осенним и весенним внесением фосфатов, по-видимому, не может быть такой значительной разницы, в виду ослабления химико-биологических процессов в течение зимнего полугодия, однако, при заблаговременном внесении в конце лета, а также, при раннем весеннем, внесены под поздние яровые, — действие, несомненно, должно выразиться рельефней, чем при внесении непосредственно перед посевом. В особенности это следует иметь в виду при удобрении естественных лугов сильно реагирующих даже на поверхностные удобрения с осени, а также, при травосеянии; клевер и люцерна весьма отзывчивы на поверхностное удобрение. Преждевременное изреживание их легче всего может быть предупреждено при помощи калийфосфатного или только фосфатного удобрения.

Весьма отзывчивы и пострадавшие озими, для которых поверхностное удобрение ранней весной зачастую может явиться прекрасным средством поддержки, при чем такой эффект может быть достигнут применением удобрений в самых минимальных нормах (1—2 пуда ф. к.). Что касается способов внесения фосфатов, то опытные учреждения черноземной полосы интересовались главным образом сравнением разбросного и рядового удобрения, при чем, в большинстве случаев, при внесении фосфатов в рядки, получались большие прибавки в урожае сахарной свеклы и хлебов, по крайней мере при низких нормах, тогда как с переходом к средним (в 3—4 пуда ф. к.) разбросное удобрение по своему действию приближалось к рядовому, а при сопоставлении прибавок нескольких последовательных урожаев, т. е. не только действия на первом посеве, но и последствия, — различия, конечно, сглаживались, но при сравнении различных норм разбросного и рядового — оказывалась в пользу более высоких норм разбросного удобрения. Для примера приведем данные Киевской сети, относящиеся к 4 годам (1902—1905) и представляющие средние значения многих опытов.

из фосфатного удобрения	получено	корней сах. свеклы	1250 п.
при внесении 2 п. ф. б. суперфосфата	в рядки	получ. прибавка.	423 п.
" " " "	вразброс	" "	206 п.
" 4 " " "	" "	" "	366 п.
" 2 " " "	тамасшлака	в рядки	160 п.
" " " " "	"	вразброс	95 п.
" " " " "	"	" "	141 п.
" 4 " " "	"	" "	" "

Эффект рядового удобрения как при суперфосфате, так и при томасшлаке оказывается вдвое выше, чем эффект той же нормы разбросного удобрения, при чем, удвоенная норма того же удобрения при разбросном внесении не давала прибавки вдвое меньше нормы рядового удобрения, как в случае суперфосфата, так и томасшлака; однако, в опыте отсутствует учет последствия на втором посеве и испытание более высоких норм рядового удобрения, при которых использование ф. к., по крайней мере, в случае суперфосфата, оказывается менее полным. При рядовом внесении суперфосфата необходимо соблюдать одну предосторожность, существенно отражающуюся на росте кукурузы и хлебов и на использовании удобрения, а именно, следует вносить удобрение не близко к семенам, избегая непосредственного соприкосновения с удобрением не только семенами, но и молодых ростков, которые часто, при наступлении сухости, страдают от слишком высокой концентрации и резко кислой реакции почвенного раствора. С другой стороны, необходимо стремиться к тому, чтобы семена и удобрения попадали в одни и те же рядки (чтобы не происходило смешения тех и других рядков), что достигимо не только лишь при употреблении комбинированных сеялок, которые в свеклосахарных районах приобрели широкое распространение.

Что касается глубины заделки разбросного удобрения, то она должна соразмеряться со свойствами почвы: чем толще поверхностный сухой слой и чем лучше аэрация, тем глубже приходится заделывать удобрение, чтобы подвергнуть его воздействию почвенных процессов и наоборот. С другой стороны, необходимо стремиться к более равномерному распределению тука в пахотном слое и по возможности даже к некоторому углублению корневой системы, так как только при этом условии, с наступлением засушливых периодов, обеспечивается более полное использование внесенного удобрения и достигается большая выносливость посевов.

XII. Азотистые удобрения.

Вопреки установившемуся обычаю в обзор удобрительных туков, азотистым удобрением мы отвели не первое, а последнее место; такая последовательность, нам кажется, более соответствует действительному значению в русском хозяйстве искусственных азотистых туков, так как в экстенсивных хозяйствах обогащение почвы перем и азотом обычно достигается применением естественных удобрительных материалов, каковы: навоз, компост, торф и зеленое удобрение, а отчасти и возделыванием полетних трав, вследствие чего мы рассмотрели прежде всего эти экстенсивные способы восстановления плодородия. Искусственные азотистые туки появились в Европе лет тому назад со времени открытия в Южной Америке богатейших залежей серы. Первая партия чилийской (вернее перуанской) селитры доставлена в Англию в 1820 г. До того времени в английском хозяйстве получило широкое применение перуанское гуано и рапсовые жмыхи, два концентрированных тука, содержащих азот в удобоусвояемой форме и действовавших весьма сильно на самые требовательные культуры (корнеплоды, лен, озимую пшеницу). Однако, селитра оказалась туком значительно более сильным даже по сравнению с гуано и жмыхами, а потому и не удивительно, что она весьма скоро распространилась в практике таких интенсивных стран, как Англия, Бельгия, Дания, а впоследствии и Германия. Вывоз селитры из Чили возрастал с каждым годом и к концу столетия достиг 2 миллионов тонн. Явилось опасе-

ние скорого истощения залежей, запасы которых, по некоторым исчислениям, выпали к концу столетия сотни миллионов тонн и, следовательно, могли бы исчерпаны в течение первой половины XX столетия. А, между тем, ни в одной другой стране не было найдено подобных залежей селитры, происхождение которых до настоящего времени остается не вполне разясненным. Не случайным, конечно, является явление в одной и той же стране единственных в мире залежей селитры и гуано, так как в таких громадных количествах только благодаря особенным климатическим условиям Перу и Чили, где дожди выпадают далеко на юг и где извержения морских птиц, скопляясь в течение тысячелетий, благодаря хости, не подвергаются ни выщелачиванию, ни разложению. Чилийское гуано содержит свыше 15% азота, до 60% органических веществ и до 25% фосфорнокислой соли, а потому представляет концентрированный туф не только азотистый, но и фосфорнокислый. В чилийской селитре азота содержится не больше, чем в гуано, даже на то, что она является продуктом переработки сырого материала, а именно кристаллизации залежей соли, для ее очистки от посторонних примесей. При переработке, конечно, не удается получить химически чистого продукта, т. е. селитры, которая должна бы содержать 16,5% азота, в действительности же держит в среднем 15,5%, при чем в качестве примесей, кроме поваренной соли (меси вполне индифферентной) следует отметить хлорнокислое кали ($KClO_4$), которое даже в малых дозах (1—2%) действует на растения, как сильный яд, вследствие чего, при контрольных анализах селитры, необходимо обращать особое внимание на содержание этой соли. Кроме селитры и гуано природного происхождения, все виды азотистых удобрений представляют продукты фабричной переработки. В отбросах газового производства при сухой перегонке каменного угля (в процессе коксования) получается аммиак, поглощаемый серной кислотой и дающий наиболее ценный концентрированный азотистый туф—серно-аммиачную соль, содержащую 20% азота (теоретически чистая соль должна содержать 21,2%). Тот же туф получается и при приготовлении пудретов и при сухой перегонке торфа.

Ядовитой примесью серно-аммиачной соли является роданистый аммоний, возникающий от соприкосновения аммиака со стенками железных сосудов и придающий серно-аммиачной соли розоватую окраску. Избежать этой примеси можно путем оттоном аммиака и перекристаллизацией соли.

У нас на севере наиболее дешевым способом получения серно-аммиачной соли является производство генераторных газов из торфа. При этом производстве (содержащим 20 процентов болотного газа, 33% водорода и 47% углекислоты и 12% окиси углерода), получается и 1000 килограммов торфа, из которого получается 1% азота, до 40 килогр. серно-аммиачной соли, т. е. используется 80% азота; при употреблении торфа, более богатого по содержанию азота, выход азота под свежлу достаточно примешать 2—3 пуда селитры на десятину, чтобы значительно улучшить развитие свеклы. То же самое наблюдается и при поверхностном внесении селитры ранней весной на озимых посевах, в особенности озимой пшеницы, и при внесении ее весной. Таким образом, применение концентрированных туфов часто оказывается приемом более дешевым и более действительным, чем экстенсивные приемы обогащения почвы в отношении азота, тем более, что азотистые соединения, благодаря непрерывным химическим и биологическим превращениям, постоянно изменяют свое содержание в почве растворимого азота и азотистое голодание растений временами наблюдается даже на почвах, чрезвычайно богатых в отношении перегноя и азота, на типичных черноземах ранней весной и поздней осенью, на торфянистых почвах же на свежее удобренных полях,—если условия разложения зеленого удобрения и закладываются неблагоприятно. Вполне естественно, поэтому, стремление западноевропейского хозяйства к широкому применению именно наиболее концентрированных азотистых туфов, а так как природные запасы селитры весьма ограничены и с каждым годом удорожаются, то техника последнего времени занялась усиленной разработкой способов изготовления искусственных продуктов, содержащих нитратный и аммиачный

азот. Другой важной особенностью серно-аммиачной соли является ее быстрое поглощение почвой, вследствие чего она может быть внесена в почву в любое время, без риска потерь через выщелачивание, тогда как при внесении селитры приходится соблюдать большую осторожность в этом отношении, избегать, например, внесения ее в почву, вносить нужное количество в несколько приемов, предпочитать иногда попутное и рядовое удобрение и т. д. Третьей особенностью аммиачных солей, по отношению к азоту, является отношение к ним микроорганизмов и грибов, которые питаются преимущественно аммиачными солями, а потому в некоторых случаях временно поглощается часть аммиачного азота (превращаясь в белковые соединения микроорганизмов), но даже наблюдается гибель молодых растений и всходов, ставших субстратом для микроорганизмов, при наличии в почве избытка аммиачных солей и недостатке органического вещества.

Что касается питания аммиачными солями высших растений, то оно возможно и при внесении этих солей в нитраты путем микробиологического процесса (нитрификации), т. е. превращения азота в нитраты. Растения предпочитают питаться нитратным азотом. Этим, по мнению некоторых исследователей, объясняется несколько меньший коэффициент использования аммиачного азота по сравнению с нитратным, констатируемый большинством вегетационных опытов. Понижение это для нормальных почв не превышает 10—15% и в условиях полевых опытов часто совершенно сглаживается, однако, в смысле быстроты действия, селитра, несомненно, представляет некоторое преимущество перед серно-аммиачной солью. Для достижения постепенного и продолжительного действия, напротив, предпочтительнее удобрение серно-аммиачной солью, особенно в том случае, когда можно избежать отрицательного влияния повышенной концентрации почвенного раствора, что часто наблюдается у нас в засушливых районах при внесении селитры. Неудобством серно-аммиачной соли является большая трудность ее равномерного распределения в почве, происходящая не только от более высокого содержания в ней азота, но и вследствие быстрого поглощения почвой (селитра, как соль растворимая и подвижная, обладает большой подвижностью и потому распределяется в почве более равномерно).

Несмотря на то, что существует множество различных способов обогащения азотом почвы, более дешевых, чем внесение концентрированных азотистых туфов (травосеяние, сидерация, парование, заправка почвы навозом, торфом, компостом), тем не менее в практике сельского хозяйства эти туки являются весьма важными, как средство быстрого воздействия на рост растений. Зачастую достаточно бывает внесения в почву азотистых туфов, чтобы достигнуть бьющих в глаза результатов. Так, например, при рядовом внесении суперфосфата под свеклу достаточно примешать 2—3 пуда селитры на десятину, чтобы значительно улучшить развитие свеклы. То же самое наблюдается и при поверхностном внесении селитры ранней весной на озимых посевах, в особенности озимой пшеницы, и при внесении ее весной. Таким образом, применение концентрированных туфов часто оказывается приемом более дешевым и более действительным, чем экстенсивные приемы обогащения почвы в отношении азота, тем более, что азотистые соединения, благодаря непрерывным химическим и биологическим превращениям, постоянно изменяют свое содержание в почве растворимого азота и азотистое голодание растений временами наблюдается даже на почвах, чрезвычайно богатых в отношении перегноя и азота, на типичных черноземах ранней весной и поздней осенью, на торфянистых почвах же на свежее удобренных полях,—если условия разложения зеленого удобрения и закладываются неблагоприятно. Вполне естественно, поэтому, стремление западноевропейского хозяйства к широкому применению именно наиболее концентрированных азотистых туфов, а так как природные запасы селитры весьма ограничены и с каждым годом удорожаются, то техника последнего времени занялась усиленной разработкой способов изготовления искусственных продуктов, содержащих нитратный и аммиачный

азот. В этом отношении техника прежде всего использовала давно известный процесс окисления атмосферного азота при помощи электрического разряда (изучена впервые Кавендишем в конце XVIII столетия), но только в конце XIX химикам Круксу и Райлею удалось выяснить технические формы воспроизведения реакции. По мысли Крукса, наиболее выгодным казалось использование необходимой электрической энергии, живой силы尼亚гарского водопада и в этом столетии эта мысль была осуществлена американской компанией, утилизирующей этот водопад 150 тыс. лощ. сил на продукцию электрического тока высокого напряжения. Аналогичные предприятия затем возникли в Швейцарии (Фрейбург), (Ноттоден), в Германии (Баден). Наиболее рациональным и интересным является завод, построенный в Норвегии, по идее проф. Биркланда, Эйде, представляющий электрическую печь, дающую между электродами обжига с температурой в 3.000 градусов. При этой температуре до 5% объема в печь воздуха образует окись азота, которая затем в целом ряде окислительных при более низкой температуре (от 800 до 2000) постепенно проходит два этапа фазиса окисления (присоединение второго и третьего атома кислорода) и кончается в азотную кислоту высокой концентрации (раствор, содержащий до 50% кислоты, которая в заключение проводится в поглотительную башню с циркулирующим вым молоком и затем в гранитные бассейны с кусками известняка; раствор азотной кислоты сгущается выпариванием до концентрации в 80% и горячий (145°) содержащий до 13,5% азота, выливается в металлические бочки, где после охлаждения застывает в кристаллическую массу. Известковая селитра, получившая в этой торговле название норвежской, представляет весьма ценный туф, содержащий 13,5% азота и значительное количество извести (содержание последней по весу в случае сухого или щелочного поглощения азотной кислоты, без выпаривания 13,5%). Стоимость норвежской селитры, несмотря на дешевизну исходных продуктов, является высокой стоимостью электрической энергии и пока мало уступает привозной чилийской селитры (на 1 пуд норвежской селитры приходится около 5 р. 52 к. на пуд азота). Содержание растворимого азота в некоторых случаях, казалось бы, может представлять большое значение, так как известь может идти не только непосредственно на питание растений известково-косвенно, путем обменного разложения с цеолитными и гуминовыми соединениями почвы, может освобождать кали в усвояемой форме. Однако, при внесении растворимых известковых солей, по наблюдениям проф. Эренберга, возможно, ослабление калийного питания растений, вследствие более энергичного поглощения извести, и потому на почвах, истощенных в отношении кали, или под растительными любимыми, норвежская селитра может оказаться неподходящим удобрением, вместо прибавки урожая понижение. Такой случай наблюдался в 1922 году с картофелем на Горьковской опытной станции. В этом опыте картофель, обработанный, главным образом, на внесение кали, при удобрении норвежской селитрой обнаружил значительное ухудшение в урожае клубней. Правда, в этом опыте была применена норвежская селитра с избытком извести, с резко щелочной реакцией, но при тех же условиях не сопровождалось такими отрицательными результатами с другой стороны, применение натровой селитры вызывало, напротив, некоторое повышение урожая. Немецкие опыты тоже показывают, что коэффициент использования азота для норвежской селитры зачастую оказывается значительно ниже, чем для чилийской или натровой селитры. Другой продукт синтеза азота основан на соединении азота с водородом, в смеси этих газов (без кислорода) реакция, происходящая под влиянием электрического разряда. В противоположность реакции азота путем окисления, требующей высокой температуры, при восстановлении азота в аммиак благоприятствующими условиями являются низкая температура, высокое давление, а также присутствие катализаторов-металлов (осмия, урана, даже железа). Процесс заводского производства синтетического аммиака или

аммиачной соли разработан в Германии в самые последние годы и еще не описан в своих технических подробностях. Более известно производство третьего синтетического продукта, оказавшегося наиболее концентрированным и наиболее дешевым азотистым туком, — цианамидом кальция. Еще в 1869 г. Бертелло наблюдал образование цианистого газа при пропускании электрической искры через смесь ацетилена с азотом (по уравнению $C_2H_2 + N_2 = CN_2H_2 + C$). На этой реакции основано и фабричное производство цианамидов с той разницей, что исходным материалом служит не ацетилен, а карбид кальция и азот, получаемый из атмосферного воздуха после поглощения кислорода (пропусканием воздуха через раскаленные медные стружки). В качестве исходного материала могут служить также и негашеная известь, которые, при высокой температуре электрической печи, вступают в реакцию образования карбида кальция, а уже затем происходит поглощение азота с образованием цианамидов. Чистый цианамид кальция содержит 35% азота, но в промышленности неизбежны примеси исходных материалов (известки и углерода), понижающие содержание азота до 20%. По своей химической природе цианамиды родственны мочеvine, а потому и не удивительно, что этот продукт весьма быстро подвергается разложению, аналогичному аммиачному брожению, при чем конечными продуктами являются аммиак и угольная кислота (или углекислый газ). Впрочем, при некоторых условиях (не вполне еще изученных) продукт не сразу до конца, а получается сначала промежуточный продукт — дицианамид (CN_2H_2), обладающий ядовитыми свойствами. Образованием этого продукта объясняется то неоднократно наблюдавшееся явление, что на легких и кислых почвах цианамид кальция действует пагубно на всходы, если внесен в почву при самом посеве; точно, однако, недельного пребывания цианамидов в почве, чтобы это вредное действие было совершенно устранено. Рекомендуется поэтому вносить цианамид заблаговременно и избегать поверхностного удобрения посевов.

Нормы азотистых туков (селитры натровой и известковой, серно-аммиачной соли и цианамидов) более или менее однообразны, в виду почти одинакового содержания азота, колеблющегося от 10% (в щелочной норвежской селитре) до 20% (в серно-аммиачной и цианамиде) и в виду их быстрого и сильного действия. При определении этих норм редко приходится исходить из потребности целого урожая или нескольких периодов, главным образом, в течение ранней весны, когда нитрификационный процесс не достиг своей нормальной напряженности, обеспечивающей посевы достаточным количеством растворимого азота. Поэтому нормы азотистых туков обыкновенно весьма низки, составляя не более половины потребности одного посева, а так как для большинства хлебных посевов содержание азота в хорошем урожае не превышает $2\frac{1}{2}$ —3%, то нормы азотистого удобрения обычно соответствуют внесению всего 1 пуда на дес., колеблясь в зависимости от содержания азота от 10 до 20 пуд. тука.

Нам остается еще упомянуть о навозной жиже, как сильном азотистом удобрении, наиболее распространенном в сельско-хоз. практике, а потому и заслуживающим особого внимания. Навозная жижа существенно отличается от мочи животных более высоким содержанием твердых веществ и зольных элементов в особенности. Тогда как моча травоядных животных содержит кроме азота столь же значительное количество фосфора, в навозной жиже содержится еще фосфорная кислота и известь, выщелоченные из экскрементов. Но все же главным действующим началом навозной жижи остается азот и в меньшей степени кали. Содержание сухого остатка колеблется в навозной жиже от одного до двух процентов, а сухой остаток состоит на половину из органических веществ (четвертую часть которых составляет азот) и на половину зольных элементов. Так как при продолжительном хранении навозной жижи порознь от навоза значительная часть азота теряется в виде летучего аммиака, рекомендуется прибавлять к навозной жиже серную кислоту до полной нейтрализации жидкости. При этом об-

разуется серно-аммиачная соль, которая может сохраняться долго без потери своего действия не уступает действию свежей мочи. Прибавление других ружий средств (соляной кислоты, гипса, железного купороса, стасфурта) представляет различные неудобства и ухудшает действие навозной жижи. Косвенное действие этих консервирующих средств на почву не благоприятно, как и все концентрированные азотистые туки, должна применяться в том количестве, соответствующем потребности посева в течение непродуктивного периода наиболее интенсивного роста. Если один пуд азота в виде селитры удовлетворяет этой цели, то в виде навозной жижи нормального состава внести пятьсот-шестьсот пудов жидкости на десятину или 800 ведер по сравнению с селитрой соответствует 1-му ведру на 3 кв. саж. Для более равномерного распределения производить поливку разбавленной навозной жижей в несколько приемов.

Применение азотистых туков в русской практике, по сравнению с фосфатов, всегда играло подчиненную роль, главным образом, благодаря характеру русского хозяйства, а отчасти (в черноземной полосе России) богатству почв в отношении перегноя, дающего в результате парования большое количество нитратов. Обширные и продолжительные опыты с азотистыми удобрениями производились в конце прошлого столетия проф. П. В. Будриным, в Новороссийском Институте, но и он, работая в наиболее интенсивном районе на бедной почве, все же пришел к заключению о преимуществе зеленого удобрения, при внесении небольшого количества минеральных калийфосфатных удобрений.

С другой стороны, опыты Московского опытного поля за последние 12 лет показали возможность накопления громадных количеств нитратов и аммиака на непахотных почвах, при условии продолжительного (2—3-месячного) парования и обработки пара. Еще ранее громадная нитрофикационная способность почв выявлена работами черноземных опытных учреждений (Полтавской, Плотицкой, Шатиловской, Безенчукской и Киевской сети). К концу парового периода, посева озимых, успевает образоваться количество нитратов, во много раз превышающее потребность в азоте самых высоких урожаев и самые высокие нормы азотистых удобрений (вместо 1—2 пудов азота—5—6 пудов).

Правда, азот в удобоусвояемой форме накапливается только в почвах, растениями, и очень быстро поглощается ими или микроорганизмами, как ступают условия, отличные от пара, не говоря уже о возможности потери азота в результате денитрификации; вследствие этого даже на богатых черноземах наблюдаются моменты, когда азотистые удобрения проявляют свое действие рельефно. Этим явлением объясняется необходимость прибавления к фосфатам минимального количества селитры в тех случаях, когда требуется форсирование посевов в критический период; в опытах Ивановской опытной станции и Киевской сети опытных полей установлено заметное действие даже 1—2—3 пуд селитры при внесении в рядки при посеве свеклы, вместе с суперфосфатом. Киевской сети при этом установить правильную зависимость между эффектом азотистых удобрений на урожай свеклы и содержанием перегноя в почве.

Так, например, в опытах 1904 года, при переходе от черноземов с суглинками к лесным суглинкам с содержанием 3% гумуса, прибавки урожая возрастали (от 10 до 25%). Абсолютные прибавки урожая свеклы в том же году выражались в внесении 33 пудов селитры при посеве в 135 пуд. корней, незначительно при увеличении нормы удобрения до 8 п. селитры (150 пуд. корней), но при селитры по всходам и после прорывки свеклы использование ее выражалось в несколько более низких прибавках урожая (+ 26 и 46 пуд. при 3 пуд. селитры и 99 пуд. при 8 пуд. селитры). Лучший эффект селитры, по данным Киевской сети, достигается при внесении ее в рядки вместе с суперфосфатом при посеве; в этом случае не наблюдается понижения сахаристости свеклы, тогда как при одностороннем азотистом удобрении (напр., при внесении навоза непосредственно под

предшествующую озимь) обыкновенно наблюдается заметное понижение сахаристости и повышение в содержании белков (несахара). Интересно отметить, что опытами русских опытных учреждений весьма отчетливо установлено не только действие, но и последствия азотистых удобрений, что указывает на отсутствие потерь азота через вымывание и на возможность использования азота в биологическом поглощенном состоянии. В виде примера, приведем данные Киевской сети для четырех видов азотистых удобрений.

Прибавки урожая корней свеклы в пудах на десятину сверх эффекта от суперфосфата (внесенного в норме 5—6 пуд. ф. к. под озимь).

Селитра натровая	32 пуд.
известковая	39 пуд.
Серно-аммиачная соль	34 пуда ¹⁾ .
цианамид кальция	38 пуд.

При внесении тех же удобрений непосредственно под свеклу действие их выразилось, конечно, гораздо более рельефно.

На черноземе прибавка от селитры натровой	230 пуд.
" " " " серноаммиач. соли	120 "
" " " " цианамид кальция	110 "

На хлебных посевах действие азотистых удобрений проявляется не так резко, главным образом потому, что отражается на соломе сильнее, чем на зерне и при сильном действии вызывает даже полегание хлебов. Поэтому и для хлебов необходимо начинать нормы азота потребностью только критического периода, т. е. давать не более 3 пуд. селитры, при внесении в рядки и 6 пуд. при поверхностном удобрении той же селитрой.

В виде примера можно привести данные из коллективных опытов Киевской губ., старшие из которых показывают, что они сгруппированы по трем почвенным типам, различающимся различным отношением к удобрениям.

Прибавки урожая зерна озимой ржи:

От одной селитры.	От одного суперфосфата.	От обоих удобрений
Черноземы (4 опыта) 8 пуд.	23 пуд.	35 пуд.
Лес. черноз. (6 оп.) 16 п.	21 пуд.	40 пуд.
Лес. лесн. зем. (6 оп.) 23 п.	9 пуд.	26 пуд.

Отсюда видим, что серые лесные земли реагировали на азотистое удобрение гораздо сильнее, чем на фосфаты, а черноземы типичные втрое сильнее на фосфаты, чем на азотистое удобрение. Деградированные (выщелоченные) черноземы занимают среднее положение, реагируя сильно на оба вида удобрения и давая в сумме наибольшие прибавки урожая.

Последствие азотистых удобрений на яровых хлебах выражается в незначительных прибавках.

¹⁾ Низкий эффект серно-аммиачной соли на второй год действия представляет явление необычное; благодаря поглощению аммиака почвой, следовало ожидать лучшего действия серно-аммиачной соли, по сравнению с селитрой, тем более, что и на первом году действия этой соли оказалось вдвое слабее. Не зависело ли такое явление от потери аммиака (возможной при смешении с суперфосфатом), частью от резкой реакции, образующейся от физиологически кислой соли и высокой нормы суперфосфата? При смешении с костяной мукой или фосфоритом наблюдается, напротив, благоприятное косвенное действие серно-аммиачной соли.



БИБЛИОТЕКА
Школы детского Интернационала

Тези
звання
принят
ав Конфере
и

Цена 1 руб.

Издательство Наркомзема
„НОВАЯ ДЕРЕВНЯ“

НОВЫЕ КНИГИ:

1. Винер, В. В., проф.—Общее земледелие. Вып. 1. Учение о вегетационных факторах. Учение о механической обработке почв. Учение о плодосмене.
2. Прянишников, Д. Н., проф.—Частное земледелие. Рациональная полевая культура.
3. Глинка, К. Д., проф.—Почвообразование. Характеристика почвенных типов и география почв.
4. Качинский, Н. А.—О влажности почвы.
5. Таланов, В. В., проф.—Селекция и семеноводство России к 1923 году. Очерки работы русских опытных станций.
6. Успенский и Скадовский.—Новые пути в сельском хозяйстве и учение об актуальной кислотности почв.
7. Справочная книжка русского агронома. Составлена под ред. И. И. Пересвет-Солтана.
8. Вильямс, В. Р., проф.—Естественно-научные основы луговодства или луговедение.
9. Прасолов, Л. И.—Почвенные исследования в России.
10. Вина, В. В., проф.—Сельско-хозяйственное опытное дело.
11. Вавилов, Н. И.—Полевые культуры юго-востока.
12. Гедройц, Н. Н.—Учение о поглотительной способности почв.

СКЛАДЫ ИЗДАНИЙ:

Книжные магазины „НОВАЯ ДЕРЕВНЯ“

МОСКВА, 1) угол Тверской и Моховой. Тел. 75-71.

2) Больш. Златоустинский пер., д. 6, Центральный Дом Крестьянина.

ЛЕНИНГРАД, Проспект 25-го Октября (б. Невский,) 54.

