

АКАДЕМИК В.Р.ВИЛЬЯМС

ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

ОГИЗ - СЕЛЬХОЗГИЗ • МОСКВА - 1945

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАДРОВ МАССОВОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

С 30 $\frac{\Gamma-3}{22a}$

АКАДЕМИК

В. Р. ВИЛЬЯМС

ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

УЧЕБНИК ДЛЯ ШКОЛ И КУРСОВ
ПОДГОТОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАДРОВ
МАССОВОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

★

Третье издание

ОГИЗ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
„СЕЛЬХОЗГИЗ“ — МОСКВА — 1945



*Посвящается
мастерам социалистического земледелия,
участникам
Всесоюзной сельскохозяйственной
выставки 1939 года.*

ОТ АВТОРА

Предлагаемую вниманию читателя книгу я посвящаю знатным и знаменитым мастерам социалистического земледелия, стахановским трудом завоевавшим почетное право участия во Всесоюзной сельскохозяйственной выставке 1939 года.

Я посвящаю им весь свой научный труд потому, что не было и нет у меня в жизни иной цели, кроме цели служения народу. Я всегда стремился сделать агрономическую науку достоянием широких народных масс, сделать ее действенным помощником создателей земного плодородия.

Победа социализма родила крепкий и всепобеждающий союз труда и науки. Агрономическую науку взяли в свои руки миллионы свободных тружеников деревни. Наука благодаря такому союзу приобрела могучую силу и новое направление развития.

Славные участники ефремовского движения за высокие и устойчивые урожаи зерновых на больших площадях правильно определили суть той задачи, которую должна решать сегодня наша советская агрономия.

Ефремовское звено Н. В. Лисиенко из колхоза «Искра» Белоглазовского района Алтайского края в своем плане агромероприятий на 1939 г. написало: «Если раньше крестьянина-единоличника спрашивали, какой он предполагает получить урожай, то обычный ответ сводился к тому, что все зависит от дождей, и при этом часто вспоминалась «воля божья». Мы же говорим так: при любых погодных условиях наше звено намечает получить с 10 гектаров по 80 центнеров яровой пшеницы и с 20 гектаров по 40 центнеров, а в среднем со всего участка по 53 центнера с гектара».

На «дождичек» и «волю божью» больше всего рассчитывала и рассчитывает старая агрономия. Такой агрономии сейчас пришел конец, «скорый и неблагополучный». Стахановцы сломали устой этой агрономии, расчистили путь для передовой агрономии, двинули ее вперед и предъявили к ней определенный счет.

Советская агрономия обязана вооружить тысячи растущих мастеров социалистического земледелия знаниями научной теории, помогающей по заранее намеченному плану достичь определенной высоты урожая. И не только достичь, но однажды полученный рекордный урожай сделать устойчивым, то-есть стремящимся только вверх. Основу такой теории составляют диалектические законы, управляющие сельскохозяйственным производством.

От советского агронома, будь то агроном с дипломом или агроном, выросший на совхозно-колхозных полях и защищающий диплом рекордными урожаями, требуется точное знание указанных законов, знание всех следствий, вытекающих из действия их или воздействия человека на них. Такова основа всех основ научной агрономии.

В своей книге я не увлекался изложением деталей агрономической техники. Многочисленные описания стахановского опыта, повторять которые здесь нет нужды, определенно говорят нам о том, что мастера нашего сельскохозяйственного производства в совершенствовании деталей этой техники доходят буквально до виртуозного совершенства, что они правильно поняли сложные процессы, протекающие в земледелии, правильно, пускай интуитивно, подсознательно, но, главное, правильно, уловили смысл сложных законов, управляющих этими процессами.

Выпуская эту книгу, я ставил перед собой задачу помочь растущим мастерам социалистического земледелия разобраться в той исключительной сложности процессов, которая неизменно создается в сельскохозяйственном производстве. И если данный труд поможет растущим мастерам понять главные основы научного земледелия, поможет взять их в свои могучие руки, я буду считать свою задачу разрешенной, а цель достигнутой.

В основу предлагаемой книги я положил стенограммы ряда моих лекций, докладов, а также отдельные статьи. Все эти работы при подготовке настоящей книги были заново пересмотрены, объединены единым планом и в ряде случаев дополнены.

ВВЕДЕНИЕ

1. Основная задача с/х производства.—2. Участие живых организмов в с/х производстве.—3. Условия жизни зеленого растения.—4. Разрушение органического вещества как вторая задача с/х производства.—5. Место животноводства в с/х производстве.—6. Задачи земледелия.—7. Факторы жизни растения как условия растениеводства.—8. Равнозначимость или незаменимость факторов.—9. Что такое плодородие почвы

Сельское хозяйство как производство резко отличается от всех других производств. Оно отличается по характеру и свойствам своего продукта, во-первых, и по сложности и особенностям условий, в которых оно протекает, во-вторых.

Основная задача сельскохозяйственного производства. Какая цель сельскохозяйственного производства? Что мы производим? На этот вопрос отвечают разное. Но в конце концов самым точным и исчерпывающим ответом на этот вопрос будет следующий: мы производим скрытую (потенциальную) энергию, ту энергию, которая лежит в основе всей жизни человека. Мы производим пищу. Продукт сельскохозяйственного производства—это, прежде всего, пища человека. Пища воплощает в себе ту энергию, которую мы затрачиваем во всей своей жизнедеятельности. Наряду с этим сельское хозяйство доставляет человечеству ряд продуктов, которые уменьшают бесполезную или непроизводительную трату жизненной энергии. Это материалы для одежды и обуви, материал для построек и материал для топлива.

Получить один вид энергии—в данном случае скрытую (потенциальную) энергию—можно только из другого вида энергии. Энергию создать нельзя, ее можно только преобразовать. Задача сельского хозяйства преобразовать действенную (кинетическую) солнечную энергию, энергию света, в скрытую (потенциальную) энергию, т. е. в пищу человека. Солнечный свет—основной первичный материал сельскохозяйственного производства.

Участие живых организмов в сельскохозяйственном производстве. Преобразовать лучистую энергию, действенную энергию света в скрытую энергию пищи мы можем только при участии живых организмов. Других способов мы пока еще не знаем. Поэтому основой сельскохозяйственного производства служат живые организмы—зеленые растения. Главной основой сельского хозяйства, основой растениеводства, служит зеленое культурное растение.

Совершенно очевидно, что зеленое растение для того, чтобы работать, должно получать откуда-то энергию, ибо без притока

энергии жизнедеятельность организма неосуществима. Энергия, которая приводит в состояние работы зеленое растение, тоже не совсем обычная энергия: это тепло солнечного луча.

Свет и тепло—безусловно необходимые условия жизни растений и, следовательно, безусловно необходимые элементы сельскохозяйственного производства. Свет—это основной материал, из которого мы готовим продукт; солнечное тепло—это та сила, которая приводит в работу наши зеленые машины—растения. Ясно, что и материал и основная энергия должны быть непременно налицо.

Действенную энергию солнечного луча мы преобразовываем с участием зеленых растений в скрытую энергию и воплощаем ее в определенную вещественную форму. Такая вещественная форма—органическое вещество. Наша ближайшая конкретная задача—непрерывно создавать органическое вещество, в котором воплощается скрытая энергия жизни человечества.

Но чтобы создать органическое вещество, нужно иметь материал, из которого это вещество складывается. Таким материалом, такими простыми соединениями служит пища растений. Вся пища растений представляет те простые минеральные соединения, из которых растения при участии света и под влиянием тепла солнца создают органические вещества.

Условия жизни зеленого растения. Таким образом, у нас имеются уже три условия, которые безусловно необходимы для работы зеленого растения: свет, тепло и вещества пищи. Без названных условий не осуществима жизнь растений.

Создавая органическое вещество, растение выделяет отработавшую энергию в форме тепла. Это тепло нагревает растение. Но чтобы растение могло нормально работать, его нужно непременно охлаждать, приводить к той температуре, при которой оно может работать. Мы охлаждаем паровые машины, охлаждаем двигатели внутреннего сгорания, охлаждаем подшипники посредством их смазки и т. д. Растение требует непрерывного охлаждения. Охлаждение растения происходит путем непрерывного испарения воды с его листовой поверхности. Беспрерывный ток воды, вызываемый ее испарением, одновременно приносит из почвы в лист вещества пищи, необходимые растению.

Зеленая листовая поверхность—рабочая поверхность зеленой машины—растения. Она поглощает свет, тепло, к ней подводятся пищевые вещества и с этой же поверхности происходит непрерывное испарение воды, поддерживающее нормальную температуру растения. Если лишить зеленое растение воды, то оно сейчас же погибнет—машина перегорит. Охлаждение необходимо для сохранения рабочих свойств машины.

Сказанным исчерпываются все условия, которые необходимы для жизни растений: необходим свет как первичный материал,

необходимо тепло как рабочая энергия, необходима пища как подсобный материал для создания органических веществ и необходима, наконец, вода. Таковы четыре основных фактора, четыре основные условия жизни зеленых растений.

Если мы обратим внимание на источники этих условий, то мы увидим, что условия разбиваются на две группы: группу космических условий—свет и тепло и группу земных условий—вода и пища растений.

Свет и тепло притекают из космоса, из межпланетного пространства, и мы никакого влияния на количественное изменение величины этого притока оказать не можем. Лишь в отдельных случаях, в садоводстве или овощеводстве, можно до известной степени регулировать приток тепла и света. В большом же сельском хозяйстве, в полеводстве, влияния на приток тепла и света мы оказать не можем.

Раз мы не можем оказывать прямого влияния на приток тепла и света, нам приходится к ним приспособляться. Но приспособляться—совсем не значит сидеть сложа руки. В сельском хозяйстве к притоку тепла и света мы приспособляемся активно. У нас есть отрасль сельского хозяйства, задача которой как раз и состоит в приспособлении наших растений так, чтобы они возможно полнее, лучше использовали приток света и тепла. Мы имеем в виду селекцию и акклиматизацию сельскохозяйственных растений. Селекция и акклиматизация должны создавать растения, способные возможно полнее и возможно выгоднее использовать приток света и тепла.

Вторая группа условий (факторов) жизни растений—вода и пищевые вещества. Эти условия (факторы)—земного происхождения. Между двумя названными группами факторов, между космическими и земными факторами, существует резкая разница. Состоит она в том, что космические факторы—свет и тепло—притекают непосредственно, прямо к растениям. Между тем, земные факторы влияют на растение только через посредника. Ни одна капля воды не может проникнуть в растение иначе, как через корни, и ни одно вещество пищи (исключая свободную углекислоту) не может проникнуть в растение иначе как тоже через корни. Но корни находятся в почве, поэтому между двумя земными факторами (водой и пищей растений) и самим растением посредником всегда служит почва. Вследствие того, что мы имеем посредника и можем сильно воздействовать на его отношение к воде и пище, мы можем регулировать приток пищевых веществ и воды к растению.

Среди пищевых веществ есть одно, которое усваивается растением без всякого посредника — это угольная кислота. Угольная кислота проникает в растение через листья. И мы никакого влияния на приток угольной кислоты к растению иметь не можем. Правда, были попытки (делаются они и до сих пор) удобрения

растений угольной кислотой. Но попытки эти постоянно встречают непреодолимое препятствие—отсутствие посредника.

Наличие посредника между водой, пищей и растением дает нам возможность регулировать отношения растений к этим факторам жизни. Вся задача земледелия, оставляя в стороне селекцию, сводится как раз к регулированию отношения растений к воде и к элементам пищи. Таким образом, мы сузили нашу задачу: мы пришли к определенному производственному заданию. Но все-таки нужно еще несколько дальше провести анализ особенностей и условий сельскохозяйственного производства.

Разрушение органического вещества как вторая задача сельскохозяйственного производства. Выращиваемые нами зеленые растения отличаются одним неприятным свойством: только четвертую часть того продукта, который они создают, они выпускают в виде, годном для питания человека. А три четверти производимого растением продукта выходит в форме отходов (соломы, мякины, корневых остатков и т. д.), в такой форме, которую дореволюционные экономисты называли нерыночным продуктом. На долю этих отходов и падает 75 процентов. Другими словами, коэффициент полезного действия зеленых растений чрезвычайно низок—он равняется 25 процентам. Но мало того. Чтобы создать белки, растение должно разрушить около половины того органического вещества, которое создается зеленой частью растения. Поэтому четверть продукции, выпускаемой растением в виде, годном для питания человека, в сущности представляет половину того количества энергии, которое усваивается растением для ее создания. Следовательно, коэффициент полезного действия растения равен только 12,5 процента. Остальное—отходы, которые для прямой цели производства служить не могут. Разрушение этих отходов составляет вторую задачу сельскохозяйственного производства.

Как мы должны решать эту задачу? Все отходы растениеводства—основного цеха сельского хозяйства—мы должны перерабатывать в ценные продукты животноводства. Это единственный известный нам способ решения второй задачи сельскохозяйственного производства. Вся массу энергии, которая воплощена в органическом веществе отходов (и на создание весовой единицы которой затрачено ровно столько же труда, как и на создание такой же весовой единицы пищи), мы не можем использовать иначе, как обратив эти отходы в продукты животноводства. Другими способами мы можем получить из этих отходов только энергию тепловую (топка печей соломой), а она представляет самую дешевую форму энергии.

Единственный производительный, выгодный способ использования этих отходов—это перевод их в другие ценные продукты сельского хозяйства. Такой перевод возможен только при участии живой машины, но машины не зеленой.

Место животноводства в сельскохозяйственном производстве. Живыми машинами, которые способны переработать солому, мякину в другую форму органического вещества, служат животные. Поэтому, если мы хотим повышать производительность сельскохозяйственного труда, мы должны сделать животноводство совершенно неразрывным элементом нашего сельскохозяйственного производства. Животноводство—второй цех сельскохозяйственного производства. Животные как раз та живая машина, которая нам необходима.

Но животные обладают теми же неудобными свойствами, что и растения. Они только четвертую часть энергии, которую потребляют в пищу, обращают в продукты, годные для нашего потребления. Остальная энергия животными обращается в отбросы—в навоз и в углекислоту, которую выдыхают животные. В навозе содержатся все пищевые вещества, из которых состоит органическое вещество. Навоз должен быть разрушен и превращен в пищевые вещества, годные для питания растений.

Задачи земледелия. Все химические элементы земной коры мы разделяем на две группы: первая группа—биологически важные элементы, т. е. химические элементы, входящие в состав живого органического вещества. Вторая группа—это геологические элементы, которые не входят в состав органического вещества, в состав живых существ, а которые представляют как бы арену, на которой разыгрывается вся жизнь. Разница между этими веществами очень большая. Ученые точно измерили все количество элементов, имеющих в земле. Измерения эти показали, что биологически важные элементы, из которых состоят органические вещества (в том числе и наше тело), составляют примерно $1\frac{1}{2}$ процента от веса всей земной коры, включая воду и воздух. Это—ничтожное количество. Живые вещества, в которые входят эти элементы, представляют тончайший налет на земной коре. Возьмем, для примера, углерод. Он—основа всей жизни. Этого углерода, на котором, так сказать, основывается вся жизнь, имеется около 0,4 процента от веса земной коры. Фосфор также одна из наиболее важных составных частей нашего тела. Так называемые благородные ткани всякого организма—мозг, нервы, самые ценные ткани—должны заключать фосфор. И этого фосфора на всей земной коре имеется только 15 десятиллионных долей процента от веса всей земной коры. Это редчайший элемент. Мы знаем его хорошо только потому, что он входит в состав нашего организма.

Простое вычисление показывает, что если ежегодно все человечество будет производить три четверти отбросов в форме навоза и оставлять эти отбросы в покое, не будет заботиться о разрушении их, так через 3—4 года все химические элементы, входящие в состав организма, будут обращены в навоз. Жизнь должна будет прекратиться. Зеленые растения для создания нового органического

вещества требуют непременно минеральных соединений, а навоз есть органическое вещество.

Из всего сказанного видно, что совершенно равнозначным элементом, как и животноводство, будет третий цех сельскохозяйственного производства—так называемое земледелие. Основная задача земледелия—разрушать все органические остатки растениеводства и животноводства, все органические отбросы, разрушать так, чтобы возвращать их растениеводству в форме пищи растений. Таким образом выясняются три основных цеха сельскохозяйственного производства, неразрывно между собой связанные: растениеводство, животноводство и земледелие.

Ко всему сказанному нужно прибавить следующее: те вещества, те отбросы, которые получаются в полеводстве (солома, мякина),—безазотные соединения. В них азота содержится ничтожное количество. Небольшое количество белковых соединений, имеющих в них, заключено в толстостенные клетки и почти недоступно для усвоения. Такие безазотные вещества в теле животных должны обратиться в азотные, белковые вещества. Все продукты животных содержат в себе белок или состоят из него. Но каким путем можно превратить безазотные вещества в азотные? Для этого превращения нужны низшие растительные организмы, низшие незеленые растения. Масса безазотных веществ может быть обращена в белковый продукт только такими животными, в пищеварении которых принимают участие низшие организмы, иначе говоря, необходимы животные с так называемым сложным пищеварением. К таким животным принадлежат исключительно жвачные. У них пищеварение происходит так, что пищу переваривает, строго говоря, не животное, а те грибы, бактерии, актиномицеты и инфузории, которые живут в желудках этих животных. Все животные, обладающие простым желудком (птицы, лошади, свиньи), переработать безазотные вещества в другую форму не могут. Поэтому для свиней, лошадей и птиц нужно производить такие корма, которые содержат азот, белки. Но этого мало.

Раньше мелкие крестьянские хозяйства поневоле считали, что жвачных животных можно кормить только безазотными кормами (соломой, мякиной) и заставлять их перерабатывать безазотные вещества в азотные. Концентрированные, содержащие азот, корма скот видел редко и мало. Сейчас так кормить наш скот мы не можем. Для жвачных животных (прежде всего крупного рогатого скота) мы должны производить концентрированные корма и создать зеленую кормовую базу.

Зеленая кормовая база особенно необходима потому, что если в корме скота нет сена, зеленого корма, зеленого пастбища, скот заболевает страшной болезнью, которая носит название авитаминоза. Всякий живой организм, так же как и человек, непременно требует в составе пищи веществ, называемых витаминами. Азо-

тистые вещества—витамины—регулируют все функции жизни животных. Если в пище нет витаминов, происходит полное расстройство деятельности всего организма. При авитаминозе, т. е. когда животные не получают достаточного количества витаминных продуктов, снижается продуктивность, сильно ослабевает сопротивляемость животных заразным болезням и падает плодовитость животных. Следовательно, животноводство должно быть обеспечено зеленой кормовой базой. Только зеленая или высушенная трава может служить достаточным источником витаминов.

Для того чтобы правильно и успешно развивать цех продуктивного животноводства, сельское хозяйство должно иметь прочную зеленую кормовую базу.

Факторы жизни растения как условия растениеводства. Разберем теперь еще одну особен-



Рис. 1. Схема распределения почвенной воды по рельефу. Прерванная линия — область временного наличия воды (верховодки); сплошная линия — уровень постоянной почвенной воды. Стрелки выражают направление движения почвенной воды. Длина стрелок — относительная величина скорости ее движения.

ность сельскохозяйственного производства. Определяется она характером распределения факторов жизни растений по территории. Космические факторы — свет и тепло — притекают к земле равномерным потоком. В пределах широтных поясов приток света и тепла совершенно равновелик на всей территории и во времени, поэтому растения должны быть равномерно размещены по всей территории. В этом отношении сельское хозяйство резко отличается от промышленности. В промышленности мы можем сосредоточить производство на небольшом участке, привести к одному месту и материалы и энергию, которая приводит в движение фабрики. Если же сырые материалы трудно перевозить, мы устраиваем фабрику там, где эти материалы имеются. В сельском хозяйстве мы этого сделать не можем. Если бы даже технически нам удалось сосредоточить все притекающее от солнца количество света и тепла на одном небольшом пространстве, то получилась бы температура в десятки тысяч градусов, которую не выдержало бы ни одно растение. В сельском хозяйстве

мы не можем сосредоточить материал и энергию на небольшом участке. Поэтому мы принуждены все наши растения распределять по всей территории производства равномерно. Так обстоит дело с космическими факторами—светом и теплом.

Что же касается земных факторов, то они обладают противоположными свойствами. Они распределяются по земной поверхности неравномерно, в известной закономерной неравномерности. Сельскохозяйственная территория обычно складывается из трех основных элементов рельефа: водораздел, склон и долина. Какую бы часть поверхности земли мы ни взяли, мы найдем и повышения, и понижения, и склоны.

Вода в форме дождей притекает равномерно ко всей территории. Но дальнейшая судьба этой воды не одинакова. Путь ее по земле таков, что часть стекает по поверхности, часть—по массе почвы двигается вниз, по направлению склонов. Здесь уже возникает неравномерность. На водоразделе приток воды ограничивается только дождями, а на склонах присоединяется еще то количество воды, которое притекает с более высоких частей территории. И чем дальше вниз, к долине, тем больше и больше становится этот приток.

Часть воды, выпавшей на водоразделе, проникает в почву, в ее верхние, менее плотные слои. Но, как будет видно дальше, вода может проникнуть в почву только до определенной глубины. Вода в почве начинает спускаться по уклону. По мере приближения к долине воды скопляется все больше и больше (за счет проникновения воды с поверхности уклона). А так как и здесь вода идти вглубь далеко не может (величина проникновения ее вглубь очень невелика), избытку воды остается только один выход—подняться вверх.

Таким образом складывается общий закон распределения воды в почве. На водоразделе почвенная вода скопляется только во время дождей. Как только дождь прекратится, вода быстро стекает по массе почвы и по ее поверхности вниз, по склону. По мере приближения к долине количество воды все больше и больше увеличивается. Скорость движения воды все больше и больше замедляется, потому что часть промежутков почвы заполнена той водой, которая притекает благодаря просачиванию дождя сверху. А так как вниз вода пройти не может, то уровень ее в почве поднимается.

Очевидно, что на всей территории условия влажности будут различны: на водоразделе будут прерывистые условия влажности, а в долине будут постоянные условия влажности. На водоразделе растения будут временами страдать от недостатка воды, а в долине без перерыва вся почва пропитана водой.

Пищевые вещества для того, чтобы попасть в растения, должны быть растворены в воде. Пищевые вещества растений растворимы в воде. Но раз в почве происходит движение воды, она непрерывно

уносит со склонов элементы пищи и накапливает их в долинах. На водоразделах вещества пищи растений беспрерывно вымываются водой, и поэтому их содержание здесь наименьшее. Вниз по склону количество пищи растений будет беспрерывно увеличиваться.

Что значит такое неравномерное распределение элементов пищи? Оно означает, что если поверхность всей территории хозяйства будет занята растениями с одинаковыми требованиями к влажности и к пище, то неизбежно на значительной части территории хозяйства урожай окажется сниженным. Это обстоятельство всегда нужно иметь в виду и учитывать его при размещении растений по территории. Иначе мы не будем получать возможных высоких урожаев. А величина урожая—непосредственное мерило производительности труда в сельском хозяйстве.

В борьбе за высокую производительность труда в сельском хозяйстве никогда нельзя забывать о двух основных моментах.

Высокую производительность труда в сельском хозяйстве мы можем обеспечить только в том случае, если в нем представлены в равновеликом выражении все четыре его цеха: полеводство, животноводство, земледелие и зеленая кормовая база. Второй основной момент тот, что культурные растения должны распределяться по территории хозяйства соответственно их требованиям по отношению к воде и к пище.

Равнозначимость или незаменимость факторов. Теперь после всего сказанного нужно разобрать еще один очень важный вопрос—это вопрос о «законах» земледелия. Когда-то этим законам земледелия придавали чрезвычайно большое значение. Здесь я в общих чертах познакомлю читателей с тем, что это за законы и как они выведены.

Имеются четыре условия жизни растений: свет, тепло, пища и вода. Чтобы выяснить количественные отношения растений к условиям их жизни, был поставлен ряд опытов. Одними из первых были опыты Гельригеля. Он старался выяснить отношение растений к воде. Опыт был произведен так: было взято восемь стеклянных сосудов совершенно одинаковой величины. В эти стеклянные сосуды была положена почва. Вес почвы во всех сосудах был одинаков и занимал один и тот же объем, следовательно, плотность почвы была также одна и та же. В сосудах был посеян ячмень. Гельригель старался по возможности выбрать совершенно одинаковые семена растений. Он посеял совершенно одинаково проросшие зерна. В сосудах изменялась только влажность почвы.

Сначала ученый определил, какое количество воды может вместиться во все промежутки между частичками и комками почвы. Это количество воды было принято за 100 процентов влагоемкости почвы. Во всех восьми сосудах процент влажности был разный: 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 и 100 процентов от полной влагоемкости

почвы. Степень влажности в сосудах ежедневно два раза измерялась. Для этого сосуды взвешивались утром и вечером. По мере испарения вода добавлялась по весу так, что в течение всей жизни растений влажность в каждом сосуде была одна и та же.

Ячмень в сосудах созрел, был собран и взвешен. Результат получился следующий: в том сосуде, где влажность была равна 5 процентам, урожай был ничтожный; во втором сосуде, с большей влажностью, урожай был выше. Дальше урожай все повышался и дошел, наконец, до наибольшей величины: самый высокий урожай был получен при 60 процентах влажности почвы. Дальнейшая прибавка 20 процентов влажности понизила урожай, а в последнем сосуде, где почва была насыщена водой до предела, урожай равнялся нулю.

Рассматривая полученные данные, мы видим, что с каждой последующей прибавкой влажности (после сосуда с 20 процентами влажности) прибавки урожая уменьшались. А после сосуда с 60 процентами влажности урожай стал падать и дошел до нуля. Вот результаты этого опыта.

Влажность почвы сосуда в процентах от полной влагоемкости	5	10	20	30	40	60	80	100
Урожай всего сухого вещества (в дг)	1	63	146	172	217	227	197	0

Подобные опыты ставились много раз, и все они давали, примерно, одинаковые результаты. Основываясь на этих результатах, ученые установили три закона. Первый закон, закон минимума: если какое-нибудь условие жизни растений, в данном случае вода, отсутствует (а подобные опыты были произведены и по отношению к свету, теплу и всем элементам пищи растений), то урожай равен нулю. Второй закон, закон максимума: если какое-нибудь условие жизни растения присутствует в полном природном количестве (в нашем примере влажность в 100 процентов от полной влагоемкости), то урожай тоже равняется нулю. Этот вывод был совершенно неожиданным. Раньше думали, что чем больше воды имеется в распоряжении растения, тем выше урожай. Опыт же Гельригеля показал, что когда растение имеет наибольшее количество воды, то урожая совсем не получается. Третий закон: наивысший урожай возможен только при так называемом оптимальном количестве воды, света, тепла и т. д. Для наивысшего урожая нужно среднее, наиболее выгодное количество факторов жизни растений. Вот три закона, установленные буржуазными учеными: закон минимума, закон максимума и закон оптимума.

Все проводившиеся опыты подтверждали указанные выводы и, казалось, ставили их правильность вне сомнения. Позже мы покажем, почему это происходило так. А сейчас пока остановимся

на тех экономических выводах, которые поспешили сделать буржуазные ученые из опытов, подобных только что описанному.

Мы уже говорили, что в опыте Гельригеля каждая последующая прибавка влажности давала уменьшенную прибавку урожая. Это легко можно проследить по вышеприведенным числам о результатах опытов Гельригеля. Здесь мы видим затухание действия увеличивающейся влажности. Всякая последующая прибавка влаги, произведенная в том же количестве, как и предыдущая, давала меньший результат. Происходило как бы затухание действия. То же самое затухание наблюдалось в аналогичных опытах со светом, теплом и с пищей растений. Это затухание буржуазные ученые назвали «законом прогрессивно убывающего плодородия почв» и стали делать из него выводы, очень неутешительные для перспективы прогресса в сельском хозяйстве. По «закону» буржуазных ученых выходило так, что чем больше мы стараемся, тем меньший получаем эффект.

В. И. Ленин в свое время обратил внимание на этот «закон», всесторонне разобрал вопрос и убедительно показал, что такого закона в природе не существует. В. И. Ленин доказал, что буржуазные ученые выдумали этот закон: «... чтобы оставить в тени капиталистические препятствия земледельческому прогрессу» (Ленин). Понижающееся же действие последующих прибавок условий жизни растений (вода, пища, свет, тепло), которое наблюдалось в опытах, представляет не закон, а неизбежное следствие несоблюдения требований основного научного закона равнозначности всех факторов сельского хозяйства.

Все условия жизни растений совершенно равнозначимы. Среди этих условий—свет, тепло, пища растений и вода—нет ни более,

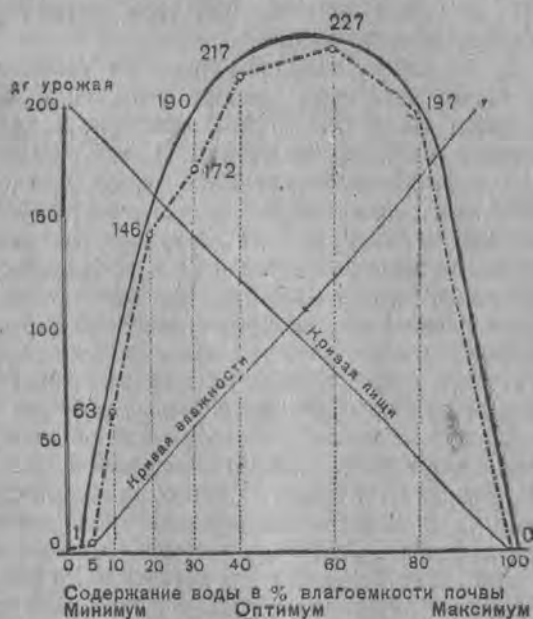


Рис. 2. График изменения величины урожая (дг) под воздействием на один фактор жизни растений (по опыту Гельригеля).

ни менее важных,—все одинаково важно. Если спросить, что для нас нужнее: есть, пить или дышать, то ответ очевиден: все одинаково нужно. Если не будем пить,—умрем, если не будем есть, не будем дышать, так тоже умрем; результат одинаковый. Полная равнозначимость.

Если теперь мы посмотрим на условия опытов Гельригеля, то совершенно ясно увидим, в чем заключается причина падения урожаев растений. Жизнь растения, а следовательно и урожай, зависит от четырех факторов. В разбираемом случае два фактора—свет и тепло—представлены совершенно одинаково. Гельригель считал, что меняется только один фактор—влажность. Но он взял природную почву. В этой почве элементы пищи растений находятся главным образом в форме органических веществ. Растения же могут усваивать только минеральные окисленные соединения. Переход питательных веществ из органических форм в формы минеральных соединений совершается только при посредстве аэробных бактерий, т. е. бактерий, живущих при доступе воздуха, при наличии кислорода. Аэробные бактерии превращают составные элементы органического вещества в минеральные соединения. Подобное превращение может быть сделано аэробными бактериями только при наличии воздуха. Но раз в почву прибавляют воду, то количество воздуха в этой почве должно уменьшаться—это элементарный закон физики. Два тела одновременно не могут занимать одного и того же места. А что это значит? Если мы уменьшаем количество воздуха в почве, значит мы ограничиваем возможность жизни тех бактерий, которые превращают органические вещества в минеральные. Чем больше будет воды, тем хуже будут условия для жизни и деятельности аэробных бактерий. Наконец, в полностью насыщенной водой почве аэробные бактерии совсем не могут развиваться. А раз так, то все органические вещества, имеющиеся в почве, останутся органическими веществами. Мы уже знаем, что вещества пищи, заключенные в них, для растений совершенно недоступны. Чем больше воды, тем меньше остается пищи растению и, следовательно, тем хуже оно растет. Э. Вольни проверил этот логический анализ на практике, опытом.

Этот опыт имел три ряда сосудов. В каждом отдельном ряду было три сосуда с влажностью в 20, 40 и 60 процентов от полной влагоемкости почвы. Последний сосуд с «оптимальной» влажностью был взят вдвойне: не только с почвой неободренной, но и с почвой, в которую было внесено полное минеральное удобрение в таком количестве, чтобы обеспечить самый большой урожай. Удобрение было прибавлено только в одном из сосудов с влажностью в 60 процентов от полной влагоемкости почвы.

Каждый ряд сосудов стоял в различных отделениях теплицы: в одном отделении крыша была заклеена черной бумагой, т. е. была полутьма (слабое освещение); в другом крыша была заклеена

папиросной бумагой (среднее освещение), наконец, в третьем растения стояли на открытом свету (сильное освещение). Опыт дал следующие результаты:

	С о с у д ы			
	Неудобренные			Удобренные
Влажность почвы в процентах от полной влагоемкости	20	40	60	60
Урожай при сильном освещении . .	110	320	403	589
» » среднем »	95	218	274	350
» » слабым »	88	185	208	223

Сначала мы посмотрим на результаты всех опытов с точки зрения отношения растения к изменению количества воды. Сначала кривая урожая поднимается, но при 60 процентах влагоемкости эффект резко снижается, кривая опускается. Усиление освещения сказывается только на общем повышении урожая, но характер кривой везде тот же — она после 60 процентов влагоемкости опускается.

Но это происходит только в том случае, когда мы имеем неудобренную почву. В сосуде с удобренной почвой, в тех же условиях изменения притока света и воды, наблюдается совершенно иная картина. Здесь при слабом освещении опять получилась наклонная кривая, но угол наклона стал несколько меньше. При усилении же освещения до степени среднего не только не получился наклон, а, наоборот, получилась совершенно прямая восходящая линия. То же получилось и при полном освещении: кривая обратилась в восходящую прямую. Если растения обеспечены всеми условиями жизни, то урожай их неограничен. Ничто не может ограничить роста урожаев, кроме величины притока солнечного света и тепла. А этот приток огромен. Сейчас мы используем лишь очень-очень маленькую часть притока света и тепла.

Опыты Э. Вольни на практике показали, что закона падающего плодородия почвы не существует в природе. Такого закона нет, а снижение эффективности мероприятий происходит только от того, что не соблюден закон равнозначимости всех условий жизни растений. Как только нарушается основной закон, так сейчас же понижается эффект от осуществленных мероприятий.

Основной закон сельскохозяйственного производства — это закон равнозначимости всех его элементов. Если мы проводим какое-нибудь мероприятие в сельском хозяйстве, то для получения от этого мероприятия наибольшего эффекта нужно одновременно осуществить меры, охватывающие все элементы производства.

Например, если мы заводим посев многолетних трав (смесь многолетнего бобового и многолетнего злака), так обязательно надо заводить вспашку почвы плугом с предплужником и т. д.

Если системой наших мероприятий останется не охваченным хотя бы одно какое-нибудь условие, так мы сейчас же столкнемся с падением эффективности наших мероприятий. Успех стахановцев социалистического земледелия, достигших невиданных урожаев, объясняется тем, что они всегда имеют в виду это условие и руководствуются им в своей борьбе за повышение производительности сельскохозяйственного труда.



Рис. 3. График непрерывного повышения урожая при одновременном воздействии на свет, воду и пищу (числа на графике — цг урожая) (опыт Э. Вольяи).

Что такое плодородие почвы. Но от чего зависит производительность труда в сельском хозяйстве? Раньше мы уже писали, что производительность труда в сельском хозяйстве в конечном счете определяется урожайностью. А урожайность определяется степенью плодородия почвы. Здесь мы подходим к нашим конкрет

ным заданиям. Что такое плодородие почвы? Было время, когда упорно искали плодородных, хороших почв. Чересполосье и мелкополосье, дальноземелье, длинноземелье, многополосье, распространенные в прошлом в единоличных хозяйствах, были в известной мере прямым результатом поисков лучших почв. Какая-нибудь почва проявила себя, как дающая лучший урожай, значит ее нужно разделить, произвести равнение. А при разделе получались маленькие клочки угодий. Между тем наука показала, что нет плохих или хороших почв. Твердо установлен и доказан на опыте совершенно определенный четкий лозунг: «Плохих почв нет, а есть плохие хозяева». Этот лозунг научно обоснован. На всякой почве можно получить какой угодно урожай, какой только допускает приток солнечного света и тепла, нужно только уметь его получить. Это умение получить есть мерило квалификации агронома и одновременно представляет задачу науки о земледелии.

От чего же зависит плодородие почвы? Из закона равнозначности элементов совершенно определенно следует, что растение может развить полную работу, может дать максимальный эффект работы только в том случае, если все земные условия его жизни (влага, пища) беспрерывно притекают в наибольшем количестве, — в том количестве, которое нужно для того, чтобы усвоить весь наличный приток солнечного тепла и солнечного света. И вода и пища должны быть в наибольшем количестве.

Мы можем управлять двумя факторами жизни растений: пищей и водой. К этим факторам растения предъявляют совершенно определенные требования. Эти оба фактора одновременно и непрерывно должны притекать к растению в максимальном количестве во все время жизни этого растения. Особенно важно, чтобы приток их был непрерывным. Если они будут притекать в разное время, если у растения будет иногда большое количество воды, но пищи будет недоставать, то растение будет работать холостым ходом. Труд, затраченный на создание условий жизни растений, будет непроизводительным. Если у растения будет много пищи, но недостаток воды, оно выгорит. Труд снова будет непроизводительным. Поэтому основной закон плодородия почв таков: почва должна во все время жизни растения снабжать его беспрерывно и одновременно максимальными количествами воды и пищи. Это совершенно конкретная формула плодородия почвы, и успех развития сельского хозяйства зависит от ее осуществления на практике.

Плодородием почвы мы называем способность почвы удовлетворять потребность растений в земных факторах жизни — в воде и пище.

Задача науки о земледелии — научить работников сельского хозяйства способам снабжения растений в течение всей их жизни беспрерывно и одновременно максимальными количествами воды и пищи, — научить способам превращения всех наших земель в высокоплодородные.

РАСТЕНИЕ И ЕГО ТРЕБОВАНИЯ К ПОЧВЕ

1. Семя злака и его прорастание.—2. Однолетние и многолетние злаки.—3. Качественное отличие однолетних злаков от многолетних.—4. Изменчивость потребности растений в воде.—5. Группы культурных растений по относительной потребности в воде.—6. Критические фазы развития растения.—7. Причины различных требований растений к воде.

В «Введении» мы пришли к определенному выводу об основном свойстве почвы—ее плодородии, о законе этого плодородия и о задачах науки земледелия.

Дальнейшему анализу условий плодородия, изучению качеств культурной почвы мы считаем необходимым предпослать небольшой разбор качеств интересующих нас растений и их требований к почве.

Семя злака и его прорастание. Семя (плод) злака состоит из продолговатого тела, называемого «белком» или эндоспермом. В клеточках белка содержатся крахмал и белковые вещества, служащие для питания прикрепленного к нижней части белка зародыша, пока он не вышел на поверхность почвы и не образовал зеленых листьев, которые самостоятельно могут образовывать крахмал и превращать его в своих клеточках в белки.

Зародыш злака состоит из щитка, которым он примыкает к белку; к щитку снизу прикреплены зачатки корня и стебля, так называемые корешок и перышко (рис. 4*).

Когда семя злака попадает в условия одновременного присутствия воды и воздуха и благоприятного тепла, оно начинает прорастать. Под влиянием воды и воздуха в клеточках белка образуется вещество, обращающее крахмал в сахар. Сахар через щиток всасывается зародышем. Зародыш начинает расти.

В зародыше первым прорастает корешок. Он удлиняется и прорывает оболочку, покрывающую весь плод злака. После прорыва оболочек плода развитие главного корня у многих злаков приостанавливается, у других корень продолжает расти. Но у всех злаков после прорыва плодовых оболочек начинают развиваться корни второго порядка, которые ветвятся и образуют корневые волоски, всасывающие из почвы воду.

Как только поступление воды из почвы в зародыш злака

* Рисунки 4—17 исполнены по моим указаниям старшим научным сотрудником станции агропочвоведения Глазерио НКЗ СССР О. С. Ростовцевой.

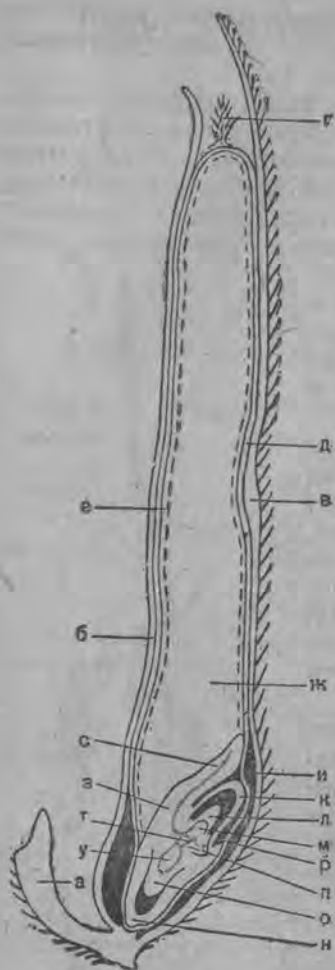


Рис. 4.

Рис. 4. Схема продольного разреза плода злака: а—часть общего стержня колоска; б—внутренняя чешуя; в—наружная чешуя; г—остаток рыльца; д—плодовая оболочка; е—алеуронный слой; ж—белок (эндосперм); з—щиток; и—бороздка вокруг верхней части зародыша; к—первичное листовое влагалище (колеоптиле); л—зачаток первого листа; м—точка роста стебля; н—первичное корневое влагалище (колеориза); о—зачаток главного корня; п—зачаток придаточного корня; р—зародышевая чешуйка (эпибласт); с—сосудистый пучок щитка; т—сосудистый пучок зародыша стебля с его переплетениями (анастомозами); у—сосудистый пучок зародыша корня.

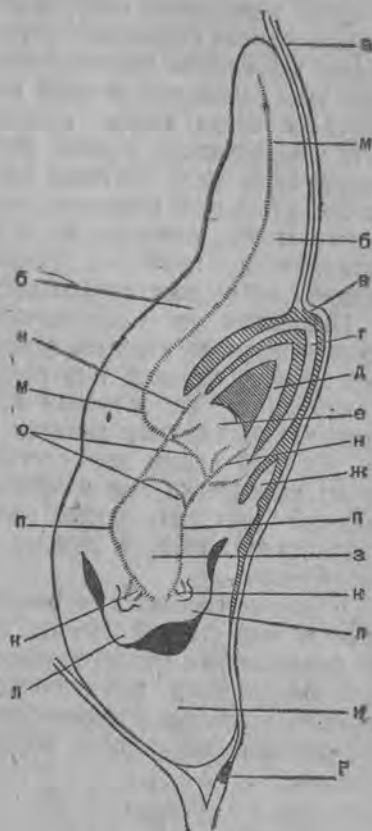


Рис. 5.

Рис. 5. Схема продольного разреза зародыша злака: а—сросшиеся плодовая и семенная оболочки; б—щиток; в—бороздка вокруг верхней части зародыша; г—первичное листовое влагалище (колеоптиле); д—зачаток первого листа; е—верхушечная почка; ж—зародышевая чешуйка (эпибласт); з—зачаток главного корня; и—первичное корневое влагалище (колеориза); к—зачатки придаточных корней; л—бутолки придаточных корней; м—сосудистый пучок щитка; н—сосудистые пучки зародыша стебля; о—переплетение сосудистых пучков (анастомозы); п—сосудистые пучки корней; р—семянное отверстие (микропиле).

усилится, вследствие достаточного развития корней второго порядка, так тотчас же начинается развитие перышка—зародыша стебля злака.

Перышко состоит из заостренной на конце трубочки, на дне которой помещается зачаток стебля и листьев злака. При прорастании перышка начинают усиленно размножаться клеточки основания первичного листка, и поэтому вся трубочка удлиняется. При этом удлинении острый конец трубочки прорывает плодовые оболочки плода злака, выходит наружу и прокладывает себе путь к поверхности почвы, раздвигая лежащие на ее пути частицы почвы. После того как трубочка поднимется над поверхностью почвы, клеточки ее острого конца ослизняются, трубочка открывается, и дальнейший ее рост прекращается.

Вышедшая на поверхность почвы и открывшаяся на верхнем конце трубочка имеет очень гладкие внутренние стенки, и внутри ее, не встречая препятствий, начинает развиваться зачаток стебля злака. Стебель злака через отверстие трубочки выходит на свет и образует первый зеленый лист. На этом заканчивается прорастание злака, и дальше начинается его кущение.

Кущение состоит в образовании новых побегов или стеблей. Всякий стебель злака представляет полую трубку, разделенную внутренними перегородками на несколько участков, называемых междоузлиями, которые все вместе образуют соло-



Рис. 6. Прорастание главного корня злака: 1—общая схема строения зародыша; 2—главный корень прорывает оболочки, в отверстиях которых, в зависимости от рода злака, может развиваться или главный корень или придаточные корни.



Рис. 7. Прорастание овся придаточными корнями и проса главным корнем: а—всход овся; б—всход проса.

мину. Места, где соломина прерывается перегородками, ясно заметны снаружи, так как из них развиваются листья злаков, образующие небольшие вздутые узлы соломины.

Листья злаков охватывают соломину по всей ее окружности, и нижняя часть листьев свернута трубкой вокруг значительной части междоузлия соломины. Свернутая часть листа, охватывающая междоузлия, называется листовым влагалищем и только

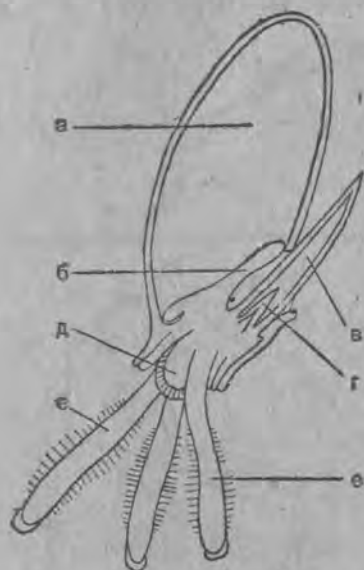


Рис. 8. Схема прорастания вторичных корней и перышка плода культурного злака: а — эндосперм; б — щиток; в — первичное листовое влагалище; г — зачаток стебля; д — неразвивающийся главный корень; е — вторичные корни с корневыми чехликами и волосками.

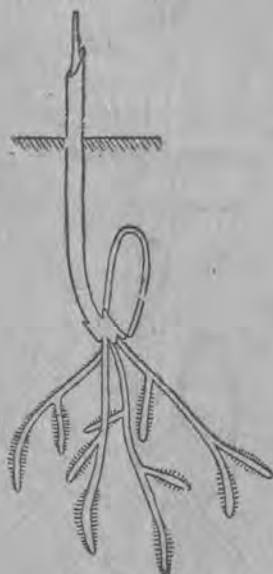


Рис. 9. Схема прободания главным побегом злака ослизненной верхушки первичного листового влагалища.

в верхней части отгибается и образует листовую пластинку, которая и называется листом злака.

Злаки отличаются от растений бобовых и разнотравья тем, что рост стебля злака в длину происходит не в верхней части, а в нижней части каждого междоузлия. Этот рост в длину совершается путем так называемого «вставочного» роста, т. е. деления клеточек междоузлия, которые поэтому постепенно выдвигают стебель верхним концом из охватывающего его листового влагалища.

У растений бобовых и у разнотравья стебли растут только верхним концом, а в нижней, наиболее старой части преобладают

одревесневшая клетчатка и сосудистые пучки, состоящие из клеточных стенок. Живые клетки сохраняются только в коре этих стеблей.

Развившийся во время прорастания злака из семян стебель образует первый узел на небольшом расстоянии от поверхности почвы. У части злаков этот первый узел образуется на небольшой глубине под поверхностью почвы, у других он образуется над по-

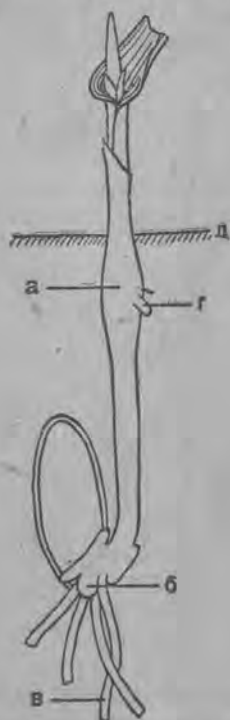


Рис. 10. Схема начала развития корней третьего порядка из узла кушения культурного злака: а — узел кушения; б — замерший главный корень; в — корни второго порядка; г — зачаток корня третьего порядка; д — уровень поверхности почвы.

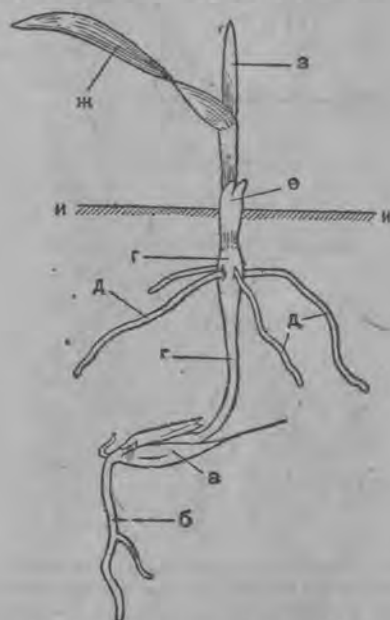


Рис. 11. Схема проростка злака: а — плод в чешуйках; б — главный корень; в — первое междоузлие, заключенное в первичное листовое влагалище; г — узел кушения; д — придаточные вторичные корни, прободяющие первичное листовое влагалище; е — первичное листовое влагалище, открывшееся выше поверхности почвы; ж — первый лист, облекающий своим листовым влагалищем второе (надземное) междоузлие; з — второй лист; и — поверхность почвы.

верхностью почвы. Первый узел имеет у большинства злаков особенно важное значение и называется узлом кушения.

В пазухе листового влагалища, отходящего от узла, расположена почка — зачаток нового стебля, и при основании почки имеются один или несколько бугорков-вздутий, образованных

зачатками корней, заложенными внутри стеблевой почки в центральной части зачатка стебля. У большинства злаков новые

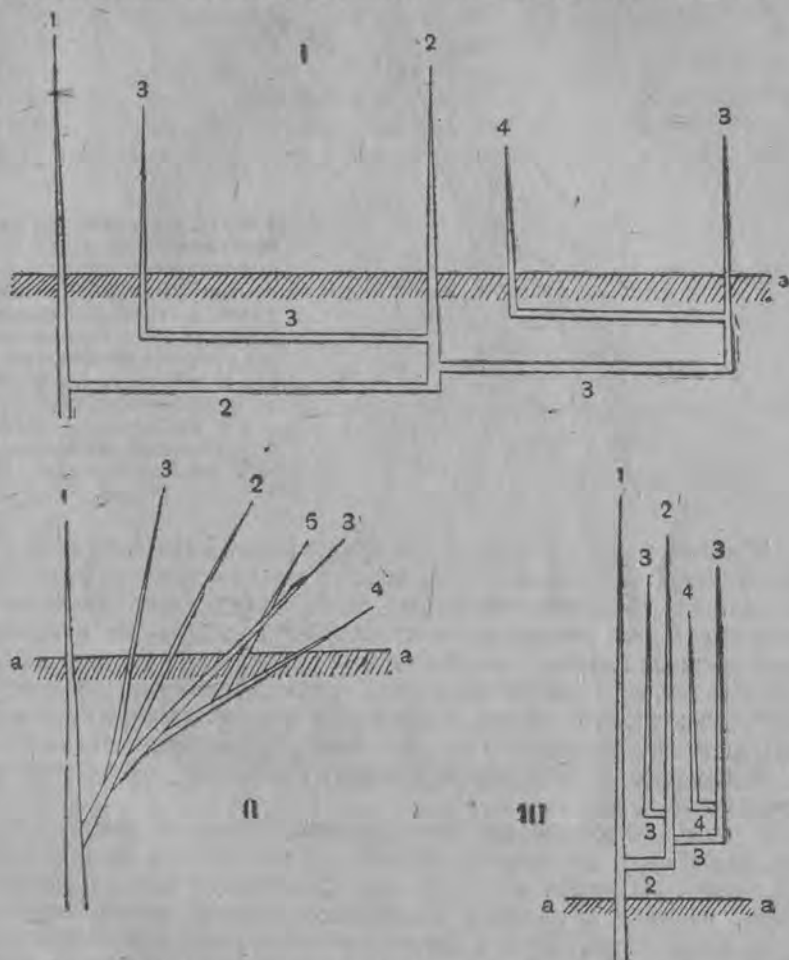


Рис. 12. Схема кущения злаков: I — корневищного; II — рыхлокустового и III — плотнокустового. Цифры показывают последовательный порядок подземных побегов и надземных стеблей; а — поверхность почвы. Кущение злаков так называемое симподиальное, т. е. каждый порядок побегов выходит на поверхность почвы, образуя стебель; побеги последовательных порядков образуются из ветви предыдущего порядка.

побеги развиваются только из узла кущения. Из других надземных узлов новые побеги развиваются лишь у немногих злаков, например, у бамбука и у ползучей разновидности белой полевицы.



Рис. 13. Схема кушения многолетнего злака: а—вторичная корневая система; б—первое (подземное) междоузлие; в—главный (первый) узел кушения; г—д—е—узлы кушения второго, третьего и четвертого порядков; ж—корневые системы третьего и последующих порядков; з—подземные междоузлия последовательных порядков.

Кушение злаков состоит в том, что из почки первого узла начинает развиваться новый стебель-побег, и из его основания вырастают один или несколько новых корней, более или менее сильно ветвящихся. Вновь развившийся стебель на большем или меньшем расстоянии от главного стебля образует свой узел кушения, который развивается в том же порядке и последовательности, как и первый узел кушения. После образования корней из узла кушения все корни, образовавшиеся во время прорастания злака, отмирают.

Однолетние и многолетние злаки. Различают однолетние и многолетние злаки.

У однолетних злаков побегопроизводительная способность, или способность куститься, ограничена; все побеги продолжают дальнейшее развитие после стадии яровизации почти одновременно, образуя в порядке последовательности второе, третье и так далее междоузлия и соответствующие узлы, затем соцветия и доводят плоды до созревания, после чего они вместе с корнями отмирают.

Все развитие однолетних злаков—от прорастания до созревания новых плодов—завершается в срок меньше одного года.

У озимых однолетних злаков период прорастания всегда заканчивается осенью в год посева, период же кушения может или завершиться в течение той же осени, или сосредоточиться на следующую весну, или может растянуться на осень и весну. Но все развитие озимых продолжается всегда меньше одного года.

У многолетних злаков в год посева образуют плодущие стебли только те побеги, которые развились непосредственно из семени и образовали первый узел кушения. Побеги же, развившиеся из этого первого узла кушения, и дальнейшие, развившиеся в последовательности поколений, не образуют в год начала своего развития плодущих стеблей, а остаются в виде вегетативных побегов.

Все количество органического вещества, вырабатываемого листьями побегов в первый год жизни, откладывается в виде запасного материала в подземных частях побегов и служит запасным

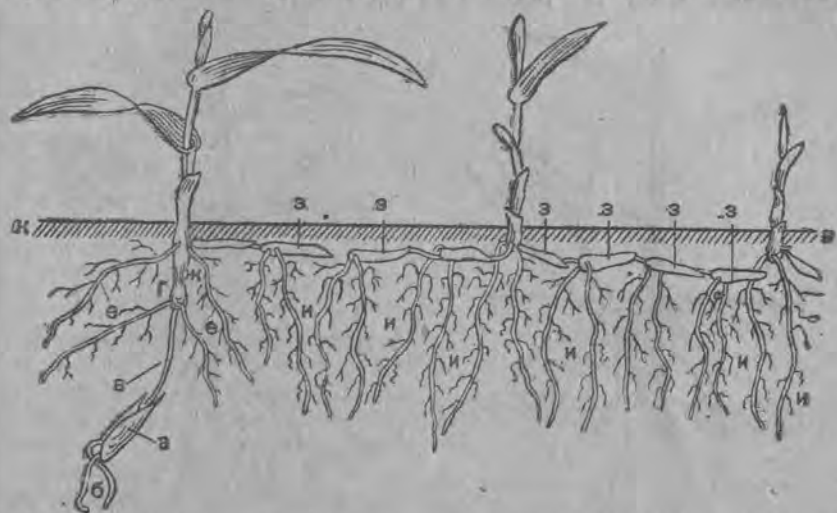


Рис. 14. Схема распределения корневищ и корней корневищевых злаков: а—плод; б—вторичные корни (первичный не развивается); в—первое междоузлие; г—первый и д—второй узлы кушения; е—корневая система третьего порядка; ж—второе (подземное) междоузлие; з—листовые влагалища междоузлий корневища; и—короткие ветвистые придаточные корни, развивающиеся из узлов кушения; к—поверхность почвы.

питательным материалом плодущих побегов, которые из них разовьются на будущий год. Листья же при наступлении зимних морозов погибают и только у очень немногих многолетних злаков сохраняют свои кормовые качества в течение всей зимы; к таким злакам принадлежит типец, или типчак юго-восточных степей нашего Союза. На этом свойстве типчака основана возможность зимней пастбы скота.

Одновременно с зацветанием плодущих стеблей из узлов кушения перезимовавших побегов развиваются новые побеги, образующие новые узлы кушения с новыми корнями и новыми побегами, как и в предшествующем году, и остающиеся в год своего образования в состоянии вегетативных побегов. Побеги же, образовавшие

плодущие стебли у луговых злаков, отмирают со всей своей корневой системой при наступлении зимы. Таким образом, каждый побег многолетнего злака живет только один год, но в отличие от однолетних злаков «многолетние» размножаются не только семенами, но одновременно и зимующими подземными побегами, что и создает впечатление многолетнего растения.

Качественное отличие однолетних злаков от многолетних. Однолетние злаки отмирают летом, а многолетние луговые—с наступлением зимы. На первый взгляд может показаться, что это

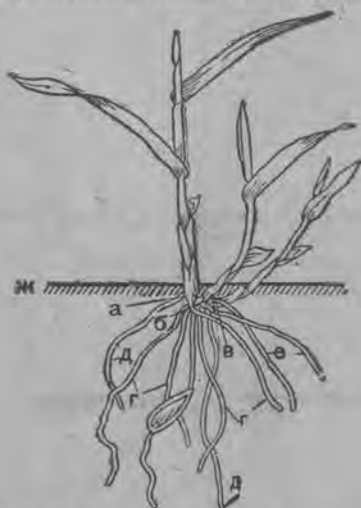


Рис. 15. Схема кушения рыхлокустового злака: а—узел первого; б—второго; в—третьего порядков; з—корни третьего; д—четвертого; е—пятого порядков; жс—поверхность почвы.

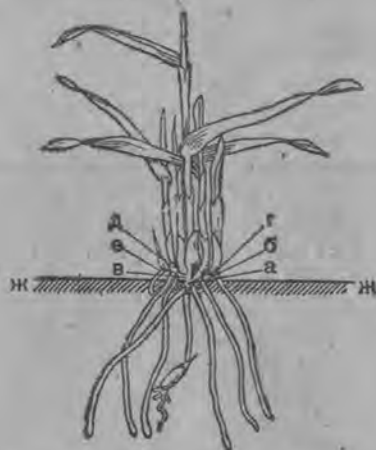


Рис. 16. Схема кушения плотнокустового злака с внеблагалищными (экстравагинальными) побегами: а—узел кушения первого порядка; б—в—д—е—узлы кушения второго, третьего и т. д. побегов последовательных порядков; каждый побег имеет один придаточный корень; жс—поверхность почвы.

различие не представляет большой важности. Но на деле оно вызывает очень важные последствия.

Мертвая масса органического вещества пожнивных остатков однолетних злаков остается в почве летом. В это время в почве находится наименьшее количество воды и, следовательно, наибольшее количество воздуха. Поэтому мертвое органическое вещество, оставленное однолетними злаками, подвергается разложению бактериями, живущими при доступе кислорода воздуха. Разложение органического вещества этими бактериями совершается быстро, и все вещества, входившие в состав растительных остатков, выде-

ляются в форме простых минеральных соединений, годных для усвоения растениями в качестве пищи. В результате однолетние злаки, как и все однолетние растения, не могут накапливать в почве органическое вещество.

В совершенно иных условиях окажется масса мертвого органического вещества, отложившаяся в начале зимы после отмирания плодущих стеблей многолетних злаков со всеми их корнями. Ясно, что в течение зимы никакому разложению они подвергнуться не могут. Весной в почве содержится наибольшее возможное количество воды. К осеннему количеству воды, которая вполне усваивается почвой, присоединяется еще то количество, которое неизбежно в течение всей зимы перегоняется в виде водяного пара из нижних незамерзших слоев почвы в верхний замерзший и в нем беспрерывно сгущается в лед. Поэтому весной все промежутки непаханной под многолетними травами почвы окажутся заполненными водой; воздуха, а следовательно, и кислорода, в ней не содержится. Поэтому разложение растительных остатков в такой почве должно совершаться весной под влиянием бактерий, живущих в отсутствие свободного кислорода. Такие бактерии разрушают органическое вещество очень медленно, и скоро разложение его совсем прекращается вследствие накопления вредных для бактерий продуктов их жизнедеятельности.

По мере испарения воды из почвы в почву проникает воздух. Но в непаханной почве, содержащей в верхнем слое очень много отмерших зимой стеблей и корней многолетних злаков, проникший воздух немедленно возбудит жизнь бактерий, живущих при доступе воздуха. Они поглощают для окисления

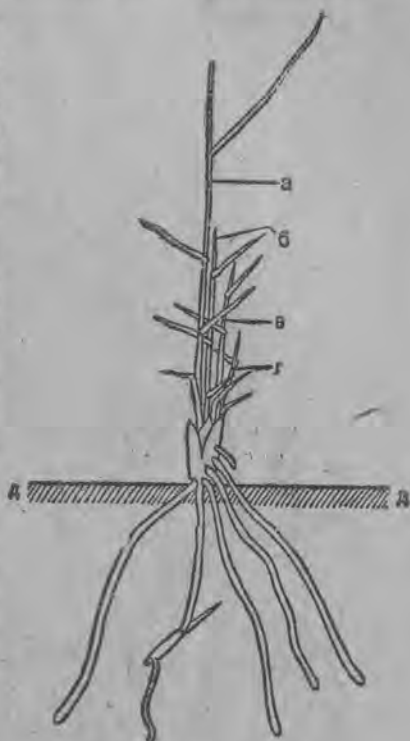


Рис. 17. Схема кущения плотнокустового злака с внутривагинальными (интравагинальными) побегами: а—б—в—г—побеги первого, второго и т. д. последовательных порядков; каждому побегу соответствует один придаточный корень; д—поверхность почвы.



Рис. 18. Чаполоть, или зубровка. Длинные корневища, покрытые листовыми влагалищами с зачатками (чешуйками) листьев и короткими, очень ветвистыми корнями, выходящими из каждого узла (гербарий Почвенно-агрономического музея им. В. Р. Вильямса).

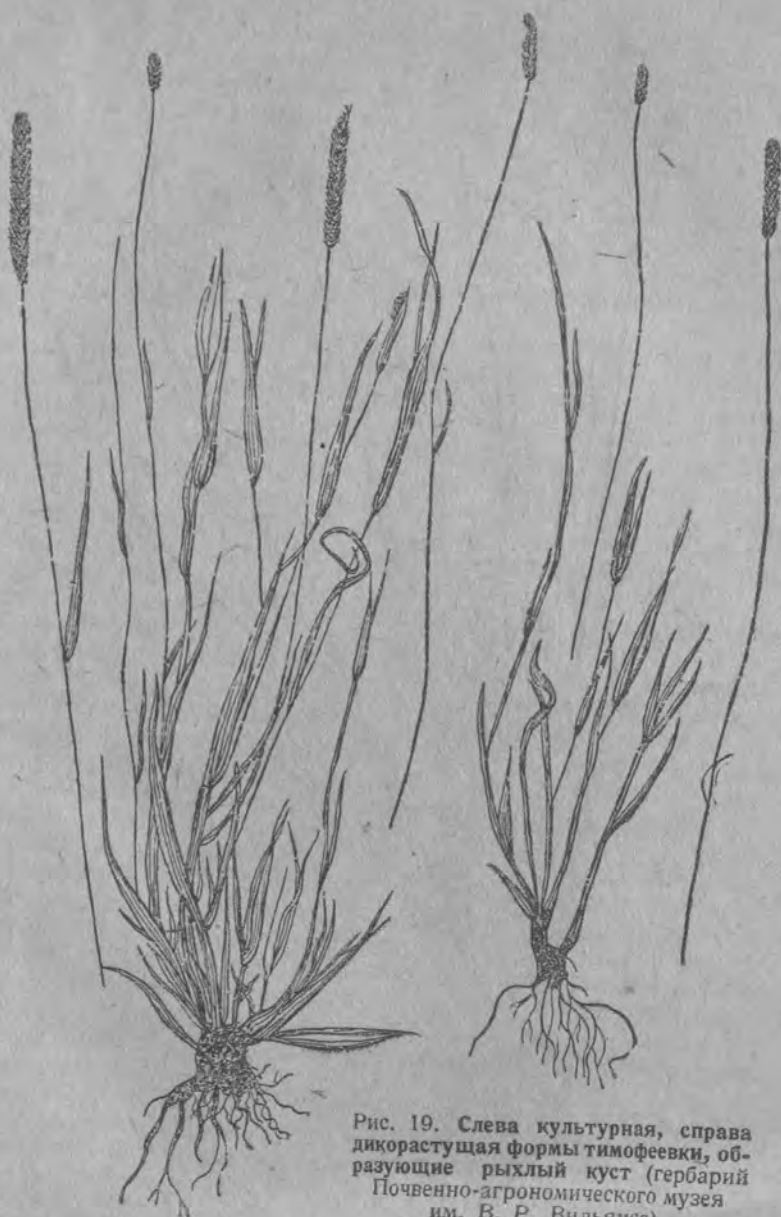


Рис. 19. Слева культурная, справа дикорастущая формы тимовеевки, образующие рыхлый куст (гербарий Почвенно-агрономического музея им. В. Р. Вильямса).



Рис. 20. Плотный куст овсяницы овечьей с черной корневой системой, пронизанной внутренней микоризой (гербарий Почвенно-агрономического музея им. В. Р. Вильямса).

органических остатков весь кислород проникающего воздуха. Поэтому и летом в массе почвы будет отсутствовать кислород. Органическое вещество в ней разлагаться нацело не будет. С наступлением зимы в почве опять отомрут все подземные части плодущих стеблей многолетних злаков. На следующий год повторяются те же условия, как и в предыдущем году, но в более сгущенном виде, так как увеличенное количество растительных остатков почвы вызовет усиленное поглощение кислорода с поверхности почвы. В конечном результате в почве под многолетними злаками происходит усиливающееся с каждым годом накопление мертвого органического вещества.

Ясно, что чем больше накапливается в почве растительных остатков, тем богаче становится она пищей растений. Однако зеленое растение может питаться только простыми минеральными соединениями. Поэтому, если пища растений будет накапливаться в почве в виде мертвого органического вещества, то растения будут страдать от недостатка усвояемой пищи, несмотря на богатый запас элементов пищи в почве. Таким образом пища находится в почве, но огромный запас ее лежит «мертвым капиталом». Подробно этот вопрос будет разобран в одной из следующих глав.

Мы различаем корневищевые, рыхлокустовые и плотнокустовые многолетние злаки.

У корневищевых злаков узлы кушения образуются под поверхностью почвы. При их кушении новые побеги могут некоторое время развиваться под поверхностью почвы, образуя иногда несколько подземных междоузлий и узлов, и только на большом расстоянии от начального узла кушения. подземный стебель круто загибается вверх и выходит на поверхность почвы, образуя в поднимающейся части новый узел кушения. Из нового узла кушения развивается новый подземный стебель. Из узлов подземного стебля развиваются листовые влагалища, закрывающие растущие вставочным ростом основания междоузлий. Листовая пластинка на подземных стеблях развивается только в виде короткой чешуйки. Из пазух подземных листовых влагалищ развиваются только пучки корней. Такие подземные стебли называются корневищами, а многолетние злаки с такими подземными стеблями называются корневищевыми злаками. Примером корневищевых злаков может служить пырей.

У других злаков, образующих узел кушения под поверхностью почвы, подземный стебель быстро выходит на поверхность почвы на недалеком расстоянии от узла кушения, из которого он образовался. Под поверхностью почвы новый стебель развивает только одно междоузлие с одним узлом, после образования которого стебель выходит на поверхность почвы, давая зеленый побег. Единственный подземный узел таких побегов представляет их

узел кушения, из которого развивается новый побег с новым узлом кушения. Так идет развитие в теплое время в течение всей жизни злака. Из каждого узла кушения развивается свой самостоятельный пучок корней. Таким образом, у этих злаков развивается рыхлый куст, и они называются рыхлокустовыми злаками. Примером такого злака может служить тимофеевка.

Как у корневищевых, так и у рыхлокустовых злаков под поверхностью почвы расположены такие части, в которых непрерывно происходит образование новых клеточек. Это — узлы кушения, в которых непрерывно происходит развитие новых побегов, и основания междоузлий, где происходит вставочный рост, удлиняющий подземные побеги. Развитие новых клеточек требует обязательной наличности трех условий — тепла, влажности и кислорода.

По мере накопления в почве луга мертвых растительных остатков влажность почвы усиливается, так как органическое вещество очень влагоемко. Но вместе с увеличением влажности усиливается испарение воды с поверхности почвы, а это понижает температуру почвы. Одновременно накапливающееся органическое вещество, разлагаясь под влиянием аэробных бактерий, поглощает весь кислород и прекращает его доступ к узлам кушения и основаниям междоузлий. Все элементы пищи растений остаются в почве в форме неусвояемого органического вещества.

Очевидно, что корневищевые и рыхлокустовые злаки, как оказавшиеся неприспособленными к изменившимся условиям их существования, должны постепенно вымереть и уступить место растениям, более приспособленным к изменившимся условиям жизни.

Таковыми злаками, которые лучше приспособлены к изменившимся условиям луга, будут те, у которых узел кушения развивается выше поверхности почвы. Но узел кушения кроме обильного притока кислорода требует еще и условий постоянной влажности, так как новые клеточки не могут развиваться в сухом воздухе. Злаки с узлом кушения, развивающимся выше поверхности почвы, приспособились к защите своих узлов кушения от высыхания тем, что их новые побеги развиваются, плотно прижавшись к старым побегам, и таким образом образуют очень плотный куст. В плотном кусте вода дождей и росы задерживается долго и, испаряясь, поддерживает влажность воздуха, окружающего узлы кушения. Такие злаки называются плотнокустовыми. Эти злаки образуют на поверхности луга плотные кочки, как, например, щучка. Значение всех этих особенностей злаков для производства будет разобрано нами в последующих главах книги.

Изменчивость потребности сельскохозяйственных растений в воде. В 1865 г. в Петровской земледельческой и лесной академии, ныне Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, проф. П. А. Ильенковым была произведена первая,

зарегистрированная в литературе, попытка количественно определить потребность культурных растений в воде. С тех пор не прекращалось стремление выразить значение этого практически самого важного фактора жизни растений количеством воды, затрачиваемой разными растениями для создания единицы сухого вещества урожая.

Была получена огромная масса чисел, совершенно не поддающихся не только диалектической, но часто даже и простой арифметической обработке. Числовые выражения количества воды, затрачиваемой растением на создание единицы сухой массы, колеблются в чрезвычайно широких пределах. Следующая таблица показывает примеры колебаний весовых единиц воды, затраченных растением на создание одной и той же весовой единицы сухого вещества, по исследованиям различных авторов при различных условиях:

Растение	Количество единиц воды	Растение	Количество единиц воды
Пшеница	1 530—235	Горох	1 658—235
Рожь	724—377	Рапс	912—337
Ячмень	676—258	Горчица	1 658—269
Овес	665—401	Лен	1 093—787
Просо	447—275	Картофель	448—281
Гречиха	646—371	Свекла	2 083—227
Кукуруза	369—233	Люцерна	1 354—520

Причины приведенных огромных различий заключаются в том, что наибольшая эффективность всякого фактора осуществляется только при полной обеспеченности растения всеми другими факторами. Это положение иллюстрируется рядом данных. Влияние содержания элементов пищи в почве на использование растениями воды ярко показано, например, в опыте Лэзера в Индии.

На создание одной единицы сухого вещества потрачено единиц воды:

	На почве			
	неудоб- ренной	удобренной		
		азотом	азотом и фосфо- ром	азотом, фосфо- ром и калием
Пшеницей	800	917	545	480
Льном	1 093	1 198	1 000	787

Опыт Уидсто с орошением без одновременного удобрения показывает отрицательное значение попыток изолированного воздействия на один какой-либо фактор жизни растений:

Увеличение количества оросительной воды в число раз	1,0	1,5	2,0	2,5	5,0	7,0	10,0
Привело к затрате на создание одной единицы урожая единиц воды	856	869	948	1 038	1 317	1 530	1 809
Или к бесполезной затрате таких количеств воды	—	13	89	182	461	674	953

Малая эффективность применения удобрений без одновременного увеличения запаса находящейся в распоряжении растений воды, а также отрицательное влияние недостатка отдельных элементов пищи видны из следующего опыта с пшеницей.

Урожай сухого вещества (в дг) при влажности почвы в процентах от полной влагоемкости почвы

Характер удобрения почвы	Влажность почвы		Характер удобрения почвы	Влажность почвы	
	45%	70%		45%	70%
Неудобренная	194	228	Калий-фосфатное	205	217
Калийное	188	222	Калий-азотное	722	1 200
Фосфатное	192	231	Азотно-фосфатное	648	1 113
Азотное	575	1 052	Калий-азотно-фосфатное	744	1 308

Влияние количественного притока света на продуктивность работы растений видно из опыта Гельригеля с ячменем, росшим на солнечном свете и при рассеянном свете разной силы. На создание одной единицы сухого вещества ячмень при этом потратил единиц воды:

При солнечном свете	При рассеянном свете		
	сильном	среднем	слабом
349	483	519	676

Кроме внешних условий, возраст растений также оказывает влияние на производительность их работы. Молодая листовая поверхность работает производительнее старой. Это показывает опыт Бриггса и Шанца с люцерной, которая затратила на созда-

ние одной весовой единицы сухого вещества таких же весовых единиц воды:

В начале лета	1008
В середине лета	1354
После укуса в конце лета	520

Ясно, что говорить о потребности в воде различных растений и о производительности их работы нужно вообще с большой осторожностью. Она зависит не только от вида и сорта растений, но и от условий их развития, которые еще не все и не всегда подпадают или подвергаются учету.

На величину урожая влияют комбинации ежегодных колебаний притока тепла и света, влажности почвы и воздуха, направления и силы ветра, соотношения зольной и азотной пищи растений, реакция почвенного раствора, концентрация солей почвенного раствора, присутствие микроэлементов пищи и других, еще не изученных элементов, из которых создается реальная обстановка жизни растений. Насколько велико влияние этих различных комбинаций на одно и то же растение и на различные растения, отчетливо вырисовывается в опытах Уидсто. Они были проведены последовательно в течение четырех лет при точно соблюдаемых, совершенно одинаковых условиях для всех случаев и семенах одного и того же сорта урожая 1901 г. Результаты опыта показывают производительность работы растений, выражающуюся в количестве весовых единиц воды, затраченных растениями для создания одной такой же весовой единицы сухого вещества:

Растение	Г о д ы			
	1902	1903	1904	1905
Пшеница	258	340	755	356
Сахарная свекла	639	227	645	670
Горох	1658	269	510	525

Группы культурных растений по относительной потребности в воде. Растениеводство еще не разработало достаточно детально конкретных запросов и требований к почвоведению, и это отражается в слишком общем и глазомерном подразделении культурных растений на группы.

Нельзя не отметить, что стремление подразделить культурные растения на твердые производственные группы находится в вопиющем противоречии с существенными свойствами протоплазмы, ее изменчивостью и с прямым производным этого свойства — неограниченной пластичностью живого организма. Кроме того,

нельзя рассматривать и сельскохозяйственное производство как нечто мертвое, застывшее в своих формах. Оно чутко отзывается на всякое изменение общественных отношений и на успехи наук.

Деление культурных растений на временные группы может быть проведено на нескольких основаниях. Такое деление как производственное должно быть основано на существенных свойствах, имеющих прямое отношение к производству, т. е. по отношению растений к факторам жизни.

Не будем входить в рассмотрение группировки культурных растений, основанной на общих требованиях трех основных элементов народного и международного хозяйства, промышленности обрабатывающей, добывающей и создающей. Коснемся группировок, основанных на узкопроизводственном задании, обеспечить растение необходимым количеством воды и пищи.

Техническая группировка культурных растений может быть произведена по двум основным группам факторов их жизни, космическим и земным. По приспособленности к существованию в границах притока космических факторов, света и тепла, определяемых широтными условиями земной поверхности и высотой местности над уровнем океана, отличают группы культурных растений холодных широт, умеренного, подтропического и тропического климатов.

В пределах каждой из этих групп происходит дальнейшее подразделение растений по их отношению к почвенным факторам жизни, воде и пище.

В раннее время развития научного земледелия производились попытки подразделить культурные растения на группы по их отношению к тем элементам пищи, недостаток которых чаще всего выявлялся в производстве, — калию, фосфору и азоту.

Были выделены: группа калийных растений, в золе которых преобладал калий; группа растений с преобладанием в золе фосфора и группа известковых растений, значительное содержание извести в золе которых сопровождалось значительным содержанием в растениях азота. Была попытка выделить еще и растения с преобладанием в их золе кремневой кислоты.

Указанные группы довольно хорошо совпадали с группами, выделенными на основании других хозяйственных признаков. Первая группа обнимала корне- и клубнеплоды и растения технические, вторая — зерновые хлеба, третья — бобовые растения, а четвертую старались объединить с группой злаков.

Но очень скоро эта попытка деления на группы по составу золы была оставлена как не обладающая производственным значением и не имеющая под собой научного основания.

Возникла группировка другая, основанная на отношениях культурных растений к воде, так как практически обеспечение требований растений к воде представляет труднейшую задачу

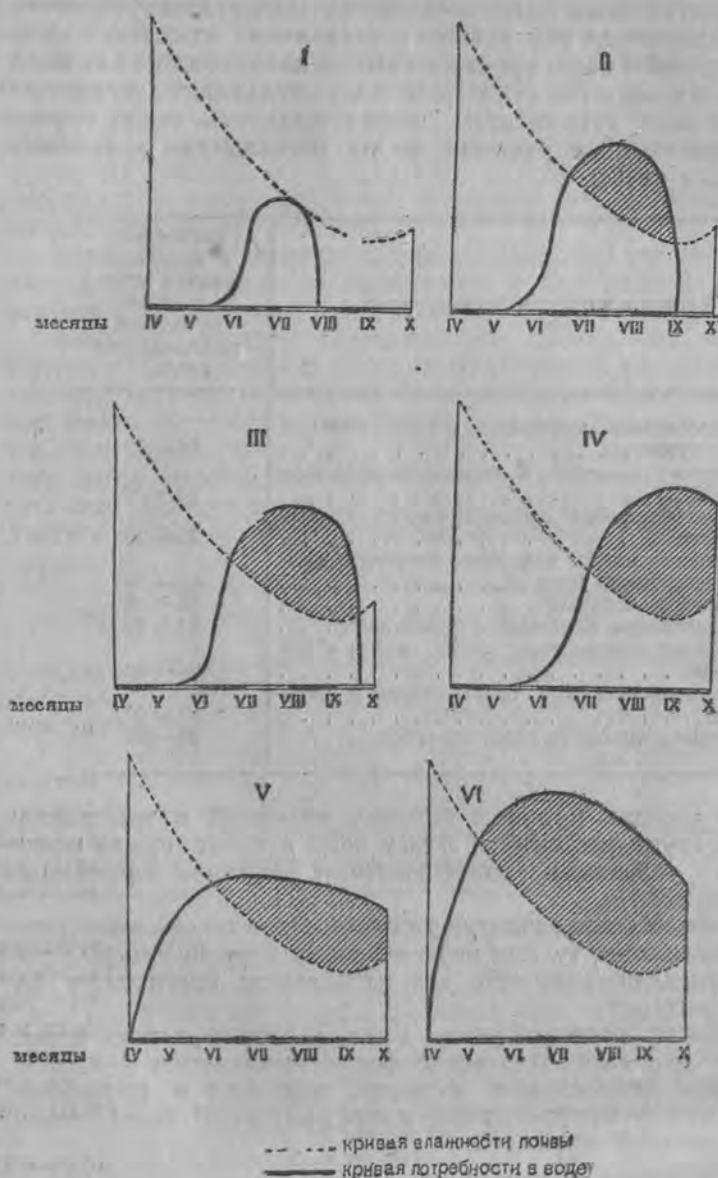


Рис. 21. Соотношение между кривой изменения влажности почвы во время вегетационного периода и потребностями в воде группы культурных растений: I—сбороспелые кормовые культуры и скороспелые хлеба южных, северных и горных стран; II—позднеспелые хлеба продовольственного и товарного характера; III—технические растения; IV—корнеплоды технического, пищевого и кормового значения; V—посевные многолетние злаки и бобовые полевой культуры; VI—посевные многолетние злаки и бобовые луговой культуры.

производства. Из этого, однако, не следует, что отношение растений к элементам пищи имеет меньшее производственное значение.

Из сопоставления результатов исследований отношений культурных растений к воде, произведенных за полу столетие с лишком, протекшее со времени опыта Ильенкова, не меньше как двумястами ученых на всех континентах, можно выделить такие группы сельскохозяйственных растений по их требованиям к величине запаса воды в почве:

Краткая характеристика группы	Требования к величине запаса воды в процентах от полной влагоемкости почвы ¹⁾
1. Скороспелые кормовые злаки полевой культуры	10— 20
2. Южные, северные и горные яровые зерновые	20— 30
3. Зерновые хлеба средних широт, озимые и яровые	30— 40
4. Зерновые хлеба товарного значения, преимущественно яровые	40— 50
5. Зерновые бобовые	50— 60
6. Технические растения и корнеплоды	60— 70
7. Полевые многолетние травы, злаки и бобовые	70— 80
8. Луговые посевные травы, злаки и бобовые	80— 90
9. Луговые травы природных лугов	90—100

Чтобы уяснить причины больших различий в требованиях отдельных групп растений к запасу воды в почве, нужно ознакомиться с условиями, определяющими величину потребления воды растениями.

Критические фазы развития растений. Одно из основных условий, определяющих ту или иную величину потребности растений в воде,—продолжительность так называемых критических фаз развития растения.

В развитии растений чаще всего отличают четыре фазы, которые в наиболее отчетливой форме выявляются у злаков.

Это фазы прорастания, кущения, цветения и созревания. В первой фазе из прорастающего плода (зерновки) злака развивается первичный корешок.

¹ Полная влагоемкость—такое состояние почвы, когда все ее волосные и неводосные промежутки заполнены водой.

Кушение состоит в последовательном образовании узла кушения на каждом новом побеге, из нового узла кушения развиваются новые побеги с новыми корнями при основании каждого побега. Наступление фазы кушения и ее продолжительность определяются известными пределами тепловых условий. При каждом длительном наступлении благоприятных тепловых (термических) условий и при наличии влаги вновь начинается кушение. Каждый вид и даже сорт растений имеет свои границы тепловых условий кушения. Изучение их в растениеводстве начато акад. Т. Д. Лысенко.

У растений, не принадлежащих к семейству злаков, фаза кушения менее отчетлива и выражается в наступлении усиленного развития вегетативных органов из корневой шейки.

Значение степени обеспеченности водой фаз прорастания и кушения и периода созревания культурных растений освещено опытами Вольни. Приведем результаты двух таких опытов с яровой рожью и яровой пшеницей. В каждом опыте растения в одинаковом числе развивались в цилиндрах при равенстве всех условий, кроме количества воды. Влажность почвы поддерживалась по фазам развития растений при 20 и 60 процентах полной влагоемкости почвы, так что получились комбинации влажности таких порядков:

	Фаза прорастания	Фаза кушения	Фаза налива
1	сухая	влажная	сухая
2	сухая	сухая	влажная
3	сухая	влажная	влажная
4	влажная	сухая	влажная
5	влажная	влажная	сухая
6	влажная	сухая	сухая

Урожай приведен в следующей таблице:

Влажность почвы в процентах ее полной влагоемкости			Урожай (в дг)		
			яровой ржи	яровой пшеницы	
фаза прорастания	фаза кушения	фаза налива	сухой массы	зерна	соломы
20	60	20	329	52	105
20	20	60	164	25	63
20	60	60	378	92	186
60	20	60	185	14	110
60	60	20	338	75	155
60	20	20	134	28	102

Числа таблицы очень ясно указывают на значение фазы кушения в жизни злаков. Это критический период их жизни, и в течение его растение потребляет больше всего воды. В этот период образуются новые побеги и листья, и молодые ткани испаряют особенно много воды.

Продолжительность фазы кушения — главная причина разделения культурных растений на приведенные выше группы.

1—2. Первые две группы, в сущности, эфемеры, и их эфемерность — результат сокращения продолжительности двух первых фаз, преимущественно второй.

3. В третью группу входят малокустящиеся яровые с короткой фазой кушения и озимые (сорта ржи), у которых фаза кушения сосредоточена на осень.

4. Четвертая группа представлена яровыми пшеницами, двухрядными ячменями с продолжительным обильным кушением и озимыми пшеницами, кушение которых происходит весной.

5. Пятая группа иначе называется группой широколиственных растений и обладает продолжительной фазой развития вегетативных органов.

6. В шестой группе сосредоточены технические растения и корнеплоды. Последние представляют двухлетние растения, у которых первые две фазы протекают в первый год, причем вторая фаза часто длится четыре месяца.

7—9. И, наконец, у последних трех групп, объединяющих многолетние травянистые растения, фаза кушения начинается с момента цветения, обнимает весь период созревания и продолжается до зимы.

Причины различных требований растений к воде. На величину потребности культурных растений в воде оказывают большое влияние продолжительность вегетационного периода и величина общей листовой поверхности. ●

Зависимость потребности в воде от продолжительности вегетационного периода уже была рассмотрена. Здесь нужно только обратить внимание на то, что в культуре открытого грунта скороспелость несовместима с высокой урожайностью. Накопление органического вещества есть процесс биологический, требующий определенного количества времени для своего течения. Ускорение этого процесса может быть достигнуто лишь в случае повышения напряжения притока космических факторов или расширения продолжительности времени (суточного периода) их притока, что может быть достигнуто культурой в закрытом грунте или селекционным подбором растений. Поэтому скороспелость в одинаковых условиях географической широты и без вмешательства селекции всегда связана с меньшей урожайностью, так как сокращение периода роста неминуемо влечет за собой и соответствующее сокращение периода инсоляции.

Величина испарения воды растениями (а следовательно,

и практическая потребность в воде на гектар культуры) определяется общей листовой поверхностью на гектар, т. е. густотой стояния растений в поле и степенью облиственности отдельных растений. Густота стояния растений характерна для культуры кормовых растений и лубяных прядильных растений. Большая облиственность растений составляет особенность бобовых и масличных. Большая листовая поверхность представляет следствие большого испарения этих растений вследствие высокой калорийности накапливаемых ими жиров и белков по сравнению с углеводами. Напомним, что в среднем 1 грамм жиров освобождает при сгорании 9 500 малых калорий, 1 грамм белка—5 500 калорий и 1 грамм углеводов—4 000 калорий. Кроме того, перевод пластидами безазотных углеводов в азотсодержащее вещество сопровождается большим выделением тепла, и для охлаждения температуры рабочей поверхности растение вынуждено испарять большое количество воды. Поэтому бобовые растения и технические, масличные, текстильные находятся в одной группе с корнеплодами.

Различие потребности в воде растений однолетних полевых и многолетних кормовых иллюстрируется приведенными схематическими кривыми (стр. 39, рис. 21).

У однолетних растений потребление воды начинается через несколько дней после посева и непрерывно растет до конца цветения, причем перед наступлением фазы цветения степень потребления воды несколько падает вследствие старения зеленой поверхности. С окончанием цветения начинается быстрое падение потребления воды вследствие постепенного отмирания листьев, и к моменту мертвой спелости потребление растением воды совершенно прекращается.

У многолетних кормовых испарение начинается с момента освобождения от снегового покрова. Оно непрерывно растет до укоса. После укоса картина повторяется, но потребление воды не достигает летнего уровня.

После второго укоса потребление воды продолжается до морозов. Весной в полевой почве мы наблюдаем первый количественный максимум содержания воды.

Начиная с этого момента запас воды в ней непрерывно уменьшается. Его пополняют выпадающие время от времени дожди, но они не изменяют общего направления процесса уменьшения запаса воды. Это общее направление непрерывного уменьшения запаса воды в почве в течение летнего периода прогрессивно увеличивается, особенно по мере распашки территории за счет уничтожения лесов и распашки природных лугов.

После уборки растений вплоть до начала зимы происходит медленное нарастание содержания воды в почве за счет выпадающих осенних осадков. Наступает момент второго количественного максимума воды в почве.

КУЛЬТУРНАЯ ПОЧВА

1. Структурная и бесструктурная почва.—2. Водный режим бесструктурной почвы.—3. Пищевой режим бесструктурной почвы.—4. Водный режим структурной почвы.—5. Пищевой режим структурной почвы.—6. Три типа сх угодий.

Выше мы уже пришли к заключению, что под плодородием почвы надо понимать способность почвы без перерыва во все время произрастания растений удовлетворять одновременно наибольшие потребности их и в воде и в пище. Это немного длинное определение, но вместе с тем чрезвычайно простое. Во все время роста растения почва без перерыва должна удовлетворять его наибольшую потребность в воде и пище. Весь опыт говорит о том, что мы можем научиться сделать каждую почву плодородной, в каждой почве создать такие условия, чтобы она могла беспрерывно доставлять растению максимальное количество воды и пищи.

Для того чтобы научиться создавать в любой почве условия наивысшего плодородия, нужно тщательно изучить эти условия. Без знания мы не будем иметь средств для изменения этих условий.

Необходимо прежде всего заняться детальным анализом водного и пищевого режимов почвы.

Структурная и бесструктурная почва. Почва может быть в двух состояниях структуры. Различают комковатое (структурное) и раздельночастичное (бесструктурное) состояние почвы.

Мы можем представить почву как раздельно частичную массу, в которой отдельные частички, ее слагающие, не входят ни в какие особенные отношения между собой. Все эти частички залегают совершенно сплошной массой во всю глубину пахотного слоя. Почва представляет бесструктурную массу, плотно лежащую на поверхности.

Второе состояние почвы — структурное состояние, когда все частички почвы связаны в отдельные комки разнообразной формы и величины. Нормальными считаются комки диаметром от 1 до 10 миллиметров, т. е. комки величиной примерно от горошины до мелкого лесного ореха. Такая почва носит название почвы комковатой. Пахотный слой комковатой почвы рыхло залегает над бесструктурной массой подпахотного горизонта, где все частички залегают сплошной бесструктурной массой.

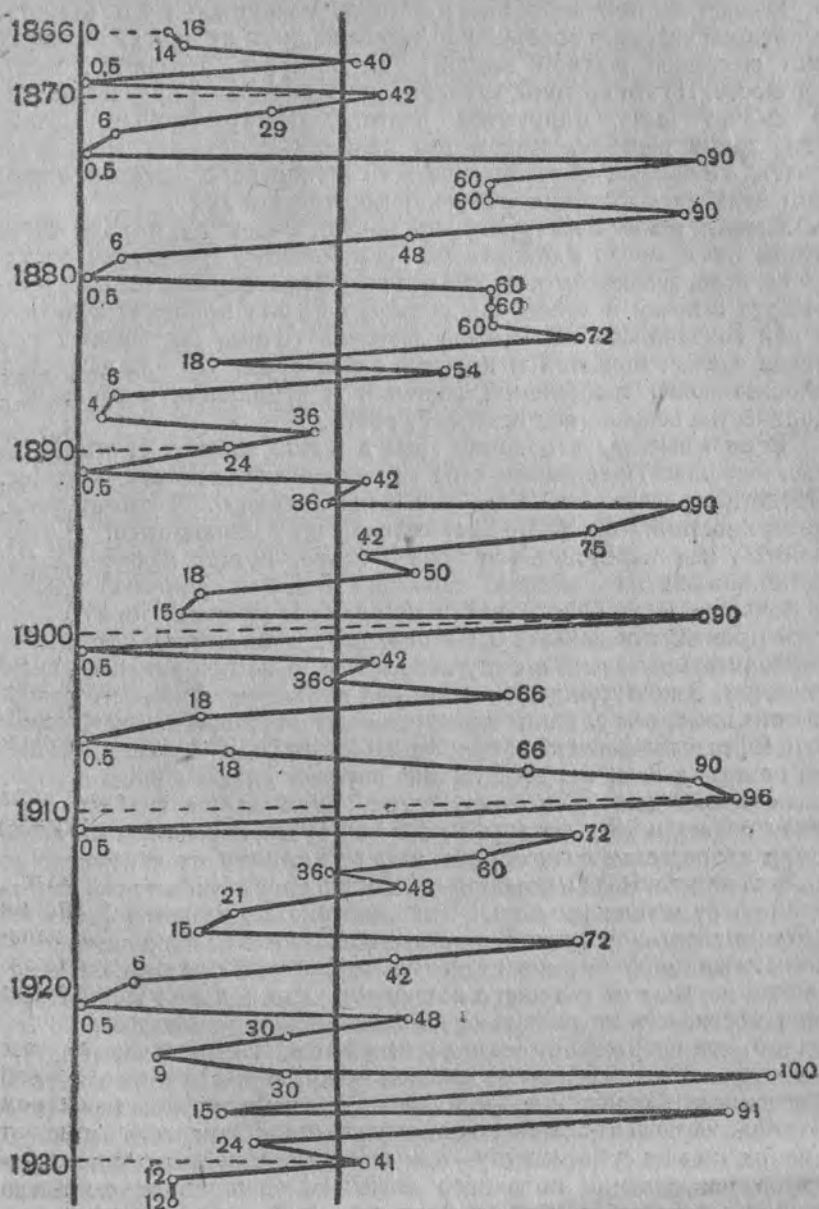


Рис. 22. Стихийная урожайность. Средние ежегодные урожаи пшеницы по Бузулукскому району Чкаловской области за 67 лет (1866—1932), в пудах на десятину.

Бывает состояние почвы, в которой совершенно нет комков, в которой частички совершенно отделены друг от друга, но лежат они сплошной рыхлой массой. Так залегает, например, пыль на шоссе. Но это временное состояние: как только пройдет дождь и смочит пыль, получится плотная бесструктурная почва. Мы, таким образом, имеем два крайних состояния структуры почвы. Займемся изучением водного и пищевого режимов почвы при этих двух крайних структурных состояниях.

Водный режим бесструктурной почвы. Очевидно, что для того, чтобы почва могла удовлетворять наибольшие требования растения к воде, необходимо, чтобы вся вода атмосферных осадков проникала в почву и чтобы после того, как она проникла в почву, в ней сохранилась бы и была доступна только растению. Тогда почва сделает большой и прочный запас воды, что как раз будет удовлетворять требованию растения в отношении наибольшего количества воды во все время его роста.

Всем известно, что запас воды в почве зависит от атмосферных осадков. Представим себе как изменяется влажность почвы. Представим себе сначала, что пошел дождь. Следовательно, поверхностный слой почвы сейчас же увлажнится. Чтобы понять, как передвигается вода в почве, нужно в двух словах остановиться на законах движения воды в волосной массе. В почве раздельно частичной, в которой все промежутки волосные (эти промежутки меньше 0,1 миллиметра в диаметре), вода может передвигаться только в силу волосности, а не под влиянием силы тяжести. Законы движения воды под влиянием волосности совершенно иные, чем законы движения воды под влиянием силы тяжести. Если мы возьмем какое-нибудь волосное тело, — скажем, кирпич из глины — и если мы этот кирпич опустим одним концом в воду, вода начнет двигаться снизу вверх. Если мы к взятому кирпичу подведем воду сверху, вода в нем будет передвигаться вниз. Если мы подведем воду справа, вода по кирпичу начнет двигаться справа налево. Вода в волосном теле всегда передвигается по направлению от источника воды. Это движение вызывается разницей потенциалов (напряжений) влажности. Как только напряжение влажности на одной стороне станет больше, чем на противоположной, сейчас же вода от старшего потенциала, где большее напряжение влажности, начнет двигаться по направлению к младшему потенциалу, где напряжение влажности меньше. То же самое и здесь. Как только мы подвели к кирпичу воду, в месте привода воды повысилось напряжение, — потенциал влажности стал больше, — и сейчас же вода от старшего потенциала стала двигаться по направлению к более сухому месту — к младшему потенциалу. Вот общий закон направления волосного движения воды. Вода двигается от более влажной части волосного тела к более сухой его части. Иначе она и не может двигаться.

Чтобы охарактеризовать всякое движение, нам нужно знать два его элемента: направление движения и скорость движения. Скорость движения воды в волосном теле прогрессивно затухающая, прогрессивно уменьшающаяся. С этим законом затухания скорости движения воды в волосном теле хорошо знаком каждый. Почему у нас на поверхности земли имеются пруды, озера и другие водоемы? Всякий пруд, всякое озеро подстилается волосной проницаемой почвой. Вода из водоемов не уходит в землю, а остается на поверхности по той причине, что движение воды в волосной массе, в массе бесструктурной почвы, происходит прогрессивно замедляющимся темпом. Раз движение замедляется, то должен наступить момент, когда практически движение прекратится. А после того как движение воды в почве прекратилось и почва промокла на определенную глубину, мы никакими силами, никаким давлением уже не сможем заставить новое количество воды проникнуть в почву. Это очень важный закон.

Вода в бесструктурной массе движется от более влажного к более сухому месту прогрессивно замедляющимся темпом. Раз мы это знаем, так легко можем представить, как движется вода в бесструктурной почве. Дождь смочил поверхность почвы. На поверхности созданся старший потенциал, большая влажность по сравнению с влажностью более глубоких слоев почвы. По закону движения воды в волосном теле вода должна приобрести нисходящее движение со скоростью прогрессивно затухающей. Всякая капля воды, проникающая в такую почву, во всякий следующий промежуток времени будет проходить все меньшее и меньшее пространство. На известной глубине, зависящей от механического состава почвы, это движение остановится. Но раз первая проникшая в почву капля будет двигаться замедленно, то она будет служить препятствием для проникновения второй, третьей и последующих капель в почву. На поверхности бесструктурной почвы должна накопиться вода в состоянии капельно-жидкого слоя, т. е. слоя воды, подчиняющейся действию силы тяжести. На бесструктурной почве, в силу прогрессивного затухания нисходящего тока воды, неизбежно должна образоваться лужа, ибо часть воды не может проникнуть в почву. Вода, неминуемо накапливающаяся на поверхности почвы, подчиняется влиянию силы тяжести. Она движется по законам силы тяжести. Эти законы хорошо известны. Сила тяжести действует всегда в одном направлении — сверху вниз, и движение под влиянием силы тяжести всегда происходит равномерно ускоренно: в каждый следующий промежуток времени частица проходит несколько большее пространство, чем в предыдущий. Так как в природе нет совершенно горизонтальных поверхностей, то очевидно, что вода начнет стекать по уклону поверхности почвы со скоростью, равномерно ускоренной.

Если мы учтем все эти условия, так станет совершенно ясным,

что в бесструктурной почве запас воды должен быть непременно меньше, чем приток воды из атмосферы. Часть воды неминуемо должна стечь с поверхности почвы. Количество воды, которое проникло в почву, всегда будет меньше, чем количество атмосферных осадков, притекающих к почве. Количество воды, стекающей по поверхности бесструктурной почвы, для почв разного механического состава будет, конечно, различно. При этом оно будет зависеть и от уклона местности и от ряда других причин. Но в среднем для самых разнообразных условий и для самых разнообразных почв можно принять, что в бесструктурную почву может проникнуть не больше 30 процентов воды от всякого дождя; 70 процентов дождевой воды неминуемо стекает по поверхности почвы. Очевидно, что запас воды в бесструктурной почве не может быть большим. Он не может быть в среднем больше 30 процентов общего количества дождя, который выпадает на эту почву.

Возникает еще один вопрос. Мы до сих пор говорили о 30 процентах дождя. А снеговая вода, та вода, которая образуется весной, при таянии снега? Какова участь этой воды? Разберем этот вопрос. Как только наступает зима, как только замерзнет верхний горизонт почвы, как только вода в нем обратится в ледяные кристаллы, так сейчас же устанавливается разность напряжений упругости пара между замерзшей (верхней) и незамерзшей (нижней) частью почвы. Под влиянием замерзания напряжение упругости пара воды в верхнем горизонте почвы сильно понизится по сравнению с напряжением упругости водяного пара в более глубоких, незамерзших горизонтах почвы. Как только вода в верхних слоях почвы замерзнет, сейчас же начнется перегонка паров воды снизу вверх. Из нижних незамерзших слоев почвы вода начнет перегоняться наверх. Это всем хорошо известный процесс перегонки. Движение паров воды снизу вверх будет происходить до тех пор, пока в замерзшем слое почвы будут оставаться промежутки, в которых эти пары могут сгущаться, т. е. до тех пор, пока все промежутки между частичками почвы, которые с осени не были заполнены водой, не будут заполнены льдом. Следовательно, вся поверхностная масса замерзшей почвы зимой будет пронизана кристаллами льда. Все промежутки между частичками будут заполнены льдом.

Процессом перегонки водяного пара объясняется весеннее бездорожье или весенняя распутица, которую знает каждый: снега на поверхности почвы зимой или не было, или его искусственно удаляли, а как только почва весной оттаяла, то получается грязь, хотя осенью почва была сухая. Это объясняется тем, что в результате перегонки воды снизу вверх вода заполнила все промежутки замерзшего горизонта почвы.

Бесструктурная почва представляет волосную массу, т. е. если в ней все промежутки заполнены водой, то никаким давле-

нием нового количества воды ввести в нее нельзя. Весной в бесструктурной почве все промежутки заполнены водой.

Поэтому все количество воды, которое получается от таяния снега, на бесструктурной почве стекает по уклону поверхности. Те 30 процентов осадков, о которых мы говорили выше, относятся только к летним дождям. 30 процентов летних осадков, выпадающих на почву,—это максимум того, что может запасти бесструктурная почва.

Значит запас воды в бесструктурной почве не может быть большим: он втрое меньше того количества воды, которое притекает к почве в виде летних осадков. Это первое отрицательное свойство бесструктурной почвы. Но это еще не все.

Запас воды в почве должен быть не только большим, но и прочным. Посмотрим, насколько прочен запас воды в бесструктурной почве.

Как только кончился дождь, сейчас же на основании того же закона разности потенциалов влажности с поверхности почвы начинается испарение воды. Как только с поверхности почвы начала испаряться вода, тотчас же обособляется тонкий горизонт почвы более сухой, чем глубже лежащая масса почвы. Значимость величины потенциалов влажности становится обратной. Меньший потенциал—более сухая почва располагается сверху, а больший потенциал—более влажная почва—снизу. По закону волосности сейчас же должен возникнуть восходящий ток воды. И именно так происходит в действительности. Сейчас же после прекращения дождя к поверхности бесструктурной почвы начинает подниматься волосной ток воды. Так как в бесструктурной почве все без исключения промежутки волосные, то весь запас воды, который сделала почва, всей своей массой, как одно целое, начинает двигаться кверху. Какова будет скорость этого восходящего движения? На первый взгляд казалось бы, что эта скорость должна быть прогрессивно замедляющейся. Но скорость восходящего тока воды в бесструктурной почве оказывается или равномерной или даже равномерно ускоренной. Разберемся в причинах такого развития процесса.

Чем определялось замедление скорости нисходящего тока воды? Тем, что разница во влажности, в напряжении влажности по мере проникновения воды вниз непрерывно уменьшалась. Разница потенциалов влажности затухала. А так как эта разница служит стимулом и причиной движения, то раз стимул замирает, то и движение должно замереть. При обратном движении воды (снизу вверх) мы этого не наблюдаем. Вода с поверхности почвы испаряется непрерывно, и, следовательно, сухость верхнего слоя непрерывно поддерживается на одной высоте. Все время сохраняется или даже возрастает разность потенциалов влажности. Поэтому восходящее движение всей массы воды в почве происходит

по закону или равномерного движения или ускоренного. Последнее наблюдается в случае усиленного испарения воды под влиянием повышенного нагрева почвы солнечными лучами или под влиянием ветра.

Если испарение воды усиливается влиянием ветра, солнечного нагрева и т. д., то восходящее движение воды в бесструктурной почве может быть чрезвычайно быстрым. Каждый из своего повседневного опыта знает, что после хорошего обильного дождя, но при последующей сухой ветреной погоде, вода быстро испаряется из почвы.

На юго-востоке Европейской части СССР один-два дня сильного весеннего суховея могут пустить по ветру весь зимний запас воды в почве. Влажная весенняя почва пересыхает до такой степени, что озимая рожь, роскошно развившаяся с осени, иногда обращается в сено. Даже озимая пшеница, меньше кустящаяся осенью, и та при сильных весенних суховеях высыхает на корню. Следовательно, запас воды в бесструктурной почве не только не велик, но он и не прочен. Это значит, что на бесструктурной почве урожай будет зависеть исключительно только от частоты выпадения дождей: не от количества выпавшего дождя, не от силы дождей, но только от частоты их выпадения.

Если дожди выпадают часто, то в промежутки между переходом медленного нисходящего движения воды в почве в быстрое, восходящее, повторяются периоды, в которые почва удовлетворяет требования растений в отношении количества воды. Если эти периоды влажности, при частом повторении, сливаются в непрерывное состояние, то урожай может быть очень большим. Но так как такие условия повторяются редко, то и урожай на бесструктурной почве всегда отличается чрезвычайно большими колебаниями по годам. Эти чрезвычайно большие колебания урожая — существенное свойство и признак стихийного хозяйства.

В один год урожай может быть громадным, а на следующий год ничто не может гарантировать от полного неурожая. Если дожди редки, то большого урожая на бесструктурной почве быть не может. Кривая урожайности с большими размахами колебаний, с большими амплитудами колебания, при невысокой средней многолетней урожайности характеризует стихийное сельское хозяйство на бесструктурной почве. Искусство агронома здесь равно не при чем. Никакими силами, никакими знаниями удерживать воду в бесструктурной почве он не в состоянии. Все зависит от частоты выпадения дождей. Хозяйство оказывается игрушкой стихии. Выпадали частые дожди — будет урожай, нет дождей — получается засуха и как следствие неурожай. На бесструктурной почве возможно только стихийное хозяйство.

Бесструктурная почва не удовлетворяет первого требования, предъявляемого к плодородной почве: она не создает большого

и прочного запаса влаги и следовательно не может удовлетворить потребность растения в воде.

Пищевой режим бесструктурной почвы. Теперь посмотрим, каковы будут условия пищевого режима бесструктурной почвы. Все пищевые вещества, все элементы пищи растений находятся в почве в форме органического вещества. Выше мы уже писали, что биологически важных элементов на земной поверхности чрезвычайно мало. Все это количество находится в форме органического вещества, и вся жизнь состоит из двух категорий процессов—создания органического вещества, с одной стороны, и полного разрушения его, с другой стороны. Иначе невозможно длительное существование жизни. Уже давно доказано, что все количество элементов зольной пищи растения и усвояемого азота, все пищевые элементы, которые растение получает из почвы, находятся в ней в форме органического вещества. Но зеленые культурные растения предъявляют строго определенные требования по отношению к своей пище. Они могут питаться только минеральными окисленными соединениями.

Органическими веществами и восстановленными минеральными соединениями зеленые растения питаться не могут. Очевидно, что раз вся пища находится в форме органического вещества, то для того, чтобы его элементы могли служить пищей растения, органическое вещество должно быть разрушено.

Разрушить органическое вещество можно двумя способами. Мы можем сжечь органическое вещество, повысив сильно температуру, или мы можем разрушить органическое вещество, повысив давление. Но в природе на поверхности земли таких условий нет. В природе распад органического вещества совершается при обычных условиях температуры и давления земной поверхности. При этих условиях разрушение органического вещества может произойти только под влиянием деятельности незеленых организмов; в полевой почве такие организмы будут бактерии. Эти бактерии—бесцветные организмы, разрушающие органическое вещество в почве, могут быть двух порядков: аэробные бактерии, которые могут жить только при доступе кислорода воздуха, и анаэробные бактерии, которые живут и разрушают органическое вещество без доступа воздуха. Разрушение органического вещества эти бактерии производят совершенно по-разному.

Аэробные бактерии, т. е. живущие при доступе кислорода воздуха, разрушают органическое вещество чрезвычайно быстро и неудержимо. При этом разрушении из элементов органического вещества получаются исключительно окисленные минеральные соединения, т. е. как раз такие вещества, которые нужны для питания зеленых растений.

Если в почве преобладают анаэробные бактерии, т. е. бактерии, живущие без доступа воздуха, то органическое веще-

ство распадается на более простые органические соединения. Все минеральные вещества (кроме углекислоты), остающиеся после того как анаэробные бактерии получили энергию из органического вещества, выделяются в форме восстановленных соединений, т. е. соединений, не содержащих кислорода. Весь кислород выделен в форме угольной кислоты. Эти соединения не пригодны для питания растений. Кроме того, анаэробные бактерии потребляют кислород как пищу, отнимая его от всех соединений почвы, могущих отдать весь или часть содержащегося в них кислорода. Иначе говоря, эти бактерии, т. е. анаэробы, восстанавливают те окисленные соединения, которые были в почве. Эти соединения переходят в закисные соединения. Таким образом в результате деятельности анаэробов получаются органические вещества, более простые, чем ранее существовавшие, но не годные для питания растений. А все те вещества, которые раньше содержались в почве и которыми зеленые растения могли пользоваться для питания, анаэробные бактерии восстанавливают в соединения, неусвояемые зелеными растениями. Анаэробный процесс, разложение органического вещества без доступа воздуха, не годится для питания растений. Мы можем использовать только аэробный способ разложения. После всего сказанного попробуем посмотреть, что получается в бесструктурной почве.

Представим себе состояние, когда в бесструктурной почве содержится значительное количество воды, когда все промежутки бесструктурной почвы заполнены волосной водой и вода сплошной массой стремится вниз. Раз все промежутки между частицами почвы заполнены водой, то очевидно, что воздуха, т. е. интересующего нас кислорода, в ней быть не может. Вода вытеснила весь кислород. Когда в бесструктурной почве много воды, в ней происходит анаэробное разложение органического вещества, разложение без доступа кислорода воздуха. В результате в почве остается органическое вещество, а все те вещества, которые могли быть раньше в почве в доступном для корней растений состоянии, переходят в восстановленные соединения. Значит, при избытке воды в бесструктурной почве непременно должен быть недостаток в пище. Воды много, пищи нет. Таково одно состояние бесструктурной почвы, — состояние, характеризующее почву как неплодородную.

Возьмем второй случай. Бесструктурная почва высохла. На место воды, испарившейся из почвы, в нее проник воздух. В почве происходит усиленное разложение органического вещества под влиянием аэробных бактерий. Органическое вещество быстро и неудержимо разлагается. Все его элементы превращаются в минеральные окисленные соединения. Количество усвояемой пищи в такой почве может быть огромным, но растение этим количеством воспользоваться не может, потому что в такой почве нет

воды. Пищи много, но нет воды. Таково другое состояние бесструктурной почвы,—состояние, характеризующее почву как неплодородную.

В бесструктурной почве при всяких условиях не соблюдается главное условие плодородия—одновременность наличия максимальных количеств воды и пищи растений. Растение не может быть одновременно обеспечено и максимальным количеством воды и максимальным количеством пищи. Тут может быть или большое количество воды и тогда малое количество пищи, или большое количество пищи и тогда малое количество воды. Значит, главное условие плодородия здесь не соблюдено.

Растение может находиться в условиях более или менее сносного питания только в короткие промежутки времени, когда еще не вся вода из почвы испарилась, но часть промежутков почвы уже освободилась от воды. Тогда в эти промежутки проникает воздух, и в почве начинается аэробный процесс. В это время растения будут пользоваться остатками воды и достаточным количеством пищи.

Все сказанное и объясняет нам, почему низок средний урожай в бесструктурных почвах, почему этот урожай сильно колеблется по отдельным годам. Теперь посмотрим, как складываются водный и пищевой режимы структурной почвы.

Водный режим структурной почвы. Прежде всего ясно, что как бы мы ни рассматривали структурную почву, сбоку или сверху, общая картина будет одна и та же: между отдельными комками будут широкие неволосные промежутки. Совершенно понятно, что если на почву будет падать дождь, то как бы силен он ни был, все количество воды будет проникать в неволосные промежутки между комками. Вода в такую почву будет проникать очень легко, как через решето. Опыт показывает, что 100 процентов всей воды, выпадающей из атмосферы, проникает через поверхность такой почвы в массу почвы.

Проникающая вода сейчас же распределится по массе почвы. Прежде всего каждый комок будет насыщен водой. Насыщение комков происходит очень быстро. Каждый отдельный комок состоит из бесструктурной спрессованной массы почвы.

Следовательно, движение воды в комке совершается по закону прогрессивно замедляющегося движения. Но комки очень мелкие—от 1 до 10 миллиметров. Едва успеет начаться замедление движения воды, как комок уже пропитан водой, и замедления проявиться не может, и все волосные промежутки между частичками почвы комка неизбежно наполнятся водой.

Если дождь очень велик и вся вода не может поместиться в волосных промежутках комков, то на дне пахотного горизонта окажется слой воды, слой такой же капельно-жидкой воды, как и на поверхности бесструктурной почвы.

Вот условия, которые создаются в структурной почве.

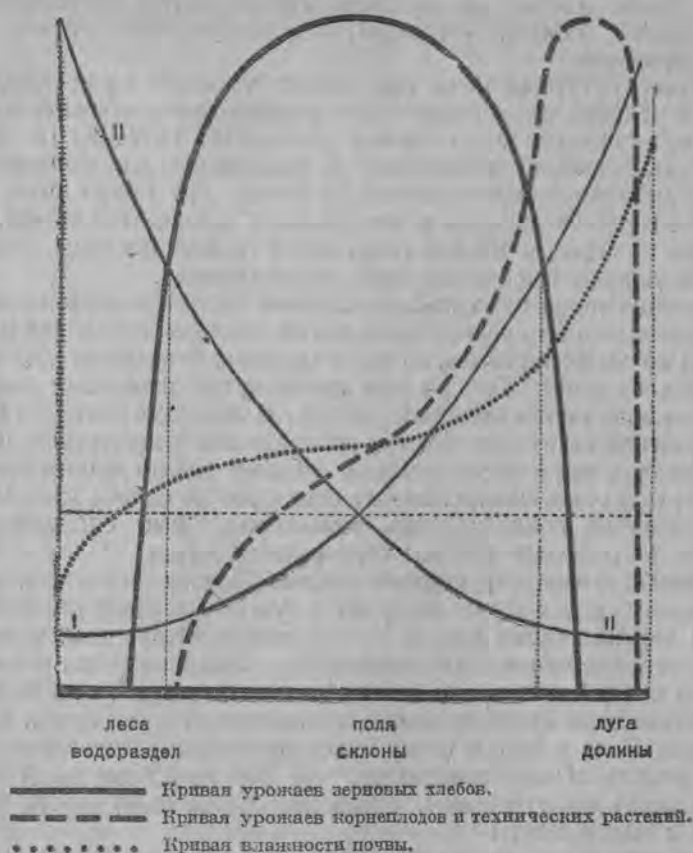


Рис. 23. Схема природных соотношений условий аэриобизиса и анаэриобизиса, водного режима и урожаев двух групп культурных однолетних растений на бесструктурной почве по элементам рельефа: I—кривая анаэриобизиса; II—кривая аэриобизиса. Борьба с природной тенденцией, к которой приводит паровая система земледелия и которая изображена на чертеже сплошной черной кривой, представляет главную задачу травопольной системы земледелия.

При замерзании почвы вода в комках верхнего слоя замерзает. Внизу на глубине будет незамерзшая почва. Следовательно, непременно должен образоваться восходящий ток водяного пара из незамерзшей почвы. Это общий закон. Но где будет сгущаться этот пар? Там, где имеются кристаллы воды. Он будет сгущаться внутри комков. В течение зимы каждый комок будет накапливать воду до полного заполнения всех промежутков между частичками почвы, его слагающими. Промежутки между комками, в которых

нет воды, останутся свободными. Самое большое на поверхности этих комков может образоваться иней, но самые промежутки между комками останутся свободными. Поэтому, когда весной снег начинает таять, ничто не мешает образовавшейся воде проникать в промежутки между комками и распределяться на дне пахотного горизонта слоем капельно-жидкой воды. Таким образом структурная почва поглощает 100 процентов всего годового количества осадков.

Снег стоял, дождь кончился. Какова дальнейшая судьба воды в структурной почве? Прежде всего, очевидно, что верхний горизонт комков находится в совершенно таких же условиях, как и бесструктурная почва. Очевидно, что ничто не может мешать верхнему слою терять воду испарением. Комки верхнего горизонта потеряют всю волосную воду испарением. Это общий закон. Но в структурной почве испарением воды из верхнего слоя комков ограничится все испарение. Того восходящего тока, который неизбежен в бесструктурной почве, здесь возникнуть не может. Промежутки, разделяющие комок от комка, шире, чем промежутки, разделяющие частички почвы друг от друга в комках. А по закону физики вода волосным движением из тонкого капилляра в широкий перейти не может. Таким образом верхний высохший слой комков будет иметь значение изолирующего слоя. Испарение воды из структурной почвы после высыхания верхнего слоя комков почти прекращается.

Опыты с различными почвами при разнообразных условиях показывают, что наибольшее количество воды, которое может испариться из верхнего слоя структурной почвы, равно 15 процентам общего количества воды, которое проникло в почву. Запас воды, который может сделать структурная почва, будет равен 85 процентам годового количества атмосферных осадков. Это количество воды будет находиться в массе почвы исключительно в распоряжении растений. Вот первый, чрезвычайно важный вывод. Ясно, что только комковатая структура почвы может обеспечить большой и прочный запас воды, необходимый для растения.

Посмотрим теперь, какова будет участь той воды, которая проникла в почву.

Возьмем случай обильного проникновения весенней воды в почву. Тогда в почве на дне пахотного горизонта обособится слой капельно-жидкой воды.

Очевидно, что капельно-жидкая вода здесь будет подчиняться тем же законам, каким она подчинялась и на поверхности бесструктурной почвы, т. е. будет стекать по уклону местности. Но она будет стекать по поверхности подпахотного слоя почвы. На бесструктурной почве стекание происходило по поверхности самой почвы—по поверхности пахотного горизонта, а на структурной почве—по поверхности подпахотного горизонта. В первом случае

никаких препятствий для быстрого и полного стекания воды нет. Во втором случае получается громаднейшее «сопротивление породы»: вся масса комков, которую должна омыwać при своем движении вода, вызывает громадное трение и чрезвычайно сильно замедляет движение воды по уклону поверхности подпахотного горизонта. Эта медленность движения чрезвычайно важна.

Раз это движение направится по уклону поверхности, то ясно, что нижележащий горизонт почвы в продолжение долгого периода будет беспрерывно снабжаться запасом воды. Чуть не на все лето растягивается это движение воды, подновляемое летними дождями. Все лето по подпахотному горизонту почвы будет протекать вода. Обеспеченность растений водой благодаря этому будет полная.

На своем медленном пути вода, находящаяся в капельно-жидком состоянии, должна подчиняться тем законам, о которых мы уже писали выше. Так как на поверхности подпахотного горизонта образуется более влажный слой, то из этого горизонта подпочвы должен непременно устремиться нисходящий прогрессивно замедляющийся ток воды. До определенной глубины вода промочит подпочву и никакого дальнейшего движения ее происходить не будет. Никаким давлением нового количества воды подпочве дать уже нельзя. Но то количество воды, которое проникло в подпочву, будет полностью защищено от испарения. Вода может испаряться только в промежутки между комками пахотного слоя, а в них воздух насыщен водяными парами. Все количество воды, которое проникло в подпахотный слой, находится в исключительном распоряжении растений. Она не движется ни по уклону местности, ни вниз. Только растения своими корнями могут проникнуть в подпочву и усвоить эту воду.

Совершенно так же, после того как верхний слой комков почвы высохнет, все количество воды, которое находится в нижележащих комках, будет доступно только растению—корни растения должны проникнуть в пахотный слой, и только тогда оно будет в состоянии воспользоваться этой водой. Все количество воды, которое содержится в структурной почве, будет находиться в исключительном пользовании тех растений, которые на этой почве будут возделываться. Поэтому урожай на структурной почве отличаются чрезвычайной устойчивостью. Урожай на структурных почвах подвержены чрезвычайно малым колебаниям из года в год. На них отражаются только такие условия, как количество притекающих солнечных лучей, число пасмурных дней и колебания температуры—факторы космические.

Водный режим структурной почвы ясен. Он разработан до мелких деталей.

Пищевой режим структурной почвы. Теперь, каков будет пищевой режим растения на структурной почве? В структурной почве органическое вещество пронизывает каждый комок. В каждом

комке находятся органические остатки и перегной. Какие же будут условия питания растения в разбираемом случае?

Очевидно, что в структурной почве вода и воздух не антагонисты. Как только вода входит в структурную почву, она мгновенно рассасывается по комкам. Сейчас же на место воды поступает воздух. Вода оказывается внутри комков, а воздух вокруг комков. Следовательно, органические вещества почвы на поверхности комков находятся в самых лучших условиях разложения при полном доступе воздуха. На поверхности каждого комка будет происходить совершенно ясно выраженный аэробный (т. е. под влиянием деятельности аэробных бактерий) процесс распада органического вещества. При аэробном процессе элементы органического вещества выделяются в форме минеральных окисленных соединений, т. е. как раз таких соединений, которые нужны для питания зеленых растений.

У нас имеется большое количество воды в комках, и поверхность этих комков всегда омывается воздухом. Поэтому на поверхности этих комков идет ярко выраженное аэробное разложение. Но что это значит, что на поверхности каждого комка идет аэробное разложение? Ведь аэробное разложение как раз характеризуется тем, что оно идет очень интенсивно и перехватывает весь кислород воздуха, который стремится проникнуть в массу органического вещества, в данном случае в массу комка. Поэтому внутри каждого комка имеется, как это доказано Пастером и Виноградским, совершенно ясная и отчетливо выраженная область разложения органического вещества без доступа воздуха, или, иначе говоря, область анаэробного разложения. Это обстоятельство в высшей степени важно для нас.

В бесструктурной почве вся вода терялась испарением. Вместо воды в почву проникал воздух, и вся масса содержащегося в почве органического вещества подвергалась быстрому и полному распаду под влиянием аэробных бактерий. В структурной почве подобного процесса быть не может. Структурная почва не относится к органическому веществу так небрежно, как бесструктурная. Органическое вещество разлагается только на поверхности комка. Внутри же комка оно сохраняется. В почве создается как бы автоматическая регуляция разложения органического вещества. Чем напряженнее выражен аэробный процесс разложения органического вещества на поверхности комка, тем гуще условия анаэробного разложения внутри комка. Каждый комок служит как бы сберегательной кассой, которая мешает почве сразу растратить все свои богатства. По мере того, как растение использует элементы пищи на поверхности комка, оно находит все новые и новые количества пищи, которая нужна растению. Но общая масса пищи, запас, богатство почвы сохраняется, ибо не растрачивается впус-
тую.

Таким образом складывается существенное свойство структурной почвы—растение на этой почве всегда обладает и максимальным количеством воды в каждом комке, и максимальным количеством пищи.

На такой почве кривая среднего урожая будет неизменно держаться на большой высоте. Величина ежегодных урожаев будет незначительно колебаться вокруг этой высокой средней. Поэтому-то структурная почва носит название культурной почвы.

Можно ли наши почвы, почвы совхозов и колхозов Советского Союза, сделать структурными почвами? В условиях социалистического земледелия нет таких причин, которые мешали бы решить эту задачу. Наоборот, социалистическое земледелие располагает условиями, благоприятствующими быстрому решению этой задачи,



Рис. 24. Схема различных форм структуры почвы.

имеющей огромную народнохозяйственную значимость. Наша же наука располагает примерами того, как это нужно сделать.

С самого начала своей научной деятельности, лет пятьдесят назад, я в течение двадцати лет подряд заведывал опытным полем Петровской сельскохозяйственной академии, сначала в качестве ассистента проф. А. А. Фаддеева, а затем в качестве профессора. На этом опытном поле был ряд систем севооборотов, которые стремились к тому, чтобы непрерывно поддерживать структурное состояние пахотного слоя почвы. В результате были получены такие данные: за двадцать лет средний урожай на одном из севооборотов, где в особо детальной форме были осуществлены все меры поддержания структуры, равнялся 68 центнерам (410 пудов) ржи на гектар. Колебания вокруг этой колоссальной величины были ничтожны. Минимальный урожай был равен 62 центнерам (375 пудов) и максимальный 70 центнерам (420 пудов) на гектар. Раз этого можно было достичь на опытном поле Академии, то я в современных условиях не вижу причин, почему нельзя

этого же достичь и в других местах. Главная наша задача поддерживать почву пахотного горизонта неизменно в комковатом состоянии.

Нужно обратить внимание еще и на то, что комковатое состояние почвы оказывает влияние не только на водный режим самой почвы, но и на водный режим страны.

Каждой весной у нас бывают чудовищные разливы. В долинах рек скопляется так много воды, что в течение месяца или двух Волга, Дон и Днепр не могут пронести ее в море. Но летом судоходность рек падает, несмотря на то, что работают непрерывно землечерпательные караваны, прочищают фарватер, перекаты и т. д. Все эти меры действительны только на один год. Следующей весной новый разлив или новый летний паводок наносят новое количество песка. Эти наносы—прямой результат бесструктурности почвы.

Три типа сельскохозяйственных угодий. Представим себе в разрезе профиль какой-нибудь обширной территории, включающей и поля, и леса, и луга. Каков будет водный режим этих трех типов угодий? Считают, что лес способствует увлажнению климата. Климат в лесных местностях всегда более влажный. Это настолько резко бросается в глаза, что даже существовала теория, что лесные массивы притягивают дождь, что над лесом бывает больше дождей, чем над полями и над лугами. В течение десяти лет тысяча дождемерных станций в Европе производили точный учет выпадающих осадков. Учет показал, что количество воды, выпадающей над поверхностью леса, луга и поля, в среднем одно и то же. Никакой разницы в пределах ограниченной территории нет.

Дальнейшие исследования показали следующее: в лесу мы имеем сильно развитые кроны деревьев, на поверхности почвы леса всегда имеется слой мертвой подстилки, состоящей из отмерших листьев, ветвей, хвои, коры и т. д. Очевидно, что дождь, прежде чем попасть на почву в сомкнутом лесу, где кроны деревьев друг с другом соприкасаются, должен смочить эти кроны и распределиться по ним. Так как масса дождевой воды распределяется по огромной поверхности крон, то ясно, что испарение влаги с этих крон очень велико. Обстоятельные исследования показали, что до поверхности почвы в лесу доходит в среднем только около 75 процентов воды, которая выпадает из атмосферы, а 25 процентов испаряется с поверхности крон. Между тем на поле и на лугу почти 100 процентов дождевой воды достигает почвы.

После сказанного, естественно, возникает вопрос: почему же лес оказывает влияние на влажность страны? Почему лес повышает влажность климата? Дело оказывается в том, что эти 75 процентов воды целиком и сразу поглощаются мертвым покровом почвы леса. Затем вода по мертвому покрову, по лесной подстилке, чрезвычайно медленно проникает дальше под уклон и поддерживает

уровень почвенной воды на склонах и в долинах. Только тем, что лес мешает быстрому стоку воды, только этим объясняется его влияние на влажность климата страны.

Кроме того, все наши большие реки протекают по так называемой поддонной морене. Это—горизонт рыхлой полусортированной валунной породы, который залегает на коренных породах. Сверху поддонная морена покрыта ледниковыми отложениями. Ледниковые отложения—основная морена—пронизана сетью трещин, образующих непрерывную фильтрующую систему.

Пока капельно-жидкая вода в горизонте лесной подстилки медленно течет по направлению уклона, часть ее проникает в трещины породы и медленным движением непрерывно питает слой грунтовой воды, текущей по поддонной морене. Этот слой грунтовой воды питает реки и поддерживает их меженный уровень на определенной высоте. Лес не только регулирует влажность склонов, но регулирует вместе с тем и водный режим страны. Когда лес уничтожен, когда на месте его имеются поля с бесструктурной почвой, то 70 процентов всей воды летом и 100 процентов весенней снеговой воды беспрепятственно стекают по поверхности почвы. Возникают колоссальные разливы и наводнения. Весной все количество воды сразу поступает в реку. При лесе же большая часть воды проникает в трещины породы.

Как только весенняя вода стечет по поверхности, так уровень воды в реках падает, и реки становятся несудоходными. При бесструктурной почве получаются колоссальные разливы весной и полное безводье летом. При структурной же почве и защитных лесах медленным движением воды по подпочве реки питаются целое лето. Этим медленным током непрерывно поддерживается уровень рек на большой высоте. Структурность почвы определяет собой водное хозяйство всей страны. Сейчас наше водное хозяйство еще не организовано. Чем дальше на юг, тем все ярче заметно исчезновение притоков рек. В степной полосе Аму-Дарья, Сыр-Дарья, Мургаб и другие берут свое начало в ледниках и не имеют притоков. В черноземной полосе Волга, Дон, Днепр берут начало в лесной области. Их притоки также берут начало в лесных областях. Реки же, берущие начало в черноземной области, ранней весной переполняются, а затем замирают до следующей весны. Летом эти реки обращаются в балки с редкими бочагами. Чем дальше на юг, тем резче это выражено.

Придание почвам структурного состояния и создание лесных массивов имеют не только агрономическое значение. Это—колоссальнейшая народнохозяйственная задача. В этом—одна из причин, почему так заостряется вопрос о поддержании структурности почвы на всей пахотной площади и о лесах охранного значения.

УТРАТА ПОЧВОЙ УСЛОВИЯ ПЛОДОРОДИЯ И СИСТЕМА ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

1. Основная задача системы обработки почвы.—2. Прочность и связность почвы.—3. Механические причины утраты прочности почвы.—4. Физико-химические причины утраты прочности почвы.—5. Биологические причины утраты прочности почвы.—6. Система восстановления условия плодородия почвы.—7. Система удобрения.—8. Создание кормовой базы.—9. Система обработки почвы.—10. Свойства пласта.—11. Вредные последствия мелкой вспашки.—12. Система оборота пласта.—13. Переложная система земледелия.

Структурной мы называем такую почву, пахотный горизонт которой состоит из отдельных прочных комков. Вся почва представляет комковатую массу на всю толщу пахотного горизонта. Структурная почва лежит на бесструктурном подпахотном горизонте.

Основная задача системы обработки почвы. Главная, основная задача обработки почвы есть обращение пахотного горизонта почвы в комковатое состояние.

Но если все промежутки между комками будут заполнены распыленной массой почвы, такая почва ничем не будет отличаться от бесструктурной почвы. Вся ценность структурной почвы в том, что между раздельночастичной бесструктурной массой, сплоченной, склеенной в комки, имеются широкие промежутки. Если эти широкие промежутки между комками будут засыпаны мелкой распыленной, не комковатой почвой, то все биологические процессы и движение воды в почве будут протекать, как в одной общей распыленной бесструктурной массе. Поэтому к основной задаче обработки почвы мы прибавляем следующее чрезвычайно важное требование: обработка должна обращать почву в комковатое состояние на всю толщу пахотного горизонта, но обращать так, чтобы при этом процессе образовалось как можно меньше распыленной почвы.

Важность изложенного условия видна из следующего. Представим себе комковатую почву. Если в такой почве количество распыленной массы достигнет 23—35 процентов всего объема почвы, то этого будет уже достаточно, чтобы засыпать все промежутки между комками. Почва, в которой содержится 65 процентов комков и 23—35 процентов пыли, не будет отличаться от почвы, которая сплошь на все 100 процентов состоит из распыленной массы.

Основываясь на изложенном, мы предъявляем к обработке почвы неперемнное требование: достижение структурного сос-

тояния почвы должно обязательно сопровождаться наименьшей степенью распыления почвы. Таким образом ясно вырисовывается техническая задача одной из систем, из которых складывается вся совокупность науки о земледелии,—системы обработки почвы. Задача обработки состоит в том, чтобы обратить весь пахотный горизонт почвы в комковатое состояние и при этом возможно меньше распылить почву.

Прочность и связность почвы. Совершенно очевидно, что если комковатое состояние представляется единственно пригодным для наших целей, то практически, с точки зрения производственной, совершенно исключительную важность приобретает сохранность комковатой структуры почвы.

Очевидно, что комки почвы должны отличаться прочностью. Под прочностью мы разумеем способность комков почвы не распыляться в воде. Заметим, что очень часто свойство прочности почвы смешивают с сопротивлением комков почвы раздавливанию или со свойством, которое носит название связности и которое представляет способность почвы сопротивляться силам, стремящимся механически разъединить слагающие комок частички.

Каждый комок почвы должен обладать двумя основными свойствами: во-первых, он должен отличаться крепостью, или связностью, т. е. способностью сопротивляться механическим силам, которые стремятся его раздавить, разъединить его частички друг от друга, во-вторых, комки должны отличаться прочностью, т. е. опущенные в воду они не должны быстро распыляться в грязь. Это свойство прочности в высшей степени важно с точки зрения производственной.

Если комки не отличаются прочностью, то после первого же дождя все верхние комки почвы расплывутся в грязь. Эта грязь будет смыта в массу комковатой почвы. Все промежутки между комками будут замазаны расплывшейся почвой. Масса почвы после первого же дождя получит все свойства бесструктурной почвы—образуется корка, почва заплывет. Такая почва не годится для производства высокого урожая. Неспособность сохранять структуру, непрочность почвы вызывает необходимость повторных обработок почвы. Приходится еще раз-два обрабатывать почву, чтобы обратить ее в структурное состояние. Если почва непрочна, то новое структурное состояние опять сохранится только до первого дождя. Как только пройдет дождь, новые комки, образовавшиеся при повторной обработке почвы, расплывутся, и почва вновь обратится в бесструктурную массу.

Обработка почвы поглощает огромные количества труда и энергии. Поэтому прочность почвы, уменьшающая число обработок, в практике имеет огромное значение. Она уменьшает количество труда, которое мы затрачиваем на производство урожая.

Возникает вопрос: от каких причин зависит утрата структуры

и утрата прочности почвы. Всякая почва при производстве урожая, будучи после обработки и посева однолетних растений предоставленной самой себе, непременно утрачивает комковатую структуру. Поэтому мы должны во что бы то ни стало каждый год повторять обработку, чтобы придать почве комковатую структуру. Если же почва непрочная, обработку приходится повторять несколько раз в течение года. Поэтому вопрос, от чего зависит утрата структурности почвы, чрезвычайно важен. Комковатая структура почвы неизбежно обречена на то, чтобы быть уничтоженной. Мы не можем создать структуру один раз и навсегда.

Причины, по которым всякая структурная почва должна терять свою структуру, мы делим на три группы: причины механические, причины физико-химические и причины биологические.

Механические причины утраты прочности почвы. Причины механические ясны и понятны.

Выполняя любой производственный процесс обработки почвы, мы передвигаемся по полю. При уборке, при унаваживании, при посеве и так далее по полю передвигаются тракторы, машины, телеги, автомашины, пустые и груженные. Беспрерывно в течение всего сезона по поверхности почвы передвигаются тяжести. Под влиянием этих тяжестей верхние комки почвы осуждены на то, чтобы быть раздавленными. Верхние комки давлением ног людей, копыт волов, лошадей, гусениц и колес тракторов, машин и телег непременно разрушаются. Почва на поверхности поля приходит в бесструктурное состояние. Глубина, на которой происходит механическое распыление почвы, определяется в среднем 10 сантиметрами. Глубина может быть несколько больше или несколько меньше, но в среднем она равна 10 сантиметрам. Верхние 10 сантиметров почвы теряют свою структурность из-за механических причин. Глубже механические причины не действуют. Давление тяжестей встречает сопротивление массы комков почвы, ее связности. На глубине примерно 10 сантиметров сила этого давления затухает. Такова глубина, на которую распространяется действие сил, чисто механически разрушающих структуру почвы.

Кроме всего, нельзя себе представить орудие обработки, которое в процессе своей работы, стремящейся создать комковатую структуру, не распыляло бы почвы. Даже самый совершенный плуг непременно имеет нож, который представляет клин.

Все комки, встречающиеся на пути разреза, этим ножом растираются в пыль; затем лемех, который, встречаясь с комками, тоже растирает их в пыль.

Даже самое совершенное орудие обработки почвы будет разрушать в пыль хотя бы небольшое количество комков. Это будут причины механические.

Физико-химические причины утраты прочности почвы. Затем имеется вторая группа причин, физико-химических. Чтобы быть

прочной, чтобы не расплываться в воде, комки почвы должны быть склеены каким-то нерастворимым в воде цементом. Чтобы обладать прочностью, частицы почвы в комках должны быть связаны нерастворимым в воде цементом. Только в таком случае комки не будут расплываться в воде, и мы получим действительно прочную почву.

Чрезвычайно важно определить, какой же цемент может быть не растворим в воде. Ряд исследований показал, что такой цемент — перегной. Поэтому мы и высоко ценим перегной в почве: он служит залогом прочности структуры почвы. Раз комки склеены перегноем, они обладают большой прочностью.

Но не всякий перегной может склеить комки почвы так, чтобы они не расплывались в воде. Не всякий перегной не растворим в воде. Таково общее свойство всех клеящих веществ. Всякое клеящее вещество может быть в двух состояниях. Эти два состояния на простом языке мы называем в одном случае клеем, а в другом цементом.

Под клеем мы разумею такое склеивающее вещество, которое способно сдерживать склеенные части предмета в сухом состоянии. Обыкновенный столярный клей, которым склеивается дерево, удерживает в сухом состоянии куски дерева в таком положении, в каком их склеили. Но если мы предмет, склеенный клеем, положим в воду, он сейчас же расклеится. Как только клей попадает в воду, его частички начинают рассеиваться в воде, подобно тому, как всякий газ стремится рассеяться в пространстве, которое ему предоставлено. Если положить кусок сухого столярного клея в воду, он начинает набухать, делается мягким, его частички распределяются во всей массе воды. Очень быстро это происходит в горячей воде. Он не растворим, как сахар или соль в воде, но его частички рассеиваются в воде, образуя так называемый коллоидальный раствор. Только в сухом виде эта масса может сдерживать вещество в прочном состоянии. В таком случае эта масса называется клеем, или золем — на языке коллоидной химии.

Вещества, которые способны склеивать так, что и в воде склеенное тело не будет расклеиваться, называются цементами, или гелями — на языке коллоидной химии. В портландском цементе эта способность выражена очень сильно.

Способность расплываться или не расплываться в воде может быть придана всякому клеящему веществу. Все клеящие вещества представляют отдельные частички, очень мелкие, измеряемые миллионными долями миллиметра; они не растворяются в воде, а их частички, состоящие из большого, но различного числа молекул, стремятся равномерно рассеяться в массе воды, в которой они помещены.

Здесь мы должны сделать некоторое отступление в область коллоидной химии.

Коллоидальные частички представляют чрезвычайно тонко измельченные элементы. Средний диаметр их измеряется миллионными долями миллиметра. Если вещество измельчено до такой степени тонкости, то понятно, что относительная поверхность всей его массы чрезвычайно велика. Все поверхностные процессы, т. е. процессы, вызываемые силой поверхностного напряжения, в них чрезвычайно ярко выражены. Из числа этих процессов нас здесь интересуют два: первое это сила молекулярного притяжения частиц друг к другу. Раз мы имеем такие мельчайшие частицы, то они могут притти в самое тесное соприкосновение друг с другом. При этом молекулярные силы, которые проявляются только на очень малом расстоянии, будут здесь выражены чрезвычайно сильно. Это свойство высокого проявления молекулярных сил притяжения носит название связности.

Почва, содержащая очень большое количество коллоидно-измельченных тел, имеет очень большую связность (связность—это способность почвы сопротивляться механическим силам, стремящимся разъединить ее частички). Связность иначе называют «тяжестью» почвы. Мы отличаем тяжелые и легкие почвы. Степень тяжести почвы означает, какое усилие мы должны сделать, чтобы оторвать пласт почвы от массы почвы. Чем больше в почве тонких коллоидальных частиц, тем усилие должно быть больше и трудность обработки больше. Мы говорим о тяжелой почве, например, о глинистой почве, в которой много тонких элементов. Обработка такой почвы очень тяжела.

Песчаная почва содержит крупные элементы, измеряющиеся частями миллиметра. Соприкосновение частиц в ней происходит только в отдельных точках. Поэтому проявление молекулярных сил притяжения здесь не может быть сильным. Песчаная почва не создает большого сопротивления при обработке. В данном случае мы говорим о легкой почве. Чем больше мельчайших тел в почве, тем больших усилий требует почва для своей обработки.

Другое физическое свойство коллоидов то, что совершенно не растворимая в воде коллоидная частичка может удерживать на своей поверхности, силой частичного притяжения, слой молекул оснований тех солей, с раствором которых она приходит в соприкосновение.

Каждая частичка клея всегда окружена частицами «поглощенных» ею оснований. От характера оснований, поглощенных частичками клея, будет зависеть способность его гранул рассеиваться в воде или не рассеиваться. В первом случае это будет клей, во втором это будет цемент.

Если основание, поглощенное простым столярным клеем, состоит из одновалентного металла—калия, натрия или аммония, то клей способен рассеивать свои частицы в воде. Понятно, что когда готовится клей из животных веществ, из отбросов соедини-

тельной ткани, то белки, содержащиеся в животных веществах, образуют при распаде аммиак, который поглощается гранулами клея. Простой клей всегда содержит в поглощенном состоянии катион аммония. Перегной, который образуется при гниении навоза, содержит поглощенный аммоний. Тот характерный запах конюшни, который все знают, происходит от образования огромного количества аммиака. Такой перегной не может придать прочности склеенным комкам почвы. Как только комки, склеенные таким перегноем, попадут в воду, частички перегноя начинают рассеиваться в воде, и комки расплываются.

Совершенно иное произойдет в том случае, если мы к клею прибавим раствор соли двухвалентного металла, например, кальция. Тогда кальций вытеснит поглощенный одновалентный металл и станет на его место. Поглощенный в клею одновалентный аммоний будет замещен двухвалентным металлом—кальцием. Такой клей теряет способность рассеивать свои частички в воде, обращается в цемент. Таким цементом мы можем прочно склеивать предметы. Если склеенный предмет высохнет и после того попадет в воду, он уже не расклется. Частички клея лишились способности рассеиваться в воде—клей обратился в цемент. Из перегноя можно по желанию приготовить или клей, т. е. такое вещество, частички которого рассеиваются в воде, или цемент: стоит только заменить поглощенный аммоний кальцием или железом или, наоборот, заместить кальций одновалентным катионом.

Для того чтобы придать прочность комкам почвы, перегной, который склеивает частички комков почвы между собой, должен содержать кальций в поглощенном состоянии. Такой перегной называется деятельным перегноем, т. е. перегноем, обладающим свойством цемента.

Мы требуем, чтобы перегной, который склеивает друг с другом частички почвы в комки, непременно содержал кальций в поглощенном состоянии.

Мы добиваемся прочной структуры пахотного горизонта для того, чтобы пропустить в почву все атмосферные осадки, чтобы вода могла свободно проникнуть в почву и в ней сохраниться в виде запаса. При прохождении атмосферной воды в почву получается следующее: все без исключения атмосферные осадки—дождь, снег, роса, иней и т. д.—непременно содержат в себе в растворе аммиачные соли. Эти аммиачные соли непрерывно образуются в атмосфере под влиянием так называемого тихого разряда электричества. Атмосферные осадки растворяют эти аммиачные соли и приносят их в почву. Поэтому атмосферная вода, которая проходит между комками почвы и сейчас же впитывается в эти комки, непременно должна, на основании разобранного процесса поглощения, вытеснить кальций и заместить его аммонием. Катион аммиачных солей, которые содержатся в этой воде,

вытесняет кальций, поглощенный перегноем, и становится на его место. Поэтому совершенно неизбежно верхние слои почвы под влиянием проникновения дождя в почву будут лишаться прочности. Кальций, который был поглощен перегноем, постепенно выщелачивается.

Но аммиачных солей в атмосфере содержится немного. Поэтому при проникновении атмосферных осадков в почву, аммоний будет очень скоро поглощен верхним слоем почвы. Вниз, в более глубокие части будет проникать дождевая вода, в которой аммоний растворенных в ней солей поглощен верхними слоями почвы и замещен кальцием, вытесненным из почвы. Поэтому действие дождя касается только верхних слоев почвы. Практика показывает, что только до глубины около 10 сантиметров происходит неизбежное замещение кальция аммонием. Поэтому этот верхний слой неизбежно лишается прочности. Из всего сказанного становится понятным, почему дождь так вредно влияет на структурное состояние почвы. Даже мелкий дождь, едва морозящий, который механически не может разрушить структуру почвы, все же отнимает у почвы прочность. Он вытесняет кальций, замещает его аммонием, и структура почвы разрушается.

Всякий дождь разрушает структуру верхнего слоя почвы, лишает почву прочной структуры. Механические силы разрушают только структуру, а дождь разрушает прочность структуры. Такова вторая причина разрушения структуры.

Биологические причины утраты прочности почвы. Мы уже говорили о том, что нужно для питания растения. Чтобы питать растение, мы должны поддерживать в почве аэробные условия разложения органического вещества, т. е. условия разложения бактериями, живущими при полном доступе воздуха. Все элементы органического вещества должны перейти в минеральные окисленные формы. Отчасти для того, чтобы в почве беспрерывно поддерживался приток воздуха, мы придаем почве комковатую структуру, при которой органическое вещество почвы разрушается бактериями, живущими в условиях свободного доступа воздуха. Перегной—органическое вещество. Совершенно очевидно, что бактерии не разбирают, какое органическое вещество нам нужно и какое не нужно. Все органические вещества, которые попадают в сферу действия аэробных бактерий, будут разрушены. Поэтому для того, чтобы питать растения, мы должны разрушать перегной. На поверхности каждого комка происходит аэробный процесс, и непременно весь перегной, который сдерживает частицы почвы в комках, беспрерывно разрушается на поверхности каждого комка. А что это значит? Это значит, что тот элемент, который склеивал эти частички в комки, разрушается, и комки лишаются прочности. Несвязанные больше цементом пылинки почвы начинают отмыться водой и заполнять промежутки между комками. Чем дальше

идет разрушение, тем больше накапливается этих частичек, и они все больше и больше заполняют промежутки между комками почвы.

В целях питания растения мы принуждены разрушать прочность и структуру почвы. Чтобы восстановить непрерывно разрушаемую прочность почвы, нам нужно осуществить какую-то систему мероприятий.

Система восстановления условия плодородия почвы. Та система мероприятий, которая должна длительно в течение всего времени культуры растений поддерживать прочность почвы, носит название *системы земледелия, или системы восстановления условия плодородия почвы*. Если почва у нас непрочная, если она не в состоянии сохранить приданную ей обработкой комковатую структуру, она не в состоянии быть плодородной, не в состоянии удовлетворять основное условие плодородия—одновременно содержать и максимальное количество воды и максимальное количество пищи.

Две системы мероприятий—система обработки почвы и система восстановления прочности структуры почвы или условия ее плодородия—стремятся в конечном счете поддержать в почве аэробные условия разложения органического вещества. Вследствие этого в почве непрерывно накапливаются зольные элементы пищи растений и минеральные соединения азота в усвояемой растением форме.

В течение года у нас бывают такие промежутки, когда поле бывает свободно от растений.

Периоды, в которые почва лишена покрова культурной растительности, совпадают с периодами максимального притока воды из атмосферы. Ранней весной однолетние растения еще не посеяны, но почва уже оттаяла. В это время как раз происходит большое проникновение в почву зимних осадков. Все количество зимних осадков проходит в структурную почву, образуется слой капельно-жидкой воды, которая начинает стекать по поверхности подпахотного горизонта. Напомним, что растения усваивают только такую пищу, которая растворима в воде. Поэтому ранней весной при структурном состоянии почвы у нас имеется ясно выраженная опасность, что вещества пищи, образующиеся непрерывно в комковатой почве, будут вымываться в долины и в реки.

После уборки, после того как с поля убраны растения, в течение длинного осеннего промежутка поле свободно от культурной растительности. На нелушеном жнивье есть сорная растительность, но и та находится в периоде конца роста, а лушеное жнивье совсем свободно от растительного покрова. Но в это время начинаются осенние дожди, и к зиме количество дождей возрастает. В почве обособляется горизонт капельно-жидкой воды, движущейся по уклону. Следовательно, и осенью ясно выражена опасность потери элементов пищи растений. Кроме всего, с каждым урожаем мы отчуждаем из полевой почвы некоторое количество элементов

пищи растений. Поэтому в систему мероприятий земледелия входит еще и третья система—система удобрения.

Система удобрения. Задача системы удобрения состоит в том, чтобы возобновлять в почве необходимый запас пищевых веществ и, кроме того, немедленно переводить все внесенные элементы пищи в форму органического вещества. Мы обыкновенно вносим пищевые вещества в форме минеральных удобрений, и чем они растворимее, тем они ценнее, но тем легче они подвергаются вымыванию. Поэтому в задачу системы удобрения входит и задача немедленного перевода всех внесенных минеральных соединений в состояние живого органического вещества, чтобы потом аэробным разложением отмирающих органических веществ непрерывно питать растения, так как это и составляет условие плодородия почвы. Растение будет обеспечено в течение всей жизни равномерным и обильным питанием.

Создание кормовой базы. Наконец, для того чтобы достигнуть наибольшей производительности труда в сельскохозяйственном производстве, мы должны производительно переработать соломенные отбросы растениеводства в продукты животноводства. Этого мы можем достигнуть только путем создания кормовой базы для животноводства—зеленой кормовой базы и сочной кормовой базы.

Из этих четырех систем складывается все учение о земледелии. Мы имеем *систему обработки*, задача которой—создать структурное состояние почвы при наименьшем количестве пыли; *систему удобрения*, которая поддерживает в почве наибольшее количество минеральных веществ пищи растений и переводит их в органическую форму; *систему восстановления плодородия почвы*, задача которой—беспрерывное восстановление прочности структуры почвы; наконец, *систему создания кормовой базы хозяйства*. Вот четыре системы, которые исчерпывают весь объем учения о земледелии.

Система обработки почвы. Теперь мы перейдем к изучению системы обработки. Из того, о чем мы в предыдущем разделе говорили, совершенно ясно вытекает следующее: верхние 10 сантиметров почвы неизбежно утрачивают структуру под влиянием трех групп рассмотренных причин. Опыт показывает дальше, что до глубины 10 сантиметров из перегной будет выщелачиваться кальций. В дальнейшем движение воды, которая оставила содержащийся в ней аммоний в верхних 10 сантиметрах почвы, будет только увеличивать прочность нижележащих комков, обогащая их кальцием. Очевидно также, что наиболее выраженный аэробный процесс происходит наверху, так как в атмосфере имеется неисчерпаемый источник кислорода, и наибольший приток его осуществляется к верхнему горизонту почвы. По мере того как поверхность почвы все больше и больше утрачивает структуру, проникновение кислорода тоже все больше и больше затрудняется. В конце

концов оказывается, что на глубину большую 10 сантиметров кислород проникает с большим трудом. Поэтому в нижнем горизонте устанавливается все сильнее нарастающее анаэробное разложение органического вещества, т. е. разложение без доступа кислорода. А последнее означает, что в этом горизонте, во-первых, будет сохраняться перегной, т. е. он не будет так быстро разрушаться, во-вторых, органические остатки, имеющиеся в нижнем горизонте почвы, будут тоже медленно разрушаться и расщепляться на более простые органические вещества. При этом будут накапливаться новые перегнойные вещества. Но минеральные вещества из разрушенных органических веществ будут выделяться в восстановленной (бескислородной) форме. Имевшиеся в почве минеральные вещества, способные к восстановлению, будут переведены в закисные соединения, не пригодные для усвоения растением. Под влиянием этого процесса нижний горизонт начинает приобретать неблагоприятные для питания растений свойства. В нем сокращается запас усвояемых пищевых веществ. Могут накапливаться вредные вещества, так как многие восстановленные вещества отличаются ядовитыми для растений свойствами.

Свойства пласта. С точки зрения обработки, т. е. с точки зрения чисто производственной, мы различаем два горизонта почвы: верхний, свойства которого совершенно ясны из предыдущего, и нижний. В верхних 10 сантиметрах мы имеем бесструктурную почву, утратившую комковатое состояние. Главное свойство, которым отличается этот верхний слой, связность. В бесструктурной почве каждая частичка ее соприкасается с ближайшей частичкой всей поверхностью и получается теснейшее соприкосновение всех поверхностей частичек. Поэтому те молекулярные силы, которые могут развиваться только на самом незначительном расстоянии, здесь имеют возможность выявиться в полной мере. Эти молекулярные силы притяжения частичек почвы друг к другу носят название связности, или сопротивления почвы механическим силам, которые стремятся разъединить ее частички. Это общее свойство верхнего слоя почвы, который отличается большой связностью или большим сопротивлением обработке. Самое большое количество энергии, которую мы должны затратить на обработку, идет как раз на разрушение бесструктурного состояния верхних 10 сантиметров.

Связность почвы на практике может проявляться в двух формах. Если мы имеем почву, покрытую остатками однолетних растений, жнивьем, то это жнивье пронизано корнями, которые направлены почти вертикально книзу. Корни однолетних растений развиваются преимущественно вниз в погоне за влажностью, и они всегда в общем вертикальны. Поэтому если мы будем стремиться разорвать или расколоть такой пласт, то корни не окажут сопротивления. Сказывается почти исключительно влияние связности

почвы. Поэтому, если мы будем стремиться обработать эти 10 сантиметров и будем работать плугом только в пределах 10 сантиметров, то под влиянием чрезвычайно большой связности почвы вся масса почвы будет раздробляться на отдельные глыбы, на большие глыбы. Между глыбами будут мелкие элементы пыли, но основная масса пашни будет образована из глыб. Если живые обрабатывать осенью или весной мелко, так непременно будет получаться глыбистая вспашка.

Вредные последствия мелкой вспашки. Когда мы имеем поле после многолетнего травянистого растения, например, травяное поле—дернину, то там большинство живых побегов расположено в горизонтальном или косом положении. Вниз, вертикально, направляются только корни. При этом получается такое переполнение массы почвы верхнего горизонта живыми и мертвыми остатками дернины, что верхний горизонт приобретает ещё одно свойство—чрезвычайную упругость. При обработке дернины верхний слой почвы обращается в пласт, в ленту, иногда рваную, иногда цельную, но всегда в ленту. Распадению почвы на отдельные всегда будет сопротивляться присутствие в почве горизонтально расположенных упругих и крепких органических остатков.

Таковы два случая, которые могут быть, если мы ограничим обработку мелкой вспашкой до 10 сантиметров глубины. Очевидно, чтобы привести почву в комковатое структурное состояние, в состояние, пригодное для посева и дальнейшего развития растений, нужно применить какие-то дополнительные приемы. Ни в том, ни в другом случае без этих дополнительных приемов сеять мы не можем.

До сих пор мы имеем только два или три типа орудий, которые предназначены для обращения глыб или дернины в комковатое состояние и которые применяются при мелкой обработке почвы. Это—бороны, диски и катки. Вот три группы орудий, которыми мы располагаем.

Рабочий орган бороны—зуб, который представляет клин. Несколько таких клиньев соединены общей рамой в одну систему, которая позволяет клинью передвигаться, как одному целому. Что же происходит при этом? Как только такая система клиньев-зубьев, нагруженных рамой и тяжестью всех зубьев, становится на почву, каждый зуб своим острием вонзается в отдельные глыбы. Все те структурные элементы почвы, которые были на пути этого зуба, раздавливаются в пыль; масса почвы, равная объему зуба, раздавлена клином. Часть глыбы, равная вонзившейся части объема зуба бороны, раздавлена в пыль. Затем эти элементы раздавленной в порошок распыленной почвы должны куда-нибудь раздвинуться, чтобы дать место зубу. Давлением этого же клина они втираются, вминаются в боковые части образованного зубом отверстия, в массу окружающей почвы. Давление, которое оказывает зуб

при раздвигании частиц почвы, совершенно разрушает всю массу почвы вокруг зуба. В результате получается, что часть почвы, равная двойной ширине зуба, на полную глубину проникновения этого зуба в почву обращена в распыленное состояние. Почва распылена совершенно до отдельных зерен, до раздельно частичного состояния. Сразу вся масса почвы, равная двойному объему всех ее зубьев, обращается в распыленное состояние. Таков первый результат.

Затем борона начинает двигаться по поверхности почвы. Это значит, что по всей длине прохода каждого зуба вся почва на ширину двойной толщины зуба и полную глубину его проникновения в почву обращается в пыль. Таким образом огромная часть глыб обращается в распыленное состояние.

На дернине работа бороны мало отличается от работы бороны на жнивье. Здесь вся масса почвы вокруг следа зуба, на ширину двойного диаметра зуба бороны, будет обращена в пыль так же, как и в предыдущем случае. На жнивье вся масса глыб подвижна. Поэтому бороныба на такой почве скорей достигает цели. На дернине тяжелые пласты изрезаны зубьями бороны на полосы, которые связаны между собой нижней частью, где зубья бороны не действовали. Поэтому приходится бороновать вдоль и поперек много раз, пока вся масса дернины не будет обращена в отдельные мелкие кусочки, пересыпанные пылью. Подсчеты показывают, что в результате боронования получается 50—60 процентов распыленной почвы.

Выше мы уже указывали, что 23—35 процентов пыли могут совершенно уничтожить влияние комковатости почвы. Поэтому боронование, которое дает 50—60 процентов распыленной почвы, превращает в бесструктурную массу любую структурную почву. Отсюда очевидно, что одна из основных задач учения об обработке почвы заключается в выработке такой системы обработки почвы, которая освободила бы нас от необходимости прибегать к бороне.

В поисках более совершенного способа обработки изобрели дисковые орудия.

Диски представляют вращающиеся отвалы или батарею из нескольких вращающихся отвалов, которые вращаются на одной общей оси, поставленной под некоторым углом к направлению движения орудия. Работа диска заключается в следующем: диск вонзается в почву под влиянием тяжести всего орудия. Очевидно, что вонзающийся диск должен дать такой же эффект, как и вонзающийся зуб бороны. Правда, толщина диска значительно меньше, чем толщина зуба бороны. Но все-таки на всем пространстве, которое прошел диск в почве, все комки разрушаются. Получается полное распыление всей массы почвы на двойную толщину диска. Получается огромное количество распыленной почвы.

Усилия и все внимание ученых, разрабатывающих учение об

обработке почвы, были поэтому направлены на то, чтобы избавиться от диска и бороны или свести их применение к крайнему минимуму. Сначала эти усилия были направлены к тому, чтобы усилить крошение почвы плугом, чтобы углубить пахотный горизонт.

После анализа свойств пласта нам совершенно ясны стали причины, почему при мелкой обработке почвы мы неизбежно привязаны к бороны или диску. Поэтому первые попытки избавиться от диска и бороны свелись к стремлению более глубоко обработать почву крутыми крошащими отвалами. Верхние 10 сантиметров пласта не способны крошиться; они обладают или связностью, или упругостью. Способны крошиться лишь нижние слои, в которых нет горизонтальных корневищ, в которых почва сохранила влажность.

Сопротивление в нижних слоях меньше. Если нижний слой встряхнуть, он сам по себе рассыпается в рыхлую, комковатую



Рис. 25. Схема положения пластов при вспашке оборотом.

массу. Поэтому предполагали, что если одновременно захватить и верхние 10 сантиметров пласта и еще некоторое количество нижнего, способного крошиться, в общий пласт, то можно получить желательную комковатую структуру. Но предположения не оправдались.

При обработке всей массы пласта одним крутым отвалом верхний горизонт пласта раскалывается на глыбы, а нижняя часть его на крутом отвале обращается в комки. Предполагалось, что при падении с высоты отвала на дно борозды глыбы или дернины останутся внизу, а сверху они будут завалены частью почвы, способной крошиться. Предполагалось, что глыбы останутся на дне борозды, а с поверхности окажется рыхлая, комковатая почва. Но на практике получилось иное. Оказалось, что, когда вся масса поднятой почвы ссыпается с высоты отвала, вся комковатая почва просыпается между глыбами вниз, и в результате на мягкой, рыхлой, комковатой почве нижних частей пласта сверху лежат те же самые нетронутые глыбы или те же самые обрывки дернины пласта. Получилась почти та же самая картина с той разницей, что раньше глыбы или пласты лежали на совершенно нетронутой, непаханной почве, теперь же эти глыбы легли на горизонт почвы взрыхленной. Правда, от такой вспашки получался

некоторый положительный эффект: раз. мы взрыхлили почву более глубоко, мы облегчили проникновение корней и воздуха, мы пустили в оборот большую массу почвы. Но все-таки от глыб, лежащих на поверхности, или от дернины приходилось избавляться только посредством бороны.

Система оборота пласта. В таком состоянии было учение об обработке почвы до начала 70-х годов прошлого столетия. При обладании такими приемами обработки почвы и было выработано несколько систем обработки почвы. Из них самая древняя система, которая употребляется кое-где и сейчас, это так называемая система оборота пласта. Это одна из систем обработки при помощи того комплекта орудий, о работе которых мы только что писали.

Обработка системой оборота пласта производится отвалами определенного типа. Они могут быть самыми разнообразными по форме, но тип их один и тот же. Это—корпус с широким захватом, колеблющимся от 50 до 70 сантиметров. Пласты получаются большой тяжести. Сам отвал представляет едва скрученную цилиндрическую поверхность, а иногда просто плоскую поверхность. При работе этого типа отвала пласт, толщиной в 20—25 сантиметров, обрачивается на 180 градусов. После прохода плуга живая часть дернины, которая до вспашки была на поверхности почвы, после вспашки окажется обороченной к подпахотному горизонту.

Эти пласты вследствие свойств отвала почти совершенно не разрыхлены: они просто обернуты. Тип плугов для оборота пласта почти совершенно не рыхлит упругий пласт, а только обрачивает его на 180 градусов. Почва пласта оказывается не разрыхленной. Наоборот, благодаря разрезу лемехом вся почва на поверхности растерта в пыль, и вся пыль вдавлена в поверхность среза. Поэтому на поверхности пластов вся почва совершенно лишена структуры. Вся пыль, образовавшаяся при обработке, совершенно затерта в промежутки между комками и в неглубокие трещины, образовавшиеся при обрачивании пласта. Иначе говоря, мы получили поверхность совершенно раздельночастичной бесструктурной почвы.

Вода осенних дождей может проникнуть в бесструктурную почву только по законам волосности, т. е. только чрезвычайно медленным, затухающим током. Главная масса воды будет стекать по поверхности почвы. Вся эта масса воды, стремящаяся стечь, попадет в промежутки между пластами и распространится по поверхности подпахотного слоя. Пласты, несмотря на свою величину и тяжесть, лежат довольно рыхло, и между ними и подпочвой залегает слой органических остатков, слой той растительности, которая запахана. Вследствие этого вся масса воды осенних дождей легко проникает в подпахотный горизонт. Поэтому первый год с точки зрения усвоения почвой осенней и весенней воды будет самым благоприятным. Почва, благодаря обороту пласта, полу-

чает полный запас воды. Этот запас воды сохраняется не в пластах, а в подпахотном горизонте. Здесь образуется запас воды, почти равный всему количеству воды осенних, зимних и весенних осадков. О судьбе этих запасов влаги мы скажем несколькими строками ниже, а сейчас остановимся еще на одной задаче обработки почвы.

Уничтожение жизненности той растительности, которая раньше занимала почву, — одна из задач обработки. Для нас важно, чтобы

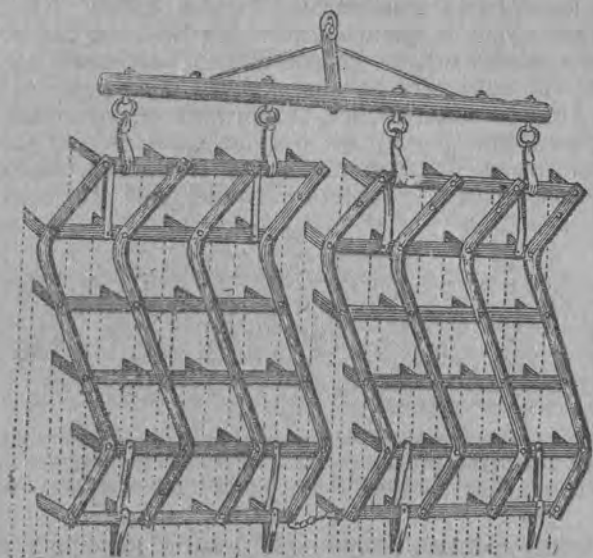


Рис. 26. Два звена современной тяжелой бороны.

жизненность по возможности всех этих растений была уничтожена. Если растения не будут убиты, то они окажутся сорняками в будущем посеве. Вследствие толстых пластов, живые части дернины совершенно лишены света — растения, имеющиеся в пластах, не могут развиваться. Кроме того, в сухом пласте они изолированы от запаса воды в подпочве. Поэтому вся растительность чрезвычайно быстро и полно отмирает. Все это создает благоприятные условия для посева будущего года.

Запас воды в пластах очень невелик. Пласты представляют совершенно неразрыхленную массу, и, следовательно, вода может чрезвычайно быстро испаряться. Очевидно, что в этих условиях необходим ранний посев.

Общий запас воды в почве при обороте пласта очень большой, но плодородие определяется не только запасом воды, а одновременно с этим и запасом в почве пищевых веществ. При системе

оборота пласта положение с пищевыми веществами складывается следующим образом: в перевернутом пласте начинается энергичный аэробный процесс, т. е. процесс разложения органических веществ при полном доступе воздуха. Он идет с поверхности и всюду, куда проникает кислород воздуха. Вещества, содержащие большое количество азота, разлагаются раньше, чем какие-либо другие. Поэтому в массе пласта прежде всего накапливается огромное количество минеральных форм азота. Азотная пища в этом случае будет в значительном избытке. Но дальнейшее разложение остальной массы органического вещества идет гораздо медленнее. Тот факт, что на поверхности идет резко выраженный аэробный процесс разложения, говорит о том, что в массу пласта кислород воздуха почти не проникает. Поэтому дернина во внутренней части разлагается очень медленно. Односторонний запас азотной пищи получается огромнейший. Поэтому понятно,

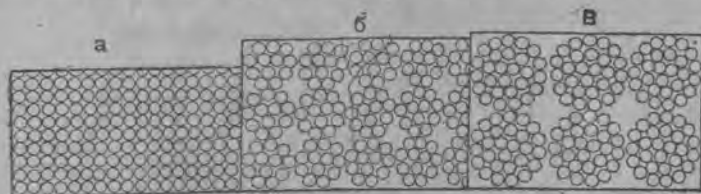


Рис. 27. Схема распределения волосных и неволосных промежутков между частичками и структурными элементами почвы бесструктурной (а) и при различном (б и в) расположении комков в структурной почве (по Азеев).

почему первый урожай, полученный в таких условиях, отличается всегда большой величиной органической массы.

Чтобы посеять на таком пласте какое-нибудь растение, мы должны создать рыхлый слой, чтобы можно было прикрыть семена. Никаким другим орудием, кроме бороны или диска, мы не можем этого совершить. Только бороной или диском мы создадим здесь рыхлый слой почвы. Рыхлый слой почвы на поверхности имеет огромное значение. Во-первых, он защищает запас воды, имеющийся в пласте, от испарения, — разрывается связь между водой, находящейся в пласте, и верхним горизонтом. Вся вода, содержащаяся в пласте, находится в полном распоряжении растений. Во-вторых, в этом горизонте идет очень ярко выраженный аэробный процесс, который не задерживается недостатком кислорода воздуха. Разложение всей массы дернины в разрыхленном горизонте происходит очень энергично.

В описанных условиях первый урожай бывает чрезвычайно высоким. В старых, архивных записях, которые имеются в делах Удельного ведомства, обладавшего большими пространствами земли и использовавшего описанный здесь способ вспашки целины,

встречаются указания на урожай до 100 центнеров зерна пшеницы с гектара. Характер этих урожаев целиком зависел от того, как дернина пахалась. Если пахалась целина, то первый год урожай зерновых хлебов всегда бывал низким, так как при этих условиях получался огромный односторонний избыток азота. А при одностороннем азотном питании зерновые хлеба не бывают умолотными и часто полегают. По этой причине зерновые хлеба по целине большей частью не сеялись. В этом случае высевались такие растения, которые не могут полечь и которые требуют очень большого количества азотной пищи. Часто высевались бахчевые растения—арбузы, дыни, тыквы, огурцы и т. п.

Только на второй год, когда главная масса азота была использована бахчей, можно было сеять зерновые хлеба.

Если распахать не целину, а перелог, и если перелог не очень стар, если в нем не накопилось избытка азотистых веществ, то в этом случае можно сеять пшеницу самого высокого качества, именно твердую яровую пшеницу, которая совершенно не имеет конкурентов в мире.

Содержание белков в нашей твердой пшенице равно в среднем 23 процентам. Иногда оно доходит до 27 процентов. Между тем, как самые лучшие сорта австралийской, канадской, аргентинской и африканской пшениц не имеют белка больше 18—22 процентов. Поэтому конкурентов на международном рынке наша твердая яровая пшеница совершенно не имеет. Перелог, вспаханный описанным способом, были в прошлом главной базой производства экспортной пшеницы.

После того как снят первый урожай, приходится готовить почву для посева будущего года. Рассмотрим теперь, какие создадутся условия на второй год. В силу того, что внутренние части пластов еще совершенно не перепрели, на будущий год приходилось сеять по непаханным пластам. В отношении запаса воды условия на второй год были совершенно иными. В первый год все количество воды проникало в промежутки между пластами. Но теперь эти промежутки засыпаны рыхлым слоем почвы, которую наборонировали в прошлом году. Борова распылила почву. Все промежутки между комками засыпаны пылью.

Вся масса почвы приобрела характер почвы бесструктурной. При первом же дожде вся почва сливается в сплошную массу и теряет преимущества структурной почвы. Поэтому при обработке почвы системой оборота пласта на второй, следующий, год остается только один способ обработки: нужно повторить боронование или дискование поля с тем, чтобы углубить рыхлый слой. Сильным боронованием или дискованием поверхность пласта приведена в рыхлое состояние. Но структура почвы при этом окажется еще более разрушенной и условия плодородия почвы ухудшенными.

Какие условия влажности и питания растений создадутся при этом? Все количество воды, выпавшей из атмосферы, может проникнуть в массу распыленной почвы только в силу волосности, т. е. прогрессивно замедленным движением. Поэтому на поверхности почвы неминуемо образуется слой капельно-жидкой воды, т. е. такой воды, которая подчиняется силе тяжести. Подчиняясь силе тяжести, вода стечет по поверхности почвы. Она не может проникнуть в щели между пластами, так как они заполнены массой распыленной почвы. Поэтому на второй год запас воды в самом пласте будет незначительным. Большая часть воды весенних дождей стечет по поверхности почвы. От зимних осадков почва также не запасет влаги по причинам, разобранным нами выше, при анализе водного режима на бесструктурных почвах.

Весенний запас воды в почве будет чрезвычайно непрочным. Как только сбежит снеговая вода, сейчас же начинается испарение воды с поверхности почвы. Вся масса воды, имеющаяся в этих пластах, начинает двигаться вверх по направлению к иссушающему слою. Объясняется это тем, что масса почвы обладает всеми свойствами бесструктурной почвы. Если не будут часто перепадать дожди, пласт скоро высохнет совершенно. Запас воды в пласте невелик и непрочен. Растения же требуют большого и прочного запаса воды, который может обеспечить потребность растения в воде во все время его жизни. Поэтому на второй год необходим самый ранний посев, который мог бы возможно полнее использовать стихийный запас весенней воды. Поверхность почвы нужно так или иначе разрыхлить бороной или диском и как можно раньше посеять. Только в этом случае растение будет иметь время и возможность проникнуть своими корнями в более влажный подпахотный слой, запас воды которого еще не вполне использован прошлогодним урожаем и который пополнен зимним сгущением водяного пара. Но все-таки этот запас невелик, он до известной степени использован предыдущим урожаем. А так как в самом пласте запас воды невелик и непрочен, то в сумме растение на второй год оборота пласта пользуется гораздо меньшим запасом воды, чем в первом году.

Разложение органического вещества на второй год идет хорошо, так как пласт легко высыхает. А раз пласт высыхает, на место воды проникает в пласт воздух, и аэробное разложение идет хорошо. Пищевых веществ в пласте много, но растение не может их полностью использовать, потому что ему нехватает воды. Урожай на второй год снижается. Если первый урожай достигал 80—90 центнеров на гектар, то на второй год урожай составит не больше 30—40 центнеров.

Переложная система земледелия. На третий год приступали уже к обороту пласта. Пласты настолько разрыхлялись, что их можно было обработать плугом. Что же получалось? Пласты раз-

ложились все-таки неполно. Поэтому когда поле вспахивалось, на поверхности почвы оказывалась масса глыбистых дернинок. Поверхность вспашки представляла неправильно нагроможденные обрывки дернины, все промежутки между которыми засыпаны бесструктурной почвой. В таких условиях проводить посев невозможно. Во что бы то ни стало здесь нужно создать однородную рыхлую массу. Единственный способ создания такой структуры—это или усиленная бороньба или усиленное дискование. При дисковании или бороньбе все дернины разбиваются на отдельные глыбки, причем образуется очень много распыленной почвы. В таком состоянии бывает пашня на третий год оборота пласта.

Во время этой обработки огромная часть запаса воды, который почва сделала осенью и подновила зимой, испаряется. Запас воды в такой почве зависит только от частоты выпадающих дождей: если дожди часты, они поддерживают непрерывность запаса воды; стоит только дождям запоздать, как сейчас же такая почва пересохнет. Поэтому с третьего года начинаются ярко выраженные стихийные колебания урожая. Величина урожая начинает зависеть только от частоты выпадающих дождей. Если погода была благоприятна, то и урожай будет большим, а если погода неблагоприятная, то и урожай окажется ничтожным. Получается стихийная кривая урожаев с большими размахами колебаний.

Такова общая картина урожаев при обработке почвы по системе оборота пласта. Очевидно, что через несколько лет бесструктурный пахотный горизонт сольется в одну массу с подпахотным слоем. Урожай на такой почве зависит только от условий погоды. В прошлом такую почву забрасывали и приступали к обработке новых перелогов. «Выпаханную» почву, т. е. почву, ставшую бесструктурной, оставляли под перелог. Таким образом создавалась переложная система земледелия.

При переложной системе земледелия вся масса пахотного слоя почвы к пятому-шестому году культуры (при переложной системе редко возделывают каждый участок больше шести лет) представляет сплошную распыленную массу, которая под влиянием дождей совершенно сливается со всей остальной массой подпочвы. В таком состоянии находится первый год перелога.

В первый год на перелог растут одни только сорные растения. Это так называемый бурьяновый перелог. В этом перелогe наиболее резко выделяются двухлетние сорняки. Однолетние сорняки отходят на задний план. Они развивались хорошо во время культурного периода, когда их семена заделывались вместе с семенами культурных растений. В первый год перелога однолетние сорняки попадают в плохие условия прорастания и отмирают. На перелогe развиваются двухлетние растения, которые развили хорошую корневую систему еще в предшествующем году и в первый год

перелога чрезвычайно быстро дают урожай. К таким растениям принадлежат, например, овсюг и двухлетние сорные костры.

Вторая группа, резко бросающаяся в глаза, будут двухлетние корневые растения, которые в год, предшествующий перелогу, к осени развивают толстые стержневые корни, глубоко идущие в землю. В первый год развития они всю усвояемую энергию направляют на то, чтобы развить длинный корень, который начинает усиленно ветвиться в тех слоях почвы, где имеется запас влаги. Как только корень растения достигает этой влажной почвы, так начинается быстрое развитие надземных органов растения. Начинают развиваться прикорневые листья, образуется розетка, и под влиянием усвоения пищи зеленой поверхностью начинается усиленный рост корня в толщину, накопление запасного материала. Корень в течение осени все больше и больше развивается в толщину. К зиме получается толстый стержневой корень, который идет на большую глубину (иногда до 2 метров), а вверх достигает толщины 5 сантиметров. Весной, когда корень уже достиг такой величины, начинается чрезвычайно быстрое развитие стеблевых органов. На перелог вырастают так называемые бурьянистые растения: будяки, чертополохи, бурьян и т. п. В первый год на перелогах преобладают будяки. Этот первый год перелога—бурьяновый перелог—в сельскохозяйственном отношении мало производительен, так как только ранней весной он может служить плохим пастбищем для скота. Но как только сорные растения окрепнут, скот уже их не ест. Если этот перелог не использован очень сильной пастбой осенью, то мы на следующий год замечаем резкое изменение. На второй год в этом перелог получается прекрасный пырей, который может дать до 5—6 тонн сена на гектар. На следующий год урожай пырея бывает еще более высоким. Далее происходит чрезвычайно резкое изменение урожая: он начинает падать.

Осенью на бурьяновом перелог растения отмирают. Корни начинают чрезвычайно быстро разлагаться. Окружающая почва с жадностью впитывает весь образующийся перегной. Когда корень бурьянов развивался в толщину, он сильно уплотнял вокруг себя почву. Вся масса образовавшегося перегноя с жадностью поглощается уплотненными стенками. Самый корень разрушается аэробным путем. В почве получается глубокая полость с чрезвычайно прочными стенками, пропитанными перегноем.

Осенью, после отмирания будяков, мы имеем совершенно определенную картину: весь бурьяновый перелог испещрен на большую глубину глубокими коническими полостями—следами корней. Когда начинаются дожди или когда начинается весеннее таяние снега, вода, стремящаяся стечь по поверхности, попадает в эти отверстия. Так как почва стенок чрезвычайно уплотнена, вода с жадностью впитывается почвой. Почва приобретает боль-

шой запас воды. Вместе с тем, как только вода проникла в отверстия, она рассасывается по массе почвы. Сейчас же на ее место проникает кислород. Начинается чрезвычайно быстрое и энергичное аэробное разложение органического вещества. Такая почва, следовательно, содержит большое количество воды и большое количество пищевых веществ. Поэтому сразу после бурьянового перелога получается громадный урожай пырея. На следующий год почва опять производит большой запас воды. Окрепший пырей дает еще более высокий урожай—8—10 тонн сена на гектар.

Корневище пырея, как и всякий стебель злака, требует непременно одновременного присутствия и влажности и воздуха. Всякая живая часть растения требует одновременно и влажности и кислорода. Поэтому главная масса пырея развивается там, где имеется одновременно наибольшее количество и влажности и воздуха, т. е. в отверстиях, оставленных корнями бурьянов. Но пырей принадлежит к многолетним травянистым растениям луговой растительной формации. Основное свойство этих многолетних травянистых растений то, что они непременно накапливают в почве неразложившиеся органические остатки и перегной. Этим растения луговой растительной формации резко отличаются от однолетних и многолетних растений степной растительной формации. Все однолетние растения отмирают среди лета, когда в почве мало воды и аэробный процесс разложения резко выражен. Органические вещества очень быстро разлагаются до полной минерализации его элементов.

Многолетние злаки с тонкими корнями отмирают глубокой осенью. Они живут до мороза, когда вода в почве замерзает, и растения уже не может получать влаги. Поэтому все побеги пырея гибнут вследствие так называемой физиологической сухости почвы, возникающей при наступлении морозов. Весной отмершие корни и подземные побеги пырея не могут разлагаться быстрым аэробным путем, так как весной в почве всегда много воды и в ней господствует разложение без доступа воздуха. При таком разложении процесс идет очень медленно. Органические вещества расщепляются на более простые органические вещества. Поэтому накопление органических веществ будет идти чрезвычайно быстро. Чем больше будет накапливаться органических веществ, тем больше их верхний слой будет поглощать кислорода на свое разложение. Условия бескислородного разложения с каждым годом прогрессивно усиливаются. Поэтому на третий-четвертый год все промежутки между комками почвы бывают забиты мертвыми остатками пырея. Проникновение воды в почву становится далеко не таким совершенным. Поэтому на третий год происходит резкое снижение урожая пырея. На четвертый год вся масса почвы бывает окончательно пронизана отмершими корневищами пырея. Урожай сена снижается еще сильнее.

Пырей—корневищевый злак. У него подземный стебель, на котором имеются такие же органы дыхания, как и у надземного стебля (у подземного стебля имеются листовые влагалища, зачатки листьев и на них устьица). Поэтому пырей требует свободного притока кислорода в почву. Но этот кислород задерживается мертвым органическим веществом, которое накапливается в поверхностном слое почвы. Поэтому через 4—5 лет пырей не может уже развиваться, так как в почве преобладает бескислородный процесс. Пырей заменяется тонконогами, которые дают гораздо меньший урожай. Урожай сена на перелог падает до чрезвычайно низкой величины. Тонконоги—тоже растения луговой формации. Поэтому органического вещества в почве накапливается все больше. Тонконоги заменяются микотрофными типцами или типчаками и ковылями.

Перелог постепенно переходит в ковыльную степь. К этому времени условия плодородия в почве уже восстановились, почва приобрела прочную комковатую структуру, и участок мог поступать в культуру.

Такова историческая схема системы переложного земледелия, которая практиковалась в течение очень долгого времени—веками. Но очевидно, что эту систему восстановления плодородия почвы, требовавшую широких земельных просторов, нельзя было совместить с ростом населения. Требовалось расширение площади зерновых культур. Следовательно, необходимо было сокращать пространства перелогов. В конце концов переложная система постепенно перешла в систему однолетних перелогов. Система однолетнего перелога носит название паровой системы земледелия. Переложная система земледелия—самая старая система восстановления прочности и структуры почвы. В историческом развитии эту старую систему постепенно сменила паровая система земледелия.

Прежде чем перейти к дальнейшему изложению, считаю полезным еще раз напомнить, что под системой земледелия мы подразумеваем ту научную систему мероприятий, задача которых заключается в накоплении в почве новых количеств деятельного перегноя, необходимого для создания прочной комковатой структуры.

В настоящее время мы имеем две системы земледелия: паровую и травопольную. В следующей главе мы разберем содержание каждой из этих систем и посмотрим, какая из них годится для наших целей.

ТРАВПОЛЬНАЯ СИСТЕМА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

1. Паровая система земледелия.—2. Травопольная система земледелия.—
3. Область водоразделов.—4. Области склонов и долин.—5. Основные требования травопольной системы к организации сх территории.



Системы земледелия отличаются друг от друга тем, каким образом они готовят в почве ту органическую массу, при разложении которой образуется деятельный перегной. Перегной почвы со временем или совершенно уничтожается в результате аэробного разложения или теряет свойства деятельного перегноя: из него выщелачивается поглощенный кальций и замещается аммонием, и тогда перегной переходит в состояние бездейтельного органического вещества, бездейтельного перегноя. Чтобы создать новое количество деятельного перегноя, нужен, очевидно, какой-то новый источник органического вещества, пригодного для этой цели. По характеру источников органического вещества и по способу использования его и различаются две системы земледелия: паровая и травопольная.

Паровая система земледелия. Паровая система разветвляется на две: во-первых, есть так называемая безнавозная паровая система и, во-вторых, навозная паровая система. Безнавозная паровая система предполагает, что можно вновь переделать в деятельный перегной тот перегной, который еще имеется в почве в форме бездейтельного. Защитники этой системы считают, что перегной, утративший способность прочно склеивать комки почвы, можно вновь превратить в перегной, способный прочно склеивать комки почвы. Эта безнавозная паровая система до последнего времени была широко распространена в черноземной полосе нашего Союза.

История социалистического строительства говорит о том, что в наше время защитники этой системы оказались врагами народа, пытавшимися всеми средствами помешать росту и укреплению колхозов.

Вредительские теории о том, что почвы юга и юго-востока не нуждаются в навозном удобрении, теперь разоблачены и разбиты до основания.

Навозная паровая система не рассчитывает на то, что из мертвого бездейтельного перегноя можно получить деятельный пере-

гной. Поэтому она рекомендует для получения деятельного перегноя вносить в почву навоз. В этом и заключается разница; первая система предполагает, что из остатков бездеятельного перегноя можно вновь образовать деятельный перегной, и поэтому не рекомендует вносить в почву навоз; вторая система настаивает на обязательном внесении навоза, считая, что только навоз может служить источником образования деятельного перегноя.

Каждому колхознику понятно, что вторая разновидность паровой системы лучше, чем первая. Но нужно понять и другое: ни одна из разновидностей паровой системы не пригодна для колхозов, борющихся за высокие и устойчивые урожаи.

Чтобы критически отнестись к этим системам, прежде всего нужно вспомнить, что перегной есть результат деятельности микроорганизмов почвы, почвенных бактерий. Эти бактерии резко разделяются на две группы: так называемые аэробные, живущие при полном доступе кислорода воздуха, и анаэробные, живущие без доступа воздуха. Первые — аэробные бактерии — могут лишь разрушать органическое вещество до минерализации всех его элементов. Эти бактерии перегноя образовывать не могут. Перегной есть результат деятельности анаэробных бактерий, т. е. бактерий, живущих без доступа воздуха. Эти бактерии не производят полного расщепления органического вещества, а расщепляют его на более простые органические соединения. Во время своей жизнедеятельности анаэробные бактерии выделяют перегнойную кислоту, которая образует почвенный перегной, обладающий свойством прочности, свойством цемента. Но раз деятельный перегной — продукт выделения организмов анаэробных бактерий, так он принадлежит к той группе веществ, которые мы называем экскрементами. Все выделения живых организмов носят общее название экскрементов. Мы знаем общий для всего биологического мира закон: ни для какой группы организмов ее собственные экскременты не могут служить ни источником энергии, ни источником пищи. Всем известно, что никакое живое существо не может питаться собственными извержениями.

Извержения той или иной группы живых организмов могут быть использованы как источник пищи и энергии только группой организмов, качественно совершенно иной категории. Например, животные и люди непрерывно выделяют угольную кислоту, — это один из продуктов обмена веществ. Использовать угольную кислоту как источник пищи или энергии ни животные, ни люди не могут. Расщепить угольную кислоту и употребить ее элементы как пищу могут только зеленые растения, т. е. организмы, по своим качествам противоположные группе животных. Это касается решительно всех организмов. Поэтому ясен и понятен следующий вывод: раз деятельный перегной (цемент) есть продукт выделения — экскремент — анаэробных бактерий, он не может быть когда-

либо вновь переработан теми же анаэробными бактериями. Это совершенно ясно.

Представим себе штукатурку, которая измельчена в порошок, цемент которой уже отработал, потерял свою связывающую способность. Из этой извести, которая придавала штукатурке слитность—прочность, мы не можем получить нового свежего цемента, иначе как только обжигая известь, т. е. подвергая ее тому же процессу, которому она подвергалась раньше. То же самое касается и перегной: чтобы из перегной бездеятельного, потерявшего способность склеивать минеральные частички почвы в прочные комки, получить перегной деятельный, мы должны пропустить его через тот же организм, который только и может создать такой перегной. Таким образом теория безнавозной паровой системы предполагает, что анаэробных бактерий можно заставить питаться собственными экскрементами. Как видим, эта теория находится в полном противоречии с основным биологическим законом, изложенным выше. Никакие организмы своими экскрементами питаться не могут, и экскременты анаэробных бактерий не могут служить ни пищей, ни источником энергии для тех же анаэробных бактерий.

Безнавозная паровая система для получения деятельного перегной ставит посредством обработки почвы недейтельный перегной в условия хорошей аэрации. Но при хорошей аэрации мы перегной получить не можем.

Безнавозная паровая система предлагает рыхлить почву в пару и в пропашном клину и вообще ставить ее в лучшие условия деятельности аэробных организмов. Но аэробные бактерии не могут накопить перегной. Они могут только разрушать перегной. Отлагать новый перегной они не в состоянии. Это противоречит основному биологическому принципу, лежащему в основе всей жизни на нашей планете. Безнавозная паровая система никогда не обеспечивала восстановления прочности структуры почвы.

Перейдем к навозной паровой системе. Эта система основана уже на более правильной точке зрения. Она говорит, что воспользоваться старым перегноем для создания нового деятельного перегной нельзя. Для приготовления нового перегной нужно внести в почву новое органическое вещество, продукт жизнедеятельности организмов иного порядка, чем анаэробные бактерии. Таким органическим веществом паровой системой чаще всего рекомендуется навоз. Но чтобы приготовить из навоза перегной в массе почвы, нужно, очевидно, этот навоз внести в почву. Положенный поверх почвы, навоз никак не может служить для обогащения ее перегноем. Чтобы внести навоз в почву, у нас есть только один прием—мы должны запахать навоз. Но ведь вспашка и обработка почвы преследуют цель создания в почве возможно более полно выраженных аэробных условий. Получается полное противоречие:

чтобы возбудить в почве деятельность анаэробных бактерий—образователей деятельного перегноя, живущих без доступа воздуха, мы создаем в почве условия, наиболее благоприятные для деятельности аэробных организмов. В этом и заключается основное противоречие паровой системы. Чтобы накопить перегной, мы должны его источник—навоз—работой анаэробов переделать в другую форму и сохранить. А для того, чтобы возбудить работу анаэробов и сохранить перегной, паровая система ставит навоз в условия наилучшего разложения. Это полное противоречие, и никакого компромисса здесь быть не может. Это диаметрально противоположное. Сами защитники паровой системы убедительно доказывают несостоятельность защищаемой ими системы.

Доказано, что при внесении навоза в паровое поле, в промежуток времени между моментом внесения навоза и посевом озими, до 80 процентов всего навоза разлагается до минеральных соединений—настолько хороши условия аэробного разложения в паровом поле. Эти числа получены защитниками паровой системы. Только в самом технически несовершенном виде пара, в «крестьянском» пару, который мы должны изжить, как некультурный вид пара, в указанный промежуток времени разлагается 65 процентов навоза. В наиболее же технически совершенном пару, в черном пару, разлагается 80 процентов навоза. Эти числа установлены точными исследованиями.

Возникает вопрос, почему не разлагается 100 процентов внесенного навоза, если в почве имеются такие благоприятные условия для его разложения? Можно ли устроить так, чтобы все 100 процентов навоза разлагались? Если это можно устроить, значит, мы правы. Разбирая этот вопрос, мы совершенно ясно видим причины, почему не весь навоз разлагается в пару. Когда мы распределяем навоз по полю, то, конечно, о детальном и тонком распределении его в почве не может быть речи. Навоз в том виде, в каком он вносится, представляет собой трудно распределимое вещество. То, что мы называем распределением, есть простое разбивание навоза на отдельные глыбки и запахивание их в землю. Эти отдельные глыбки навоза, запаханные в почву, начинают с поверхности разлагаться аэробным путем. Но раз на поверхности массы органического вещества идет ярко выраженный аэробный процесс, то значит он поглощает весь кислород, притекающий к поверхности. Внутрь глыбки навоза кислород не проникает. И только потому, что мы не обладаем совершенным способом распределения навоза по полю, он весь и не разлагается. Аэробный процесс—враг аэробного же процесса: он перехватывает весь кислород, притекающий к поверхности массы органического вещества.

Но продолжим наш анализ. Навоз служит не только для того, чтобы создать прочность почвы, но и для увеличения запасов пищи растений. Как пищу растений, навоз необходимо разложить на ми-

неральные составные части. Тут опять полное противоречие: чтобы накопить в почве перегной, мы должны сохранить навоз, а чтобы приготовить из него пищу растений, мы должны его разрушить. В этих целях у нас есть уже машины для тонкого распределения навоза в массе почвы, это так называемые фрезерные машины. Посредством специальных крючков-лапок—они обращают навоз и почву в тонко размельченную массу, они размельчают навоз и перемешивают эту массу с тонкой, рыхлой массой распыленной почвы. При таком распределении навоза весь он без остатка и очень быстро разлагается до минеральных соединений. Раз навоз распределен тонко, равномерно, во всей массе рыхлой почвы, то через три недели все 100 процентов навоза разлагаются. Никакого перегной при этом образоваться, конечно, не может.

Но допустим, что из навоза может образоваться перегной. Возникает вопрос: может ли образоваться перегной деятельный, т. е. перегной, который только нас и интересует с точки зрения задачи создания прочной структуры? Когда навоз разлагается, то образуется громадное количество углеаммиачной соли. Запах конюшни обуславливается тем, что из аэробно разрушающегося навоза выделяется аммиак. Запах конюшни есть характерный запах аммиака. Если во время разложения навоза мог бы образоваться перегной, то он должен был бы содержать в поглощенном состоянии аммоний. Опыт показывает, что перегной, который может образоваться при некоторых условиях из навоза, содержит действительно поглощенный аммоний. Такой перегной способен рассеивать свои частички в воде и не может быть прочным. Но раз перегной сам непрочен, то он не может создать и прочность почвы. На этой способности как раз и зиждется основное свойство аэробного разложения.

При аэробном разложении природного органического вещества бактерии выделяют так называемую гуминовую кислоту, черное перегнойное вещество. Гуминовая кислота есть выделение бактерий и для них представляет сильный яд. Но при этом разложении образуется также и аммиак. Бактерии расщепляют азотистое органическое вещество прежде всего на аммиак. Этот аммиак, как продукт обмена веществ бактерий, для бактерий тоже сильнейший яд. При механическом анализе почвы, когда почва должна находиться в воде в течение приблизительно трех недель, самое лучшее средство избежать гниения почвы—это прибавить одну десятую процента аммиака. Бактерии тогда развиваться не могут. При аэробном процессе образуется одновременно гуминовая кислота, с одной стороны, и аммиак—с другой. Оба вещества—яды по отношению к бактериям. Но, с одной стороны, мы имеем кислоту, а с другой стороны,—ярко выраженное основание. Они непременно должны соединиться в нейтральную соль, в гуминовоаммиачную соль. При этом оба яда обезвреживаются настолько, что гуминовоаммиачная соль служит

источником азотной пищи бактерий. Комплекс этой соли совершенно нейтрален и настолько безвреден, что бактерии разрушают ее до конца. В этом заключается причина особенности аэробного процесса: он непрерывно обезвреживает среду, в которой происходит, а поэтому он может течь беспрепятственно. В этом и надо искать ответ на вопрос о том, почему органическое вещество разрушается аэробными бактериями до полной минерализации всех его элементов.

Таким образом, посредством навоза создать прочность почвы и накопить в почве деятельный перегной мы не можем. Поэтому как паровая система безнавозная, так и навозная паровая система никакого отношения к процессу восстановления прочности структуры почвы не имеют. Хозяйничать при паровой системе значит хозяйничать без научной системы земледелия. А без научной системы земледелия невозможно обеспечить высоких и устойчивых урожаев. На бесструктурной почве средний урожай не может быть высоким. По отдельным же годам этот урожай сильно колеблется. На бесструктурной почве величина урожая зависит исключительно от частоты выпадания дождей.

При небольшой средней высоте урожаев, в один год может получиться большой урожай, а на следующий год может быть полный неурожай. Очевидно, что на такой неустойчивой базе мы не можем строить сколько-нибудь перспективное, планомерно прогрессирующее социалистическое сельское хозяйство. Нам нужны высокие и устойчивые урожаи. К завоеванию их и зовет нас наша большевистская партия, советское правительство, великий Сталин. А высокие и устойчивые урожаи у нас будут только тогда, когда мы осуществим научную систему земледелия.

Такой научной системой служит травопольная система земледелия. Основание для разработки этой научной системы дал наш крупный русский ученый П. А. Костычев.

Я не могу здесь подробно останавливаться на истории этого вопроса, а перейду к изложению, в какие основные положения вылилась травопольная система земледелия в настоящее время.

Травопольная система земледелия. В паровой системе все внимание сельского хозяина обращено только на поле. Правда, кое-где выделялось луговое хозяйство, но оно всегда было второстепенной отраслью. Паровая система все свое внимание сосредоточивала на поле. Травопольная система уничтожает эту однобокость. В этом первое отличие травопольной системы. Она обращает внимание не только на поля, но на все без исключения угоды, на все цехи сельскохозяйственного производства: на поля, на луга, на леса, на животноводство. На основе главного закона всякого производства, всякое мероприятие в согласованной системе должно касаться всех элементов производства. Как только мы будем воздействовать только на одну какую-нибудь сторону производства, только на один цех, на один

фактор производства, мы непременно столкнемся с тем случаем, о котором мы говорили выше—каждое последующее наше действие будет давать все более понижающийся (затухающий) эффект. Буржуазные ученые возвели этот случай в закон. Между тем, здесь нет никакого закона, а есть прямое следствие несоблюдения основного закона производства, закона равнозначимости всех элементов производства. Травопольная система тем и ценна, что она охватывает, объединяет, связывает все элементы производства в совершенно равновеликой мере. Паровая система таким качеством не обладает.

Второе отличие травопольной системы земледелия от паровой то, что она всю территорию сельского хозяйства разделяет на три группы угодий: на водоразделы, склоны и долины. Все эти три группы угодий должны быть обслужены совершенно самостоятельно, но планово согласованными системами мероприятий. Они должны быть обслужены совершенно самостоятельными системами восстановления плодородия почвы, так как одну систему при трех различных комбинациях условий понять выработать нельзя. Нужна отдельная система для водоразделов, отдельная система для области полей и отдельная система для области так называемых «абсолютно луговых» земель.

Область водоразделов. Травопольная система требует, чтобы область водоразделов была облесена. Лес, сад—единственная растительная формация, посредством которой могут быть производительно использованы условия водоразделов. Если мы на водоразделе будем культивировать травянистые растения, которые зависят целиком от влажности и пищевого режима поверхностного горизонта почвы, то как бы мы ни старались, мы в условиях водораздела неизменно будем иметь дело с огромными колебаниями урожаев. Объясняется это тем, что водоразделы обладают прерывчатым водным режимом. Высокий урожай здесь можно получить только в том случае, если часто выпадают дожди. Прерывчатый водный и пищевой режимы, присущие водоразделам, не могут обеспечить растению во все время его произрастания максимального количества воды и пищи. Иначе говоря, здесь условия не могут быть благоприятными для растений с короткой корневой системой. Только растения, обладающие многолетней глубокой корневой системой и не зависящие от водного и пищевого режима поверхностного горизонта почвы, могут производительно использовать природные условия водоразделов.

Совершенно безусловное требование травопольной системы таково: все возвышенные места, на которых урожай травянистых растений как многолетних, так и однолетних не может быть устойчивым, должны быть непременно облесены.

Водоразделы должны быть покрыты лесами местного значения. В чем заключается это местное значение? Леса местного значения автоматически регулируют влажность прилегающей к ним сель-

скохозяйственной территории. Леса местного значения в сочетании с лесными полосами, которыми должна быть опоясана вся наша степь, имеют исключительно крупное значение в борьбе с засухой, с суховеями. Они помогут колхозам раз и навсегда победить засуху.

Кроме местного значения, леса на водоразделах и лесные полосы по всей степи имеют еще колоссальное значение в общем народном хозяйстве. Они всей своей совокупной массой регулируют водное хозяйство всей страны.

Области склонов и долин. Затем мы имеем области склонов и долин. При паровой системе земледелия, когда вся территория распахана, эти области заняты полевым севооборотом. Это значит, что продовольственные хлеба, возделываемые в полевом севообороте паровой системы в порядке чередования, могут попадать и в условия первой трети склона, и в условия долины, и в условия середины склона. Очевидно, что условия водного и пищевого режимов в долине, где вода и пища находятся в огромнейшем избытке, совершенно иные, чем на первой трети склона, где вода и пища имеются в ограниченном размере. Если все пространство будет занято только продовольственными хлебами, то мы можем рассчитывать на более или менее сносный урожай только в области склонов, а хлеб в области долины высокого урожая дать не может и не может производительно использовать все наличное количество воды и пищи, избыток которых его угнетает.

Отсюда вытекает второе требование травопольной системы: два рода угодий—долины и склоны—должны быть разграничены. Должно быть два севооборота: один—охватывающий склоны, другой—долины. Эти два севооборота, конечно, будут слагаться по-разному, в зависимости от различных условий почвы этих угодий. Это одно из основных требований травопольной системы. Оно преследует главную цель—повышение производительности труда. Для повышения производительности труда в сельском хозяйстве необходимо расчленить эти угодия на два порядка: на кормовой севооборот и полевой севооборот.

Кормовой севооборот в травопольной системе заменил старое, отжившее понятие о луговодстве. Нужно подчеркнуть, что границы этих севооборотов не будут жесткими. Не нужно думать так, что каждую тысячу гектаров следует разбить на три части: 333 га леса, 333 га луга и 333 га поля. Площади этих угодий могут и должны изменяться в известных пределах, в зависимости от местных условий, направления хозяйства, плана данного хозяйства. Если условия хозяйства таковы, что там преобладают луговые долинные почвы, то по возможности это положение должно быть использовано. Границы кормового севооборота должны быть расширены, и хозяйство должно приобрести животноводческое направление. Если государственный план требует, чтобы хозяйство специализировалось прежде всего на производстве зерна, необходимо

расширить границы полевого севооборота. Границы севооборотов и их площади должны быть результатом общих условий хозяйства, ведущегося на основе государственного плана. Но при всех передвижках границ всегда следует ясно отдавать отчет в том, с какой частью территории мы имеем дело, ибо каждая из них требует своей системы агрономических мероприятий.

В пределах каждого из двух севооборотов у нас возникает вопрос относительно восстановления условий плодородия почвы в том и другом случае. Этот вопрос придется исследовать для каждого севооборота отдельно. Одной общей схемы здесь быть не может. Сначала мы займемся полевым севооборотом.

ПОЛЕВОЙ СЕВООБОРОТ ТРАВПОЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

1. Многолетние травы и однолетние полевые растения.—2. Значение травяного поля в полевом севообороте.—3. Продолжительность пользования травяным полем полевого севооборота.—4. Выбор трав для травяного поля.—5. Время обработки травяного поля.—6. Семеноводство трав.—7. Место зерновых культур в травопольном севообороте.—8. Место технических культур.

Выше мы уже видели, что под влиянием условий культуры однолетних растений, под влиянием чисто механических причин, физико-химических и биологических почва полей непременно должна утратить комковатую структуру. Это неизбежно. Но если это неизбежно и если утрата комковатой структуры неизбежно ведет к снижению урожаев, то, очевидно, в хозяйстве должна быть система непрерывного восстановления и поддержания прочности комковатой структуры почвы, т. е. система накопления в почве деятельного перегноя, такого перегноя, который может прочно сцементировать комки почвы.

Паровая система не может выполнить это требование. Это требование можно осуществить только посредством культуры многолетних трав при травопольной системе земледелия.

Многолетние травы и однолетние полевые растения. Чем отличаются многолетние травы от однолетних полевых растений? Они отличаются моментом отмирания. Полевые растения отмирают летом—в то время, когда в почве очень мало воды. Всю воду, которая была в почве, эти растения истратили на создание собственного урожая. Следовательно, отмирание этих растений и отложение мертвого вещества пожнивных остатков происходит тогда, когда в почве очень много воздуха, проникшего в почву на место испарившейся воды. Безразлично, бесструктурная ли почва или структурная, в ней летом содержится много воздуха. Отмершее вещество корней, попадая в условия ярко выраженного аэробнозиса (разложение при свободном доступе кислорода), начинает энергично разлагаться. Через две декады после уборки урожая однолетнего растения в почве не останется корневых остатков растений. Все они разложились до полной минерализации всех элементов органического вещества.

А так как после уборки урожая поле остается незанятым живыми растительными организмами и так как осенью начинается усиленный приток воды из атмосферы, вещества пищи растений в минеральной форме, растворимой в воде, начинают постепенно

выщелачиваться почвенной водой по направлению уклона рельефа. Все минеральные вещества, образовавшиеся от разложения остатков корней, сносятся в область долины. Поэтому наши культурные однолетние растения ни при каких условиях не могут накопить в почве органическое вещество. Они только требуют разрушения органического вещества для своего питания.

Многолетние травянистые растения луговой растительной формации отмирают глубокой осенью. Они тоже отмирают от недостатка воды, но не от абсолютного недостатка, а от так называемой физиологической сухости почвы. Когда глубокой осенью вода в почве замерзает, то она становится абсолютно недоступной для растения. Это состояние и называется физиологической сухостью почвы. Каждый побег многолетнего злака имеет самостоятельную корневую систему. Побеги, образовавшие прошлым летом цветки и семена, осенью отмирают целиком со всеми корнями. В почве остаются только почки-побеги, которые на будущий год разовьют новую корневую систему: это подземные зимующие почки-побеги. В каком положении окажется вся отмершая корневая система и все отмершие подземные побеги многолетних злаков? Раз почва замерзла, то в течение зимы никаких процессов разложения быть не может. Затем наступает весна. Весной во всякой почве максимум влажности. В бесструктурной почве вся ее масса пропитана водой. Все промежутки почвы заняты водой. Это первый количественный максимум влажности почвы. Раз это так, то очевидно, что это первый количественный минимум содержания воздуха. С самой ранней весны мертвые остатки многолетних злаков начинают разлагаться под влиянием деятельности бактерий, живущих без доступа воздуха. Начинается медленное разложение; бактерии выделяют ульминовую кислоту — перегной, который накапливается в почве.

На первый взгляд может показаться, что по мере высыхания почвы весной на место испарившейся воды в массу почвы начинает проникать воздух, и органические остатки, которые начали разлагаться анаэробным путем, должны начать разлагаться теперь бактериями, живущими при доступе воздуха. Но это не так. Раз почва не пахана, а многолетние злаки главную массу мертвого органического вещества откладывают в верхнем горизонте почвы, то в самой верхней части поверхности почвы начинается ярко выраженный аэробный процесс разложения. Раз это так, то аэробный процесс протекает в самых лучших условиях; влажность и температура весной наиболее благоприятны. Процесс идет настолько энергично, что весь кислород перехватывается верхним слоем, и в массу почвы, под защитой этого верхнего горизонта, кислород совершенно не проникает. В массе почвы, в ее более глубоких слоях, но в среднем не глубже 2—5 сантиметров от поверхности верхнего горизонта, протекает ярко выражен-

ный анаэробный процесс, процесс, неизбежно связанный с накоплением аморфного перегноя и с накоплением неполно разложившихся органических остатков. Накопление в почве органического вещества многолетними травянистыми растениями идет в прогрессивном порядке. Каждый год остается некоторое количество органического вещества. На следующий год к этому оставшемуся количеству органического вещества прибавляется новое количество органического вещества. Это новое органическое вещество еще более сильно задерживает кислород. Поэтому на второй год условия анаэробного разложения будут выражены еще резче, на третий год еще резче и т. д. В почве, занятой многолетними травянистыми растениями, с каждым годом возрастает количество органических остатков и количество перегноя. Эта особенность чрезвычайно важна.

Давно и совершенно твердо установлено, что культура однолетних сельскохозяйственных растений не в состоянии накопить органического вещества. Накопить его можно только посредством культуры многолетних трав. Следовательно, у сельского хозяйства выбора нет. Имеется только один способ решения задачи—культуру однолетних растений время от времени нужно прерывать культурой многолетних травянистых растений. Иначе говоря, необходимо заняться полевым травосеянием. Задача полевого травосеяния состоит в накоплении в почве органического вещества.

Там, где не хватает кормов, полевое травосеяние часто рассматривают как способ решения кормового вопроса. Такое представление не совсем верно. Корма выгоднее производить в долине, в кормовом севообороте. Кормовой севооборот—основа решения кормового вопроса. Сено, получаемое из полевого севооборота, имеет подсобное значение в хозяйстве. Вводить посев трав в полевом севообороте мы вынуждены необходимостью, ибо мы не располагаем сейчас иными способами создания прочности почвы, прочности комковатой структуры; поэтому первая задача посева многолетних трав в полевом севообороте—агротехническая.

Значение травяного поля в полевом севообороте. В полевом севообороте травяное поле имеет очень большое значение, и сводить это значение к решению только кормового вопроса было бы грубой ошибкой. Ввиду его важности и ввиду частого неправильного толкования его значения на этом вопросе придется подробно остановиться.

Травяное поле дает дешевую продукцию—кормовой материал—сено. Это один из моментов, который важно подчеркнуть.

Второй момент—раз оно дает сено, то оно, повидимому, может служить для укрепления кормовой базы хозяйства. Паровая система охватывает всю территорию хозяйства одним севооборотом и неминуемо приводит к недостатку кормов. Паровая система приводит к распашке всех угодий и в том числе лугов.

Поэтому на травяное поле в полевом севообороте начинают смотреть, как на способ устранения недостатка в кормах. Здесь нужно дать себе совершенно ясный отчет. Полевые угодия занимают склоны. На них водный и пищевой режимы почвы никакими силами и средствами мы не можем довести до лучшего его выражения. На склонах имеются только средние условия. Между тем кормовые растения требуют максимального количества воды и пищевых веществ. Обусловливается это требование двумя причинами. Мы тем выше ценим кормовые растения, чем больше в них содержится азота. Наша основная цель — добиться наибольшего содержания азота в кормовых растениях, для чего мы и создаем избыток азотной пищи в почве. А это вредно для хлеба. В кормовых растениях мы стремимся по возможности уменьшить количество трудно переваримой клетчатки. Это мы достигаем посредством загущения их посевов. Но загущенные посевы имеют огромную испаряющую поверхность. Чем больше мы загустим посевы, чтобы не получить деревянистой клетчатки, тем больше будет испаряющая поверхность. Поля полевого севооборота не могут обеспечить необходимого количества воды, и этот момент — причина частых неудач культуры трав (выгорание посевов). Одновременно с большой потребностью в воде, кормовые растения предъявляют большие требования и на пищу. Удовлетворить эти потребности кормовых растений почвы склонов очень часто бывают не в состоянии. Поэтому урожай кормовых растений в полевом севообороте всегда ниже урожая тех же кормовых растений в севообороте кормовом.

Кормовые растения, требующие большого количества воды, мы должны культивировать в кормовом севообороте. Поэтому нужно совершенно отчетливо помнить, что главная задача травяного поля в полевом севообороте состоит в восстановлении прочности структуры почвы. Это есть главная цель. То, что трава в поле дает кормовую продукцию, т. е. сено, только до известной степени может погашать расходы на травяное поле. На травяное поле в полевом севообороте мы должны смотреть так же, как смотрим мы на обработку почвы, т. е. как на абсолютную агротехническую необходимость.

Этой агротехнической необходимостью определяется и срок пребывания многолетних трав в полевом севообороте.

Продолжительность пользования травяным полем. Продолжительность пользования травяным полем в полевом севообороте должна быть строго согласована с временем, необходимым для восстановления прочности структуры почвы. Опыт показал, что для большинства наших почв двух лет культуры смеси многолетних трав вполне достаточно для того, чтобы полностью восстановить прочность структуры почвы. В условиях, когда прочность структуры почвы уничтожена совершенно, нужно двухлетнее

травяное поле, чтобы восстановить утраченную прочность. Когда травопольный севооборот пройдет один раз по всем полям, условия изменятся. Тогда придется уже не воссоздавать прочность структуры, а только поддерживать ее. Это дело требует меньших затрат. Тогда мы можем ввести однолетнюю культуру многолетних трав. Некоторые защитники паровой системы предлагают пользоваться травяным полем в полевом севообороте 3—4 года. Обосновывают они такое предложение недостатком семян, недостатком кормов. Но все это не выдерживает критики, ибо если в хозяйстве нехватает кормов, так эти корма надо производить в кормовом севообороте. Если же кормовой севооборот не велик по площади, его надо расширить. Ссылка на недостаток семян трав также не серьезна, ибо если нет семян, так их надо произвести. Ведь у нас нет недостатка в семенах других полевых культур, так чем же можно оправдать недостаток семян трав? Ничем, кроме нашей неповоротливости в данном вопросе. Наше предложение об однолетнем пользовании травяным полем в полевом севообороте (при условии, если почвы нуждаются не в восстановлении, а в поддержании прочности структуры) некоторые агрономы понимают неправильно. Они рассуждают так: если мы имеем однолетнюю культуру многолетних трав, то это все равно, что однолетняя культура однолетней травы. На первый взгляд как будто одно и то же—однолетняя культура однолетней травы и однолетняя культура многолетних трав.

Но такое представление—глубокая ошибка. Однолетние травы резко отличаются от многолетних трав тем, что продолжительность их побегопроизводительной способности ограничена. А у многолетних трав побегопроизводительная способность не ограничена. Многолетние травы дают новые побеги, каждый с самостоятельной корневой системой, от момента зацветания, т. е. с поздней весны до осенних морозов. У однолетних трав способность давать побеги ограничена периодом кушения. Они дают большое количество побегов лишь весной до укоса. После укоса их побегопроизводительность очень сильно снижается, и все скошенные побеги отмирают. Это значит, что вся масса корневых остатков, которую накопили однолетние травы, отмирает в почве в то время, когда в ней находится много воздуха и мало воды. Вследствие этих условий у однолетних кормовых растений, как и у хлебов, все количество органического вещества, накопленное растением в массе почвы, разлагается под влиянием бактерий, развивающихся при доступе воздуха. А мы уже несколько раз видели, что этот процесс может привести только к одному—к быстрому и полному разрушению органического вещества. Накопить органическое вещество однолетнее растение не может. Следовательно, раз мы вводим однолетнюю кормовую траву, то мы решаем только кормовую проблему. Мы решительно ничего не делаем

для того, чтобы восстановить запас деятельного перегноя в почве.

Между тем, если мы вводим однолетнюю культуру многолетних трав, например, тимофеевки с клевером или люцерны с житняком, то после первого укоса на сено вся масса живой корневой системы остается в почве, и корневое давление направляется на образование новых побегов. Способность производить побеги у многолетних трав неограничена. Эти новые побеги образуют совершенно самостоятельную корневую систему, и к оставшимся в почве корням прибавляется еще масса корней новых побегов. Когда мы скашиваем второй укос этого растения, то мы вновь уничтожаем надземную часть новых побегов, и все корневое давление живых корней направляется на образование новых побегов с новой корневой системой.

От ранней весны до поздней осени многолетние травы накапливают в массе почвы органическое вещество. Следовательно, тут уже большая качественная разница. Мы получаем не только кормовую продукцию, но мы накапливаем в почве массу органического вещества, особенно при двух укосах. Поэтому будет глубокой ошибкой, если мы однолетнее пользование многолетними травами заменим однолетним пользованием однолетней травой.

Кроме всего сказанного, кормовая масса, которую дают однолетние травы, содержит преимущественно углеводы. По своему кормовому значению кормовая масса однолетних трав менее ценна, чем кормовая масса, создаваемая многолетними травами. Поэтому ни под каким видом нельзя заменять однолетнюю культуру многолетних трав однолетней культурой однолетних трав. Непременно травяное поле в полевом севообороте, независимо от продолжительности его использования, должно быть занято многолетними травами. Травяное поле полевого севооборота в начале введения травопольной системы может быть занято многолетними травами два года. Затем после одного или двух оборотов севооборота с двулетними травами по всем полям можно перейти к однолетнему использованию многолетних трав.

Выбор трав. Чрезвычайно важен вопрос о выборе трав. Какие травы нужно сеять в полевом севообороте? Здесь часто встречаются две противоположные точки зрения. Представители одной точки зрения, которые видят в полевом травосеянии только производство кормов, говорят, что наша задача состоит в том, чтобы получить возможно больше кормовой массы. Это утверждение совершенно справедливо. Чтобы окупить затраты на травяное поле, нужно получить возможно больший урожай кормовой массы. Но дальнейший вывод, что для этой цели мы должны высевать одни только многолетние бобовые растения, клевер или люцерну, уже совершенно неверен.

Не отрицая огромного кормового и агротехнического значения

многолетних бобовых, нужно, однако, указать на ошибочность предложения высевать одни только бобовые травы. В травяном поле совершенно одинаковое с бобовыми значение (и кормовое, и особенно, агротехническое) имеет многолетний злак, и при его отсутствии травяное поле может лишь в весьма несовершенной степени исполнять свое назначение. Объясняется это следующими обстоятельствами.

Многолетний злак развивает корневую систему в самых поверхностных слоях почвы. Часто указывают, что корни многолетних злаков проникают до 2 метров и глубже. Но для образования структуры важно не то, что отдельные корни проникают на большую глубину, а важно то, что подавляющая масса корневой системы развивается в слое верхних 20 сантиметров почвы. Значение злака в придаче почве структуры не подлежит сомнению. Не подлежит сомнению также и способность многолетнего злака, яркого представителя луговой растительной формации, накапливать в верхнем слое почвы перегной.

Но при разложении корневой системы злака выделяется слишком малое количество таких соединений кальция, которые необходимы для придания структуре почвы прочности.

Вследствие меньшего, по сравнению с бобовыми, содержания белков (в состав которых входит сера) при аэробном разложении корней злаков образуется мало сернокислого кальция. Кальций выделяется в форме углекислой извести. Углекислая известь при диссоциации распадается на окись кальция, воду и угольную кислоту. Окись кальция перегноем не поглощается и не может придать перегною прочности.

Корни бобовых содержат много белков, богатых серой. При аэробном разложении этих корней образуется много азотнокислого и сернокислого кальция, который при диссоциации образует катион кальция. Катион кальция поглощается перегноем и придает ему прочность.

Корни многолетних бобовых, вследствие большой потребности бобовых в кальции, развивают на некоторой глубине, соответствующей скоплению углекислой извести, большое количество мелких разветвлений. В верхних же слоях почвы некоторые многолетние бобовые (люцерна) образуют мало ветвящиеся стержневые корни, которые придать почве форму структурных отдельностей не могут. Их значение иное.

Верхняя часть корня многолетних бобовых представляет корневую шейку, в которой скопляется большое количество питательных веществ, в том числе и белков, которые содержат значительное количество серы и кальция. При разложении этих корневых шеек, кроме углекислой извести, образуется значительное количество азотнокислого и сернокислого кальция, дающего в конце концов тот кальций, который необходим для того, чтобы перегной,

образованный многолетними злаками, приобрел необходимую нам прочность.

На этом основании травопольная система предъявляет категорическое требование, чтобы травостой травяного поля состоял из равных количеств стеблей многолетних злаков и бобовых. Заметим, что для этого необходимо высевать примерно на каждые две трети семян бобовых (по весу) одну треть семян злаков.

Нельзя не привести еще одно соображение о необходимости посева многолетнего злака вместе с бобовым.

Многолетние злаки—тимофеевка, житняк—накапливают в верхнем горизонте почвы массу мочковатых корней. После каждого укоса каждое новое поколение побегов накапливает все больше и больше таких корней в верхнем горизонте. Мы задались целью не только создать структуру почвы, но и создать ее без помощи обработки. Это в совершенстве достигается корнями. Корни пронизывают массу почвы во всех направлениях и разбивают ее на комки. Вторая наша задача—накопление перегноя. Повидимому, многолетние злаки при разложении массы корневой системы, при правильной обработке, дают большую массу органического вещества, большую массу перегноя. Но этот перегной для прочности почвы еще не будет полноценным. Мы должны подготовить деятельный перегной, т. е. такой, который отличался бы прочностью и не расплывался бы в воде. Одни злаки сделать этого не могут.

При разрушении корней злаков в самом тонком поверхностном слое почвы под влиянием аэробного процесса образуется большое количество аммиачных солей. Весь перегной, образующийся в более глубоких слоях пахотного горизонта, удерживает в поглощенном состоянии катион аммония. А раз перегной содержит катион аммония в поглощенном состоянии, он обладает способностью рассеиваться в воде. Такой перегной не может быть прочным. Здесь-то и оказывается необходимым многолетнее бобовое. Оно помогает нам большую массу органического вещества, накопленного многолетним злаком, превратить в деятельный перегной, т. е. в такой перегной, ради которого мы и вводим посев многолетних трав в полевом севообороте.

Как один злак, так и одно бобовое растение не могут придать почве прочной комковатой структуры. Посеянные же в смеси, они решают эту задачу очень совершенно.

Из изложенного вытекают правила культуры многолетних трав. На травяном поле культивируется непременно смесь из многолетнего бобового и многолетнего злака.

Оба эти растения в травостое должны быть представлены в равных количествах. Но так как семена их различны по величине—семена злаков мелкие, а семена бобовых крупнее, то при посеве мы высеем больше (по весу) семян бобовых и меньше семян злаков.

Что касается выбора трав, так этот вопрос наукой также решен. Мы имеем две резко различные зоны—северную и южную. Для них нельзя рекомендовать одни и те же травы. Для северной зоны, более холодной и суровой, этими травами будут тимopheевка и красный клевер. Полевое травосеяние в северной зоне основано на периодических посевах смеси тимopheевки и красного клевера. Для юга тимopheевка и клевер не годятся. Здесь они недостаточно устойчивы и вымерзают при неустойчивом снеговом покрове. Но юг и восток тоже обеспечены в отношении подбора многолетних трав для полевого травосеяния. Этот подбор сделан у нас в Союзе моим товарищем по Академии, профессором Краснодарского института В. С. Богданом. Эти растения—житняк, желтая люцерна и люцерна гибридная (Валуйская). Эти два растения наиболее пригодны для полевого травосеяния на юге и юго-востоке Союза.

Кроме чисто агротехнических целей, изложенных выше, одновременный посев двух многолетних растений на поле имеет еще и хозяйственное значение. Все многолетние злаки полевого травосеяния дают максимальный урожай на второй год пользования; в первый год урожай многолетних злаков гораздо ниже. У бобовых—как раз наоборот: максимальный урожай получается в первый год пользования; на второй год бобовые снижают свой урожай, а на третий год они из травостоя совершенно исчезают. В хозяйственном отношении важно получить одинаково большой укос в первый и во второй год. Этого можно достигнуть одним способом—подсевом тимopheевки или житняка в озимь осенью, а желтой люцерны или клевера в ту же озимь весной. В первый год в сене будет преобладать клевер или желтая люцерна, а на второй год будут преобладать злаки, т. е. тимopheевка или житняк.

Примесь бобовых к злакам чрезвычайно сильно повышает кормовые достоинства сена. Кормовое достоинство злаков в отдельности и бобовых в отдельности ниже, чем кормовое достоинство их смеси. Это общее правило, хорошо известное животноводам. Значит, высевая травосмесь, мы достигаем полного и всестороннего технического эффекта.

Очень часто возникает вопрос—под какие растения подсевают травы? С нашей точки зрения это решительно все равно. Место подсева определяется общими условиями севооборота. Если по местным условиям удобнее подсеивать под озимые, то подсеивают под озимые. Иногда под озимые осенью подсеивается тимopheевка, а с весны к ней присеивается клевер. Осенний подсев тимopheевки под озимое (одновременно с высевом озимого растения) дает очень хороший результат. Но если удобнее, по тем или иным соображениям, подсеивать под яровые, так подсеивают под яровые. Никакого ограничения в этом отношении травопольная система не делает.

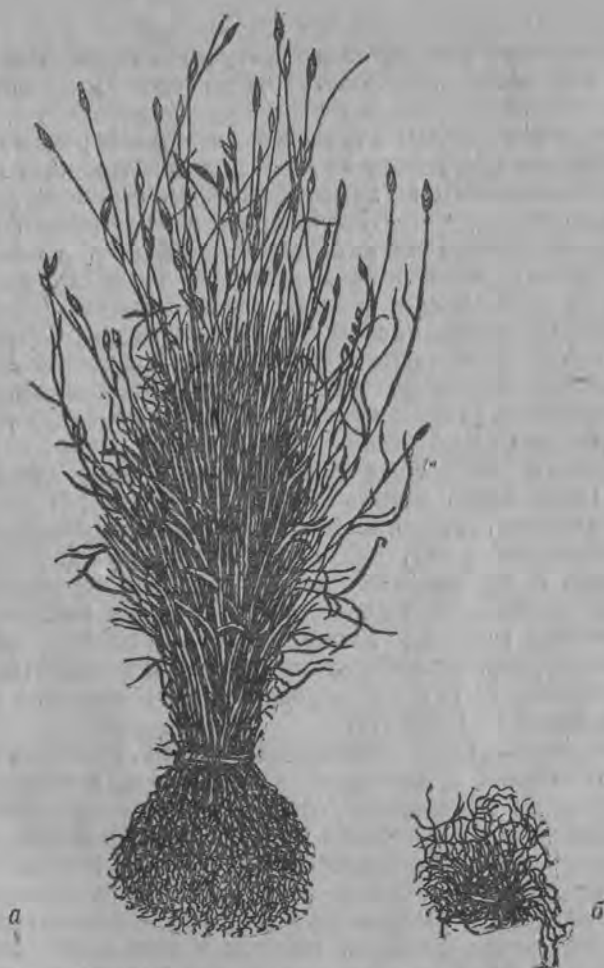


Рис. 28. Эффект осеннего и весеннего сроков подсева тимфеевки под озимь:

а—подсев произведен 28/VIII 1935 г. одновременно с посевом ржи; *б*—весенний подсев в том же поле по оттаявшей поверхности почвы. Показано состояние тимфеевки в момент колошения ржи (опыт т. Власова И. А. на полевой станции Тимирязевской с.-х. академии).

Время обработки травяного поля. Один из наиболее важных моментов травопольной системы—это время обработки травяного поля. Неправильное определение этого времени может испортить все дело, свести на-нет все огромное значение травяного поля в создании прочной структуры.

После двух лет пользования травяное поле нужно вспахать, уничтожить травы и подготовить почву для следующего растения. Здесь очень часто допускают грубую ошибку. Разберем эту ошибку.

Самым лучшим полем в травопольном севообороте будет поле, непосредственно следующее за многолетними травами. По старой привычке, оставшейся от паровой системы, это поле до сих пор часто отдают озимому хлебу. Глубочайшая ошибка—после травяного поля непосредственно пускать озимое растение. Чтобы пустить после травяного поля озимое растение, травяное поле нужно вспахать по крайней мере в июне, чтобы в августе или сентябре его можно было засеять озимым. Но что получится, если обработку травяного поля произвести в июне? Все накопленное за два года органическое вещество дернины будет июньской вспашкой поставлено в совершенно такие же условия, как и остатки любого однолетнего растения, как жнивье однолетнего хлеба. В это время в почве бывает мало воды (урожай травы истребил всю воду, которая содержалась в почве) и много воздуха. В этот момент, после уборки сена, дернина пашется. Вся масса корней, накопленная в течение двух лет, будет поставлена в условия аэробного разложения. А это разложение приводит к быстрому исчезновению из почвы всех органических остатков. Одним неудачно выбранным моментом вспашки полностью уничтожаются результаты двухлетних трудов. Одним неудачно выбранным моментом вспашки пласта сводится на-нет все агротехническое значение травяного поля в полевом севообороте.

Но этого мало. После трав озимое растение, несмотря на то, что оно получило самое лучшее место в севообороте, всегда дает пониженный урожай. Объясняется это следующими обстоятельствами. В травяном поле мы высеем смесь бобовых и злаков. Бобовые накапливают очень большое количество азотистых веществ. Почва после трав очень богата азотом. Летняя вспашка вызывает бурное аэробное разложение всей массы органического вещества. В почве образуется большой избыток минеральных соединений азота. Безазотистые вещества разлагаются медленнее, чем азотистые. В результате получается односторонний избыток азота в почве. Этот избыток вызывает усиленное осеннее кущение озимых растений. Озимые образуют чрезвычайно густую зелень и весной второе междоузлие развивают в условиях затенения. Поэтому второе междоузлие вытягивается. Получается чрезвычайно неустойчивый хлеб. Под влиянием ветра, дождя, тяжести наливающегося колоса вся масса хлеба полегает. Нижнее междоузлие стебля сминается, и хлеб уже не может подняться. В таких условиях получается пониженный урожай. Но если хлеб и устоял, то все-таки получается сильный перевес соломы за счет зерна. Этот перевес совершенно неизбежен при избытке азотной

пищи. Избыток азотной пищи также неизбежен, ибо белки разлагаются в первую очередь. В результате выработался еще более нелепый прием. Ввиду того что после многолетних трав всегда имеет место избыток азота, стали после трав перед посевом озими

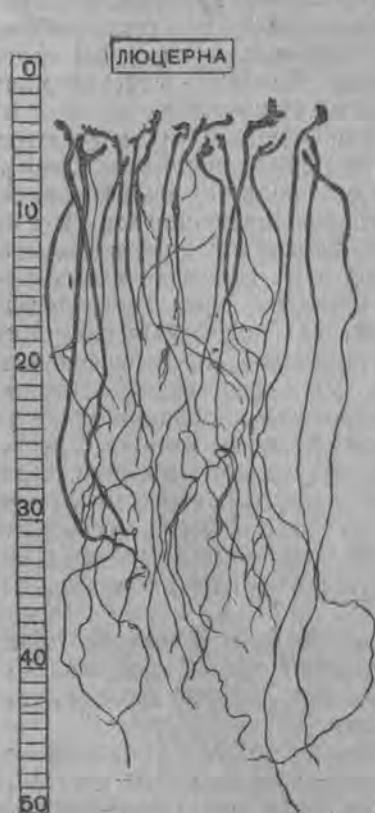


Рис. 29. Корни люцерны на орошенных землях. Чистый посев. Ак-Кавакская опытная станция, Узбекская ССР.

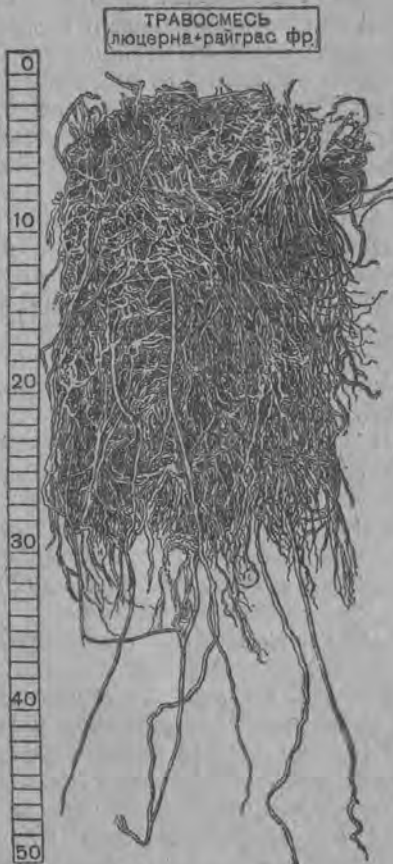


Рис. 30. Корни той же люцерны, что и на рис. 29, но посеянной с примесью райграса французского, дающего массовое разветвление многолетних корней в первых 30 см пахотного горизонта.

вводить пар. Это так называемый клеверный пар. Два года накапливают органическое вещество, два года накапливают азот, затем летом вспахивают травяное поле, и в течение целого года поле парует. После этого получается хороший урожай озими.

Что же происходит при паровании вспаханного травяного поля? Такой пар имеет только одно значение: все то количество азота, которое два года мы собирали посредством клевера, при паровании будет выщелочено из почвы совершенно бесполезно. Кроме того, чтобы избавиться от избытка азота, который накоплен в почве, тратится целый год, чтобы разрушить все органическое вещество и чтобы совершенно без пользы вымыть из почвы азот. А ведь органическое вещество и азот накапливались в течение двух лет. Трудно придумать что-нибудь менее остроумное.

После травяного поля должно непременно следовать яровое растение, и ни под каким видом не может следовать озимое. Вспашка травяного поля непременно должна производиться глубокой осенью, когда в почве имеется большой запас воды. После вспашки, в течение зимы, всякое разложение органического вещества прекращается. Весной наступает максимум влажности почвы, и вся масса органического вещества, заполняющего все промежутки между комками, насыщается водой. Поэтому при поздней вспашке органическая масса весной непременно будет разлагаться анаэробным путем, т. е. будет происходить накопление перегноя. А так как в почве дернины травяного поля имеются и органические остатки бобовых и органические остатки злаков, то комки почвы будут пропитываться прочным перегноем. При таких условиях в почве будет создана прочная структура, ради которой мы и вводим посев многолетних трав в полевой севооборот. Прочная структура обеспечит высокий и устойчивый урожай всех культур севооборота до следующего (через 6—7 лет) возвращения на поле многолетних трав.

О семеноводстве многолетних трав. Вопрос о семеноводстве трав исключительно важен, и он неразрывен со всей травопольной системой. Разберем те основные положения, которые должны лечь в основу техники семеноводства трав.

Сейчас широко распространено мнение, что для производства семян многолетних трав нужны специальные семенные участки, на которых многолетние травы должны высеваться ширококорядно. Мы не разделяем этого мнения, ибо считаем его неверным и вредным.

Ширококорядная культура при селекции необходима ради сортовой полки, точно так же, как междурядное рыхление необходимо после осуществления всякой полки и после каждого ливня, разрушающего структуру незащищенной почвы.

Но как только выбраны представители отдельных «чистых линий» или закончена очистка от посторонних примесей «расы массового отбора», так «семеноводство» полученных «чистых линий» или «сортовых рас» («кряжей») должно в стадии «репродукции» (размножения) перейти в условия, в которых данный «сорт» будет использован в производстве.

В противном случае мы вступим в непримиримое противоречие с одним из основных положений дарвиновской теории. Осуществляя ради «ускорения» получения семян условия ширококорядной культуры семенников (условия диаметрально противоположные тем, в которых будет культивироваться клевер или люцерна или тимофеевка в производстве), мы в силу выживания наиболее приспособленного определяем искусственный отбор семенного клевера для культуры его на семена.

Наша цель — трава и связанный признак, мочковатая корневая система в пахотном слое. А при ширококорядной культуре мы бессознательно подбираем растения по признаку количества даваемых ими семян. При этом мы забываем, что свойство растения давать много семян связано с подавленным развитием вегетативных органов (ботвы — травы — зеленой массы) и укорочением периода жизни. Примером этого может служить однолетняя раса многолетнего красного клевера «Мамонт» Бэрбенка и ее перерод — двуукосный клевер Бодиско и вообще южноевропейские «двуукосные» расы красного клевера.

В этих расах сохранен период жизни до двух лет, но они утратили совсем или почти полностью полезнейший признак «Мамонта» — чрезвычайную тонкостенность полого стебля (почти такую же, как у персидского клевера «Хабдара», «Шаптала», или «Шабдара»). Между тем мы имеем четырнадцатилетние

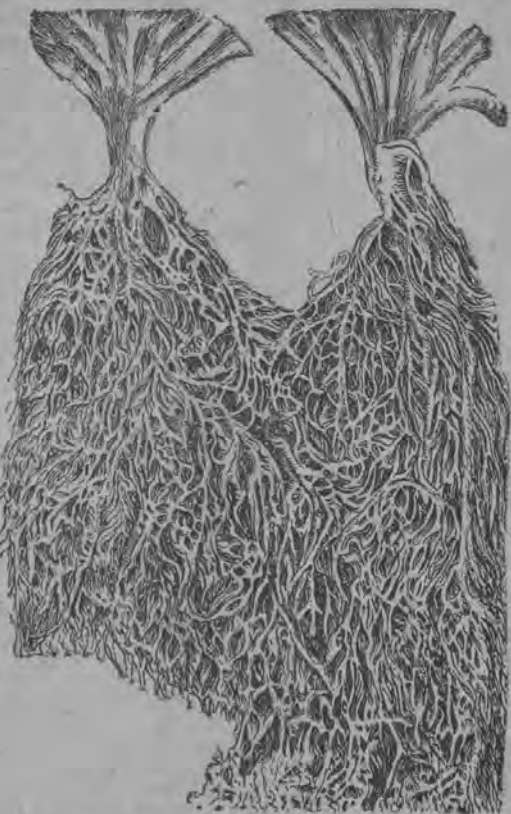


Рис. 31. Корневая система красного клевера. Ветвление с самой поверхности почвы, максимум разветвлений сосредоточен в пахотном слое почвы (коллекция Почвенно-агрономического музея им. В. Р. Вильямса).

расы вологодских и шестилетние расы ярославских клеверов. Мы имеем еще более яркий пример селекционной порчи хороших культурных растений под влиянием требований рынка —

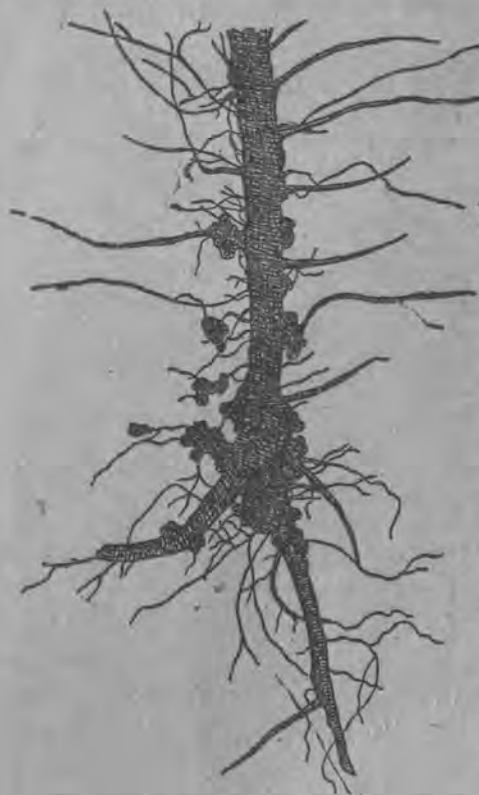


Рис. 32. Образующиеся на корневой шейке голубой люцерны мелкие корешки с клубеньками отмирают ежегодно. Многолетние разветвления корня люцерны начинаются в нижней части пахотного слоя и максимума достигают на глубине 0,5—1,0 м. У туркестанской люцерны корневая шейка укорочена, а ветвление многолетних корней начинается ближе к поверхности почвы (по Витте, Свалевф, Швеция).

timoфеевой травы, по всей северной Европе и возвратился на родину в Россию как английская (аглицкая) трава. Так как все английское считалось хорошим, то и за тимофеевкой заслуженно установилась та же репутация.

основы буржуазно-капиталистической торговли. Я имею в виду вологодскую тимофеевку с ее короткой (1—5-сантиметровой) колосовидной метелкой. Она давала и дает необильный урожай семян (зерновки), но обильный урожай зеленой массы—травы, хорошо облиственной длинными безупречными листьями без всяких щетинок, волосков и пр. Продолжительность жизни вологодского палощника 5—7 лет.

В начале прошлого столетия семена «палощника» (вологодское название тимофеевки от слова «пал», а не палка, так как ее подсекали под последний хлеб по «палу», чтобы до зарастания пала лесом использовать его в качестве покоса и дальше—пастбища) через Архангельск были доставлены в Лондон.

Там палощник по достоинству был оценен «королевским садовником» Тимотей. Из Лондона палощник, вследствие его морозоустойчивости и высокого кормового достоинства, быстро распространился под названием

В конце 70-х и в 80-х годах прошлого столетия в Европе спрос на семена тимофеевки был очень велик, вследствие введения севооборотов с посевом многолетних трав и в результате малой урожайности семян культурной тимофеевки.

Американские селекционеры быстро учли требование рынка и быстро выпустили ряд «селекционных» сортов тимофеевки с колосовидной метелкой длиной в 20—25 сантиметров. Новые сорта давали колоссальные урожаи семян, и ими был наводнен европейский рынок. Американские производители собрали обильную жатву.

Но новые сорта тимофеевки, так же как и подобные сорта американских клеверов, обладали рядом отрицательных свойств. Они все были очень раннеспелые (что было выгодно с точки зрения требований рынка). Продолжительность их жизни сократилась до двух лет. И, самое главное, на второй год жизни, после второго укоса (безразлично на семена или на сено), новые сорта как тимофеевки, так и красных клеверов целиком отмирали. Их мертвые корни в совершенно сухой почве (которую они сами и высушивали) подвергались полному разложению в кислородной среде в течение двух декад. Кроме того, в их зеленой массе резко преобладала одеревесневшая клетчатка, что сразу отбрасывало клеверное сено в разряд грубых кормов.

Кроме того, неизбежная спешка в погоне за требованиями «рынка» [заставляла вести селекцию «двуукосных» клеверов, с растениями первого года пользования. Это привело к бессознательному отбору не зимостойких рас. В 1939 году посевы двуукосных клеверов в нечерноземной и в северо-черноземной зоне европейской и западно-сибирской частях СССР вымерзли (повидимому, без исключения). Перезимовали только пермские, орловские, вологодские и пр. «одноукосные» расы (кряжи), хотя они и используются «в два укоса».

Европа очень скоро разобралась в создавшейся обстановке и, справедливо усмотрев в американской торговле семенами клевера и тимофеевки элементы недобросовестности, граничащие с мошенничеством, приняла сразу решительные меры. Часть европейских государств наложила полный запрет на ввоз американских семян красного клевера и тимофеевки, а те государства, которые не запретили ввоз упомянутых семян (скандинавские), ввели в целях предупреждения покупателя обязательную окраску всех партий американских семян красного клевера и тимофеевки полностью в яркокрасный цвет фуксинном, не оказывающим влияния на всхожесть семян.

Вводя ради ускорения разведения семян красного клевера или люцерны (а за ними неизбежно последует и тимофеевка) ширококорядную пропашную культуру, мы становимся на путь, использованный уже недобросовестной частью американских

селекционеров и семеноводов (я очень далек от мысли огульного обвинения американских селекционеров и семеноводов в недобросовестности. Достаточно назвать имена Бэрбенка, Бэда и ныне здравствующего Гэнзена, труды которых составили эпоху в селекции и семеноводстве, имена которых можно поставить рядом с именами И. В. Мичурина, Т. Д. Лысенко, Н. В. Цицина, Державина, Галлета и Вильмоленов и которые, как мне известно из личных бесед с Бэдом и Гэнзеном, очень отрицательно относились к вышеупомянутым недобросовестным торговцам).

Я не сомневаюсь (а я много работал в области селекции и семеноводства), что, избрав этот путь, безразлично для красного клевера, тимофеевки, безалкалоидного люпина или для любого культурного растения, мы неизбежно придем путем искусственного (и независимого от нашей воли) подбора связанных, зависимых свойств к порче наших великолепных природных растительных (и животных) богатств, так мало еще обследованных.

Что до настоящего времени продолжается еще беззастенчивая спекуляция семенами тимофеевки видно из того, что теперь на американском семенном рынке циркулируют «timoфеевка на сено» и «timoфеевка на семена». Разве это не наводит на размышления о ловкости самозащиты и о том на какого «потребителя» рассчитана «timoфеевка на семена».

Я не вижу иного пути борьбы с указанным принципиально порочным путем, кроме пути, указанного акад. Т. Д. Лысенко. Необходимо вовлечь в это дело массу колхозников, чтобы каждый колхоз, в котором уже установлен правильный травопольный севооборот, сам снабжал себя со второго укоса поля второго года пользования семенами (проверенной чистой расы) красного клевера, не прибегая к ширококрядной культуре, а в обстановке обыкновенного травяного поля.

Разница в урожайности ширококрядной культуры клевера с пропашной и обычной сплошной культурой травяного поля не так уже велика.

При ширококрядной культуре средний урожай семян красного клевера считается обыкновенно в 10 центнеров с 1 га. Мне удавалось получить в б. Рязанской губернии в б. Пронском уезде 40 пудов семян красного клевера с казенной (2 400 кв. сажень) десятины. Это составит 6 центнеров с 1 га. Разница не настолько велика, чтобы из-за нее рисковать привить нашим, славящимся на весь мир, пермским, уфимским и орловским кряжам красных клеверов отрицательные свойства, неизбежные при ширококрядной пропашной культуре клевера.

Нельзя не обратить внимания и на следующее обстоятельство чрезвычайной важности. При ширококрядной пропашной культуре предполагается взять урожай семян со второго года пользования травяным полем. Первая операция в этом случае — про-

пашка всего поля на ряды с расстоянием в 50 сантиметров. Затем следует прореживание клевера в рядах на 25—35 сантиметров. Дальше пойдут по крайней мере две полки, и за каждой полкой—глубокое разрыхление междурядий, пройдет ливень—опять пропашка междурядий.

Возникает естественный вопрос: что же останется от агротехнического воздействия двух лет многолетнего травяного поля? Ответ ясен, как солнечный день,—ничего не останется.

Семена многолетних трав мы должны получать в общем травяном поле полевого севооборота на второй год пользования этим полем.

Место зерновых культур в травопольном севообороте. После трав непременно должно следовать яровое растение. Растение это должно быть самым ценным и способным использовать благоприятные условия поля. На юге такое растение—твердая яровая пшеница, которая требует большого количества азота и большого количества воды в почве. Пласт травяного поля—самое лучшее место для твердой пшеницы. Твердая пшеница хорошо использует избыток азота. Его хватает для нее, примерно, на два года. Таким образом мы используем избыток азота для создания самого лучшего хлеба—твердой пшеницы, а не для бессмысленного выщелачивания его при посредстве клеверного пара. С помощью яровизации культура твердой пшеницы может быть продвинута до широты Москвы (И. А. Власов).

В северной нечерноземной полосе лучшим растением после травяного поля считается лен. Но мы увидим дальше, что при травопольной системе лучшее место для льна—это кормовой севооборот. В нечерноземной полосе наша большевистская партия с успехом строит новую пшеничную базу. Поэтому здесь поле трав в полевом севообороте может быть также отдано пшенице.

После твердой пшеницы наступает время для ряда других культур. Выбор культур для травопольного севооборота чрезвычайно широк. Все продовольственные хлеба требуют небольшой затраты воды и пищи. В условиях травопольного севооборота, при описанных условиях обработки, они вполне могут быть обеспечены потребным им максимальным количеством воды и максимальным количеством пищи. Здесь могут быть помещены все без исключения продовольственные хлеба—пшеница, рожь.

Место технических культур. Кроме продовольственных хлебов в этом же севообороте находят себе лучшее место и некоторые технические растения. Прежде всего, одним из главных по своему значению технических растений будет сахарная свекла. Известно, что чем больше в сахарной свекле азота, тем ниже доброкачественность сока. Поэтому если избыток азота после травяного поля использован пшеницей, то наступает время для сахарной свеклы. Полевой севооборот травопольной системы вполне может обеспечить потребность сахарной свеклы в воде. В полевом травополь-

ном севообороте свекла, если это необходимо, может повторяться до трех раз в чередовании с зерновым хлебом, кроме овса, присутствие которого в свекловичном севообороте совершенно непустимо, как второго «хозяина» нематоды. Овес служит стимулом развития этого вредителя сахарной свеклы.

Ко второй группе технических растений, которые найдут себе место в полевом севообороте, следует отнести технический картофель для картофелетерочного, крахмало-паточного, спиртокуренного производства. Во всех случаях от технического картофеля требуется возможно малое содержание азота. Если почва, на которой возделывается технический картофель, богата односторонним избытком азота, картофель также усваивает большое количество азота. А это влияет на качества картофеля двояким образом: большое количество азота вызывает чрезвычайную мелкость крахмальных зерен. Когда крахмал взмучен в промывной воде, где растворены азотистые, белковые вещества, то осаждение требует чрезвычайно много времени. Поэтому при промывке мязки до одной трети всего урожая крахмала может быть унесено в промывной воде. Вот почему картофель, назначенный для крахмало-паточного производства, непременно должен возделываться в полевом севообороте и после того, как избыток азота усвоен другими ценными культурами, требующими именно избытка азота.

Картофель для спиртокуренного производства тоже должен содержать возможно меньше азота. Чем больше азота в спиртокуреном картофеле, тем больше выход сивушных масел, тем хуже сырой спирт и тем труднее его очистка.

За сахарной свеклой и картофелем следует еще одно техническое растение, которое еще более строго требует малого количества азота в почве,—это пивоваренный ячмень. Пивоваренный ячмень расценивается тем выше, чем меньше в нем азота. Стекловидный ячмень, т. е. ячмень, богатый азотом, совершенно не годится для пивоварения, потому что из него получается пиво с тухлым запахом. Кроме технических имеются еще бобовые растения, которые также входят в полевой севооборот.

Однолетние бобовые растения находят себе в полевом севообороте лучшее место. Как правило, в травопольном севообороте мы всегда чередуем растение зерновое с растением бобовым. Получается правильный полевой плодосменный, травопольный севооборот.

Как видит читатель, выбор растений для полевого севооборота очень богат. Сам же выбор для каждого конкретного хозяйства определяется требованиями государственного плана и направлением хозяйства. При большом выборе культур полевой травопольный севооборот можно приспособить решительно ко всем требованиям плана.

ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПЛУГОМ С ПРЕДПЛУЖНИКОМ (КУЛЬТУРНАЯ ВСПАШКА)

1. Обычная вспашка плугом без предплужника.—2. Вспашка плугом с предплужником.—3. Глубина вспашки.—4. Волокуша и гвоздевка.—5. Борьба с сорняками.

Система обработки травяного поля—очень важный момент травопольной системы земледелия. Вероятно, читатель уже обратил внимание на то, что мы все время говорим «самое важное». *Самое важное*—это отражение закона равнозначимости всех элементов производства. Все излагаемые здесь научные приемы и системы их—одинаково важны, и выражение «самое важное» отражает закон равнозначимости, суть которого мы разбирали в начале книги.

Обычная вспашка. До последнего времени обработка травяного поля в СССР производится преимущественно посредством простой вспашки. В результате этой вспашки получается следующее. Всякий пахотный слой расчленяется на два горизонта, обладающие противоположными свойствами. Верхние 10 сантиметров не способны крошиться, а нижний слой способен крошиться. После обработки почвы простым плугом получается, что части пласта, не способные крошиться, оказываются в форме рваной ленты наверху. Вниз, через широкие промежутки между кусками этой ленты, просеивается структурная комковатая почва. Обрывки ленты мы можем уничтожить только бороньбой или дискованием. Но бороньба и дискование берут почти такое же количество энергии, как и вспашка.

Расход на обработку почти удваивается. Вместе с тем, это удвоение расхода приносит один вред. При дисковании или боронении пласта травяного поля часть почвы обращается в распыленное состояние. Следовательно, значение двух лет культуры многолетних трав будет сильно уменьшено, и благоприятное действие травяного поля на урожай культур севооборота резко понижено.

Вспашка плугом с предплужником. Практика и наука нашли выход из этого положения. Была введена система вспашки плугом с предплужником.

Система вспашки плугом с предплужником сводится к следующему. Плуг с предплужником состоит из двух основных рабочих элементов—основного корпуса и предплужника. Предплужник—

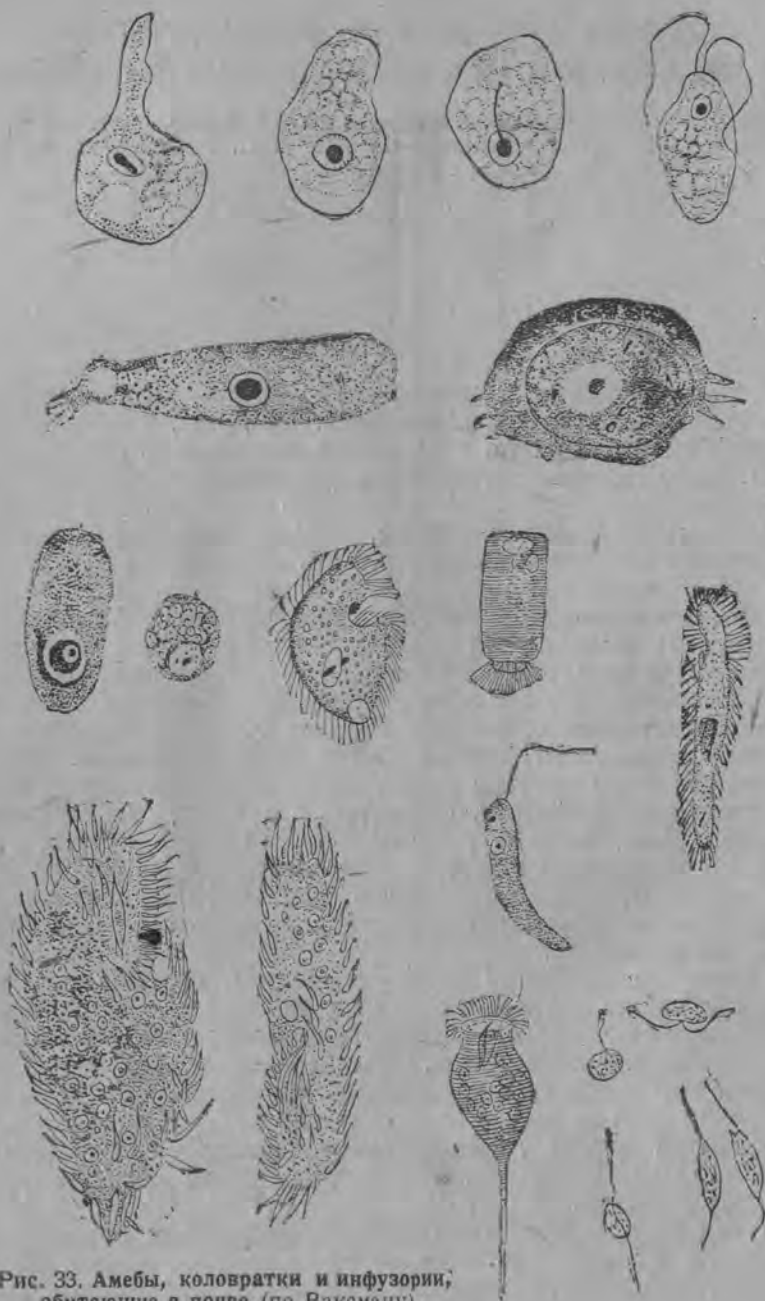


Рис. 33. Амебы, коловратки и инфузории,
обитающие в почве (по Ваксману).

точная уменьшенная копия основного корпуса. Все поверхности предплужника—лемех и поверхность отвала—строго параллельны соответствующим поверхностям основного корпуса. Это главный признак предплужника. Очень часто американские заводы вместо предплужников ставят на плуги так называемые джойнтеры или скимкольтеры. Но у джойнтера и скимкольтера все рабочие части не параллельны рабочим частям основного корпуса. Поэтому джойнтер и скимкольтер не пригодны для культурной вспашки.

При работе плуга с предплужником получается следующее: пласт резко разделяется на две части—на верхнюю (примерно 10 сантиметров), неспособную крошиться, и нижнюю—способную крошиться. Перед плугом с предплужником не ставится задача раскрошить эту верхнюю часть. Верхняя часть пласта неспособна крошиться. Поэтому бесполезно пытаться ее раскрошить. От этой части пласта надо избавиться. Достигается это посредством предплужника. Предплужник устанавливается в среднем на 10 сантиметров глубины. В зависимости от почвы эта глубина может быть равна и 9 и 11 сантиметрам. Предплужник сбрасывает верхнюю часть пласта в борозду.

Предплужник на треть меньше во всех своих частях, чем основной корпус. Нож, который необходим, чтобы сделать борозду правильной, устанавливается сзади предплужника, перед основным корпусом. Сначала идет предплужник на глубину около 10 сантиметров, затем нож, а затем основной корпус. (В многолемешных тракторных плугах нет нужды в ноже перед каждым корпусом. Нож нужно ставить здесь только перед последним корпусом—полевым.)

Раз предплужник захватывает меньшую ширину, то и разрез его лемехом уменьшается до двух третей по отношению к ширине основного лемеха. Совершенно упраздняется разрез ножом в верхней части пласта. В неотрезанных местах дернина отрывается. Этот разрыв имеет двойное значение. Разрез почвы связан с полным разрушением в пыль тех комков, которые попадают под нож или лезвие лемеха. Упразднение разреза уменьшит распыление почвы.

Кроме того, работа режущими приборами требует наибольшей затраты энергии; при вспашке почти 40 процентов всей энергии, которая нужна для того, чтобы привести в движение плуг, идет на преодоление сопротивления ножа. Главная часть сопротивления работе ножа сосредоточена в верхней части пласта. Раз нож производит разрез только в нижней половине пласта, то на три четверти уменьшается затрата энергии на преодоление сопротивления почвы ножи.

Пласт, поднимаемый предплужником, сбоку не отрезан. Снизу он отрезан только с левой стороны на две трети своей ширины. А пласт, не подрезанный с двух сторон, давит, как пружина,

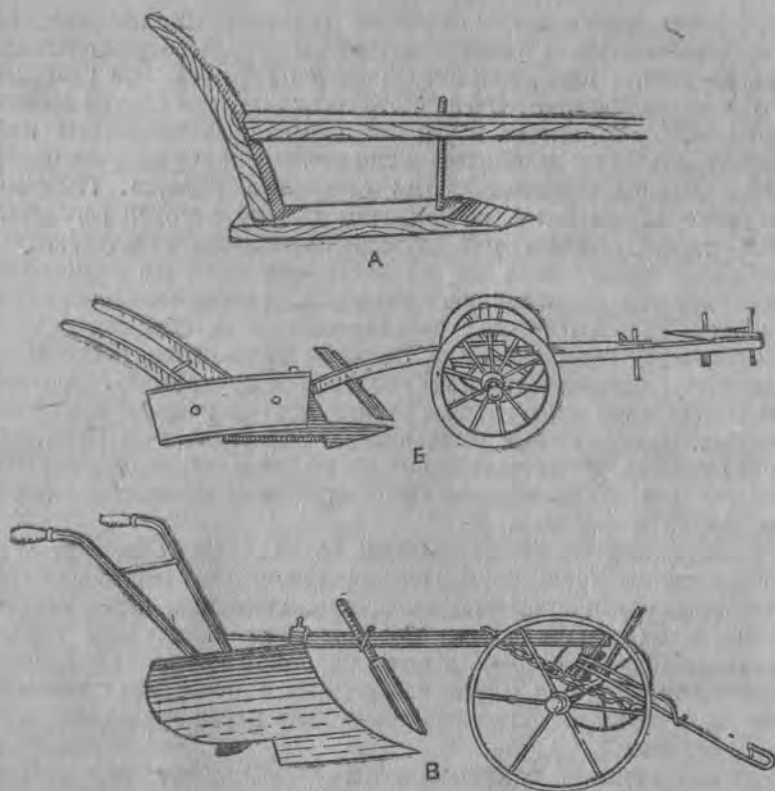


Рис. 34. Прimitивные орудия обработки почвы, применявшиеся на Украине и в б. Новороссии: А—рало; Б—малороссийский сабан, разбившийся из двух соединенных рал; В—стальная копия сабана завода Рансома—«Новороссийский колонистский плуг».

на предплужник и придает плугу большую устойчивость (этот момент важен только при живой тяге). Благодаря этому плуг с предплужником получил название самохода. При вспашке почвы многокорпусными тракторными плугами этот положительный момент утрачивает свое значение. Но в полной мере сохраняется то положительное свойство, что при разрыве почти совершенно не происходит распыления почвы.

Предплужник отрывает верхнюю часть дернины и сбрасывает ее на дно борозды. Заметим, что можно совершенно не заботиться о том, в каком виде она упадет туда: в виде ленты, рваной ленты или глыб. Затем идет нож. Он отрезает остальную часть пласта. Лемех основного корпуса отрезает снизу всю массу пласта.

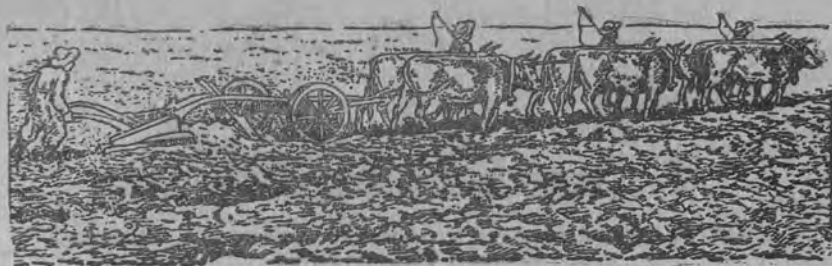


Рис. 35. Прimitивная обработка почвы сабаном, применявшаяся в XIX в. на Украине.

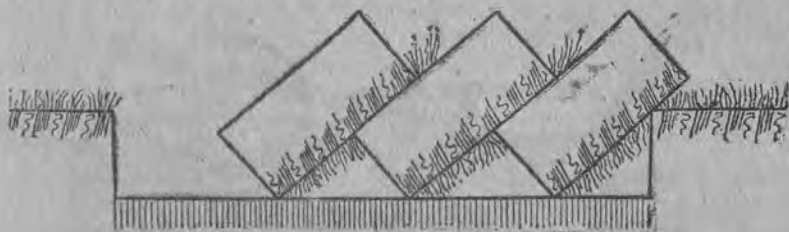


Рис. 36. Схема положения пластов при вспашке взметом.



Рис. 37. Однокорпусный английский плуг с укороченным винтовым отвалом (среднего типа). Впереди главного корпуса (а) помещается скимкольтер (б) и перед ним нож (в).

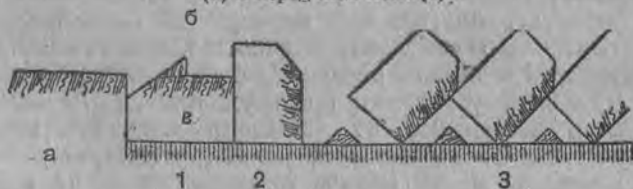


Рис. 38. Схема положения пластов при вспашке винтовым плугом со скимкольтером: 1—положение пласта после последовательного прохода ножа (а), скимкольтера (б) и лемеха корпуса (в); 2—положение пласта после прохода отвала корпуса; 3—окончательное положение пластов.

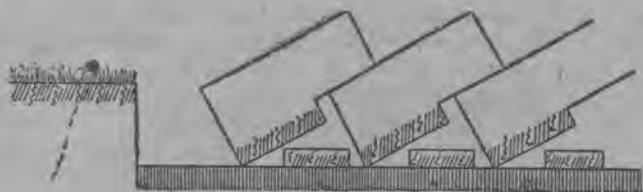


Рис. 39. Схема положения пластов при вспашке американскими плугами с джойнтерами.

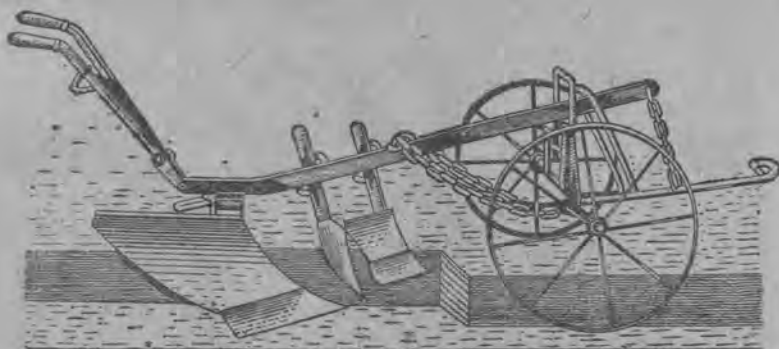


Рис. 40. Однокорпусный конный плуг Р. Сакка с предплужником для культурной вспашки.

Пласт поднимается на очень крутой отвал, на нем крошится и заваливает сброшенную предплужником часть пласта раскрошенной комковатой почвой с минимальным содержанием пыли. Пыль, неизбежно образующаяся при трении всей массы почвы об отвал, при падении комков с высоты отвала просеивается на дно борозды. Получается идеально комковатая поверхность пашни.

Глубина вспашки. Чтобы прикрыть 10 сантиметров верхней части пласта, неспособной крошиться, слоем комковатой почвы, нужно захватить плугом еще минимум 10 сантиметров почвы. Отсюда глубина в 20 сантиметров принята как минимальная глубина, при которой возможно введение вспашки плугом с предплужником. (Глубина установки предплужника на 10 сантиметров сохраняется независимо от установки основного корпуса на вспашку глубже 20 сантиметров, — до 30 сантиметров.)

Если вспашка будет мельче 20 сантиметров, то непременно из-под комковатой массы почвы будут выступать куски нераскрошенной дернины, и нужно будет применять бороньбу или дискование. Такова система обработки почвы, установленная травопольной системой земледелия.

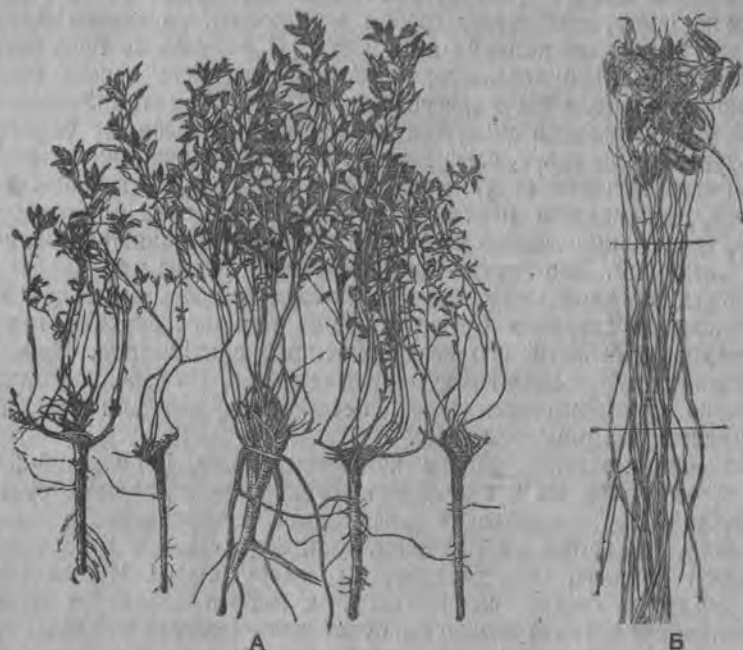
Волокуша и гвоздевка. Поле, вспаханное плугом с предплужником, бывает гребнистым. Если мы будем производить посев по полю, имеющему гребни и борозды, то семена будут попадать в разные условия влажности. В результате получится пестрое поле. Для хорошего, высококачественного посева необходимо, чтобы поле было совершенно гладкое. При старой системе обработки почвы для уничтожения борозд употребляют борону. Культурная вспашка, т. е. вспашка плугом с предплужником, совершенно отказывается от услуг бороны. Чтобы сгладить борозды, на поле, вспаханном плугом с предплужником, на следующую весну, как только можно выехать в поле, употребляют деревянную волокушу. Это чрезвычайно простое орудие: три деревянных бруса параллельно соединены 50-сантиметровыми цепочками на концах деревянных брусьев. Длина каждого бруса 1 метр, а поперечное сечение его квадратное, в 5 сантиметров. Брусья соединяются цепочками совершенно подвижно. На переднем брусѣ подвижно прикрепляется скоба, которая служит для прицепа волокуши к упряжному крюку.

Основные правила работы волокуши такие. Если мы будем двигать волокушу по направлению гребней, то, очевидно, брусья волокуши будут захватывать массу почвы и тащить перед собой эту массу, пока она не ссыплется направо и налево в борозды. Придется тащить по поверхности массу почвы. Комки при этом движении будут разрушаться, и работа волокуши будет приносить вред. Если волокуша будет идти поперек борозды, то задние бруски будут падать с гребней в борозды и ударять по комкам. Здесь тоже разрушается большое количество комков. Поэтому ни вдоль, ни поперек гребней вспашки волокушу направлять нельзя. Волокушу следует пускать только под углом к направлению гребней. При этом она снимает верхнюю часть комковатой почвы с гребня и тут же рядом сыплет ее в борозду. После этого получается идеально ровная поверхность, по которой можно пускать рядовую сеялку. Этот прием и усвоила травопольная система. Только этим приемом можно хорошо обработать почву, сохранить структуру и подготовить благоприятные условия для семян.

Если весной окажется, что почва сильно заплывла и на поверхности образовалась корка, волокушу следует заменить гвоздевкой. Устройство гвоздевки, как и волокуши, просто и легко. (Об этом говорят рисунки, помещенные на стр. 137—138).

Заметим, что если почва у нас бесструктурна, сильно распылена или зяблевая вспашка произведена не плугом с предплужником, а обычным плугом, тогда обрабатывать поле волокушей или гвоздевкой нельзя. Если зяблевая пахота выполнена простым плугом, весной необходима тяжелая борона, необходим культиватор.

Теперь вспашка плугом с предплужником обязательна, как



В

Рис. 41. Результат обработки почвы плугом с неправильной формой отвала (так называемая «культурная форма») и с такой же формой предплужника, кладущего пласт не на дно борозды, а на «щеку» предыдущего пласта: А — отрезки корневых шеек и корней люцерны, прорастающие в этих условиях (люцерна запахана в 1937 г., сфотографирована 10 — V 1938 г.); Б — проростки овсяга. Прорастают рядами по направлению борозд; В — поле яровой пшеницы, которую приходится пропалывать от проросшей люцерны (Кубанская опытная станция, ст. Кубанская).



Рис. 42. Поверхность клеверища, поднятого тракторным плугом без предплужника. Совхоз Крекшино, Московской обл.

закон. В постановлении СНК СССР и ЦК ВКП(б) «О мерах обеспечения устойчивого урожая в засушливых районах юго-востока» сказано:

«Установить, как обязательное агротехническое требование, вспашку на глубину не менее 20—22 сантиметров, а при меньшем пахотном слое—на всю его глубину, с обязательным использованием всех имеющихся предплужников».

Борьба с сорняками. В том же постановлении, как недалекое будущее, намечены к повсеместному осуществлению в засушливых районах правильные травопольные севообороты. В настоящее время такие севообороты уже вводятся в тридцати машино-тракторных станциях. Однако нормальное развитие многолетних трав возможно лишь в условиях полного очищения полей от сорняков. В условиях засоренных почв многолетние травы, если и могут иногда переносить угнетение сорняками, то за короткий срок своего пребывания в полевом севообороте (в засушливых районах 2—3 года) они вследствие этой неравной борьбы с сорняками, не успевая должным образом с ними справиться, чрезвычайно слабо влияют на изменение отрицательных свойств почвы. После вспашки такого травяного поля хозяйство вместо урожая пшеницы собирает урожай главным образом сорняков. Такая масса сорняков появляется в результате того, что в толще пахотного слоя покоится до момента вспашки травяного поля огромное количество всхо-

жих набухших и яровизированных в природных условиях семян сорняков, уничтожить которые многолетние травы, разумеется, не могли.

Очевидно, что урожай трав в условиях засоренного поля будет чрезвычайно низок, а если укос производился на сено, то понижается и качество собранного сена.

В борьбе с сорняками, в борьбе за успешное внедрение правильных травопольных севооборотов со всей силой должно сказаться положительное значение системы зяблевой обработки почвы (лучение жнивья одновременно с уборкой на глубину не больше 5 сантиметров и последующей зяблевой вспашкой плугом с предплужником на глубину 20—22 сантиметра) и систематической послойной обработки черного пара. Немедленное, повсеместное и безоговорочное осуществление этих двух систем обработки должно предшествовать посеву трав, и с этой стороны вышеуказанное постановление СНК СССР и ЦК ВКП(б) совершенно правильно предусматривает постепенное освоение посевов многолетних трав в севооборотах засушливых районов.

Необходимо в кратчайший срок освободиться от засоренности полей—этого наследия варварского прошлого царского земледелия. Нельзя не отметить в этой борьбе с сорняками значения системы предпосевной обработки почвы под ранние яровые и особенно под так называемые поздние, как, например, просо и кукуруза. На первое место здесь выступает значение предпосевной культивации без обрачивания пласта почвы, которой до самого последнего времени не придавалось должного значения, а в ряде случаев по «инициативе» мест она запрещалась.

Нельзя не отметить, что, к сожалению, очень многие наши культиваторы лишены набора лап плоскорежущего типа, в то время как последние особенно необходимы для засушливых районов.

Культивация, хотя бы и многократная, должна производиться не глубже будущего посева культурного растения; более глубокая предпосевная культивация сильно снижает урожай.

После этих замечаний перейдем теперь к детальному ознакомлению с двумя системами обработки почвы в травопольном севообороте: с системой основной зяблевой обработки почвы (лучение жнивья и зяблевая вспашка) и с системой предпосевной обработки (ранневесенняя обработка и обработка черных паров).

СИСТЕМА ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

1. Задачи лущения стерни.—2. Приемы зяблевой обработки почвы.—3. Техника лущевки.—4. Техника зяблевой пахоты.
-

Как всякое мероприятие в сельском хозяйстве, лущение стерни преследует несколько задач. И сказать, какая из задач главнее, очень трудно. На этой трудности и основан закон равнозначности всех условий сельского хозяйства. Отсутствие какой-нибудь грошевой детали или материала может сорвать весь план уборки и причинить многомиллионные убытки.

Поэтому при перечислении задач лущения стерни первая, вторая и т. д. задачи означают только порядок их перечисления.

Задачи лущения стерни. Первая задача лущения стерни—борьба с засорением почвы. Она основана на общем свойстве всех сорняков созреть (давать семена) раньше уборочной спелости культурного растения, к которому приурочен сорняк. Поэтому какая бы ни была уборка: тереблением, серпом, косой, косилкой, жнейкой, лобогрейкой и комбайном, безразлично, после уборки поверхность всякого гектара убранных полей усеяна миллионами семян сорняков. Если эти семена оставить на поверхности, они не прорастут и будут запаханы при ближайшей вспашке, увеличивая засоренность почвы.

Вторая задача лущения жнивья—борьба с засоренностью почвы, т. е. борьба против уже содержащихся в почве семян сорняков.

Только путем лущения можно избавиться от пырея, свинороя, горчак, молочана, овсюгов, костров, брыцы и других.

Понятно, что всякая обработка почвы, а следовательно, и лущение стерни, должна совершаться при наименьшей затрате работы, безразлично механической или живой, или воплощенной в средствах производства. Величина затраты труда на обработку почвы, каждой в отдельности, определяется ее структурностью и влажностью. От них зависит связность почвы—сила сцепления ее частиц; связность равна нулю у структурных и может достигнуть огромной величины у бесструктурных почв. В этом случае ее величина зависит от механического состава и степени влажности.

Чем влажнее почва, тем меньше ее связность. В сухом состоянии связность почвы может увеличиться до такой степени, что обработка ее обыкновенными орудиями становится неосуществимой.

Спелый необработанный хлеб сам не потребляет воды из почвы и вместе с тем защищает почву от дальнейшего высыхания. Он защищает почву от ветра. Уже через день после уборки хлеба влажность почвы может уменьшиться на 1—2 процента, и это небольшое высыхание может вызвать увеличение связности в 2—4 раза. Таково свойство почвы: когда она влажна, например, содержит 20—25 процентов воды, то уменьшение этой влажности на 1—2 процента едва заметно отразится на связности. Когда та же почва суха, содержит, например, 7—9 процентов воды, то уменьшение ее влажности на те же 1—2 процента может вызвать удвоение, учетверение ее связности и, следовательно, во столько же раз увеличение расхода работы, а, следовательно, и пережог горючего на производство лущения.

Отсюда азбучное правило. Лущение жнивья производится одновременно с уборкой. Лущение стерни нельзя откладывать—это работа срочная, ударная.

Третья задача лущения стерни—борьба с насекомыми-вредителями, зимующие стадии развития которых (яйца, личинки, куколки или взрослые особи) помещаются или на стерне, или на падалице, или на проросших сорняках, или в поверхностных слоях почвы. Этих насекомых большое количество, и все они представляют массовые бичи растениеводства.

Достаточно назвать гессенского комарика, шведскую муху, зеленглазку, несколько видов пилильщиков, кузьку, озимую совку, свекловичного долгоносика, клеверного и люцернового долгоносиков, лугового мотылька, капустную муху, луковую муху. Их можно уничтожить, только создав в среде, где они сосредоточены, анаэробные, т. е. бескислородные условия, так как все они требуют кислорода для дыхания.

Четвертая задача—борьба с почвоутомлением, которое вызывается так называемыми почвенными микроорганизмами, преимущественно грибами, зимующие фазы которых сосредотачиваются в верхних слоях почвы в отличие от воздушных микроорганизмов, зимующих на растениях. Число почвенных микроорганизмов, причиняющих почвоутомление, огромно. Почти все технические и овощные культуры имеют свои специфические грибы-вредители. Так, льноутомление причиняется 22 видами. Известен гриб, причиняющий капустную килу. Гриб вертициллум причиняет картофельный вилт и вилт всех пасленовых—помидоров, табака, баклажанов; известен ряд болезней, причиняемых так называемыми «фильтрующимися вирусами»—курчавость, мраморность листьев и др.

Зимние споры этих грибов сохраняют жизнеспособность в бескислородных условиях до 2—3 лет, и с ними приходится бороться или путем удлинения до 2 лет использования травяного поля полевого севооборота (лен) или перенесением культуры растений, страдающих от почвоутомления, в кормовой севооборот; но со многими грибами можно бороться, лишая их кислорода в течение одного года.

Пятая задача лущения стерни состоит в возможно полном использовании послеуборочных дождей, позднелетних и осенних. Цель этой задачи двоякая. Первая сводится к тому, чтобы ко времени основной зяблевой вспашки на полную глубину—нормальную 20 сантиметров или глубокую до 30 сантиметров, накопить в пахотном слое возможно большее количество влаги, чтобы пахотный слой дошел до состояния «пахотной спелости». При этой «спелости» влажность почвы равна приблизительно 60 процентам волосной (капиллярной) влагоемкости. Такая «спелая» почва обладает наименьшей связностью и наибольшей способностью крошиться, рассыпаться на комки, не образуя пыли. При большей влажности почва становится пластичной, т. е. дает при вспашке пласт лентой, из которого давлением отвала выжимается вода, отчего свежий пласт блестит. После высыхания такой пласт может быть только разбит на глыбы и пыль глыбодробом. Такого состояния влажность почвы осенью достигнуть не может.

Чем меньше влажность почвы по сравнению с ее спелостью, тем с более возрастающей прогрессивностью увеличивается ее связность и растет количество работы, затрата которой необходима для ее обработки. Очевидно, что в той же мере растет и затрата горючего для производства этой работы. Теоретически пережог горючего при вспашке нелущеной почвы против лущеной доходит до 68 процентов, практически он колеблется около 65 процентов. Совершенно ясно, что такая экономия, выражающаяся по всему Союзу числом, превышающим миллиард рублей, служит достаточным основанием считать требование лущения стерни обязательным к исполнению.

Увлажнение пахотного слоя до состояния «спелого» при лущении жнивья ни в какой мере не связано с наличием осенних дождей. После уборки до наступления зимы может не выпасть ни одного дождя, и все-таки к началу или середине сентября пахотный слой достигнет «спелости». Этот процесс есть результат осеннего колебания температуры почвы. В течение лета почва прогревается на большую глубину, и эта теплота утрачивается почвой лишь в марте. В течение всей зимы глубокие слои почвы теплее поверхностных. Вследствие разности температур возникает из нижних теплых слоев непрерывный восходящий ток водяного пара, сгущающегося в верхних холодных слоях.

В этом процессе и кроется вторая цель этой пятой задачи лущения

ния жнивья. Процесс сгущения водяного пара продолжается в сущности в течение целого года, причем весной, летом и осенью под воздействием ночного охлаждения поверхности почвы. Особенной яркости это сгущение достигает осенью и усиливается по мере увеличения разности температур дня и ночи. Если почва не взлущена, то количество воды, скопившееся за ночь, днем вновь испаряется в воздух. Происходит непрерывная, безвозвратная и бесполезная для производства растрата нашего основного фонда воды, которому мы обязаны ежегодным наступлением наибольшего весеннего содержания воды в пахотном слое. Поэтому на нашем засушливом юго-востоке мы и встречаем в глубоких слоях почвы так называемый «мертвый горизонт», совсем не содержащий воды, производственно полезной. «Мертвый горизонт» — результат многолетней, хищнической примитивной культуры. В больших массивах целины «мертвый горизонт» отсутствует. В них поверхность почвы покрыта природным «степным покровом», и баланс прихода и расхода воды иной, чем на пахотных угодьях. Как только поле взлущено, так тотчас прекращается бесполезная трата воды испарением и не менее бесполезное стекание послеуборочных дождей по плотной поверхности почвы.

Приемы зяблевой обработки почвы. Таковы пять равнозначимых задач лущения стерни, но до очевидности ясно, что эти задачи достижимы только при двух обязательных условиях:

1) чтобы лущение стерни производилось одновременно с уборкой и

2) чтобы за лущением стерни следовала глубокая зяблевая вспашка плугом с предплужником.

Эти два приема составляют в своей неразрывной совокупности систему зяблевой обработки почвы.

И оба приема, оторванные один от другого, примененные каждый в отдельности без применения другого, лишаются или всего или почти всего производственного значения, а следовательно, и смысла.

Мы еще плохо используем те колоссальные возможности, которые заключают в себе сотни тысяч тракторов, комбайнов, плугов и т. д. Есть еще работники, которые только формально, «для отчета» выполняют ясные указания партии и правительства. Чем иным, как не сознательным вредительством, нужно объяснить «работу» тех мерзавцев (я не мог подыскать более сильного выражения), которые через 20 дней после уборки пускают по стерне комплект буккеров, соединенных трактором, для «лущения» стерни и одновременно вслед за трактором с буккерами следует трактор с плугами для зяблевой вспашки, и в отчете записывается «план лущевки стерни выполнен на 100 процентов».

Техника лущевки. Лущевка стерни производится не глубже чем на 5 сантиметров. Если придерживаться большинства инст-

рукций и лушить на 7—8—10 сантиметров, то большинство осыпавшихся семян сорняков не взойдет, и мы будем только увеличивать засоренность почвы. Взойдут только семена сорняков, уже бывших в почве, и первая задача лушения совсем не будет исполнена. Но какой смысл будет иметь выполнение второй задачи, когда мы той же обработкой, которой уничтожили некоторое количество сорняков, семена которых были в почве, сторицей пополняем запас тех же семян тех же сорняков в той же почве. В старину такого рода занятие квалифицировалось, как переливание из пустого в порожнее. Я боюсь, что «агрономы», защищающие борьбу с пыреем и прочими сорняками в «чистых» парах, очень близко подошли к оправданию приведенной квалификации. Ведь обработка «чистых» паров начинается с весно-вспашки.

Лучевка на 5 сантиметров возможна только дисковыми орудиями, тем более, что к лучевке жнивья не применяется требование запашки стерни. Требуется только перевернуть почву лучимого поля верхней поверхностью вниз, чтобы прикрыть семена, а не стерню, не глубже 5 сантиметров.

Эту операцию лучше всего производит вогнутый диск, так называемый «дисковый отвал». Лучше других орудий исполняет эту работу специальный 17-корпусный лушильник жнивья, так называемый «пшеничный плуг», при уборке комбайном, и приемлемый суррогат при конной уборке представляет дисковый культиватор Рондаля (работает всвал) или Ладова (работает вразвал), так называемые «рандали».

Еще лучше исполняют эту работу «плужки (бороны) Экми», состоящие из 20 параллельных отвалов без лемехов и подошв. Нижнее ребро отвалов заточено, и все 20 отвалов, установленные вкось, отваливают 20 пластиков вправо. Дальше, приблизительно через 60—70 сантиметров, все 20 отвалов, скручиваясь, переходят к отваливанию влево, исправляя все огрехи и оставляя за собой идеально взлущенное поле.

Но все эти орудия в их современном исполнении не дают возможности выполнить главное требование операции лушения жнивья—одновременность его выполнения с уборкой зернового хлеба комбайном.

Все мои обращения к инженерам Главсельмаша разбивались о возражение, что теоретические расчеты показывают, что мощности современных тракторов нехватит для дополнительной нагрузки бункером для копнения соломы и мякины и лушильником, тем более, что для того, чтобы сравнять ширину захвата пшеничника с захватом хедера комбайна, пришлось бы добавить еще 5—7 дисковых отвалов.

Указания на то, что Главсельмаш пользуется преувеличенными коэффициентами, вследствие порочности принципа их вывода,

не достигали цели, так как инженеры все внимание сосредоточивают на орудиях производства, а не на объекте производства.

Пришлось прибегнуть к кустарному способу разрешения вопроса огромной всесоюзной важности. Инициативу по практическому разрешению вопроса взял и. о. старшего научного сотрудника руководимой мной почвенно-агрономической станции Главзерна НКЗ СССР при кафедре почвоведения Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева И. С. Нестеренко, работающий на Миллеровской МТС (одной из опытных МТС названной станции), Криворожского района, Ростовской области.

Результаты работы И. С. Нестеренко лучше всего усматриваются из приводимого документа:

«АКТ. 1938 года, июля 26 дня. Мы, нижеподписавшиеся, старший инженер Северо-западного управления Ростовского облас Ковалев С. И., старший механик Миллеровской МТС Пластинин Я. Д., агроном Миллеровской МТС Чмыхалов С. А., и. о. старшего научного сотрудника почвенно-агрономической станции НКЗ СССР Нестеренко И. С. и председатель колхоза «Новая жизнь» Шевцов С. А., произвели осмотр полей колхоза «Новая жизнь» Миллеровской МТС, Криворожского района, на которых произведено лущение жнивья сконструированным агрегатом (комбайн и луцильник) и. о. старшего научного сотрудника Нестеренко И. С., и нашли что:

1. Переконструированный дисковый луцильник (пшеничник) с левого поворота на правый (по ходу комбайна) и увеличением его рабочего захвата до полного захвата хедера комбайна «Коммунар» дал полную возможность составить агрегат из комбайна и дискового луцильника на одной тракторной тяге—трактор ЧТЗ.

2. Сцепка комбайна и 24-дискового луцильника смонтирована по принципу сцепки двух комбайнов на тяге трактора ЧТЗ и вполне отвечает техническим требованиям.

3. Лущение жнивья производится на глубину от 3 до 6 сантиметров на выравненных площадях; на невыравненных же площадях глубина лущения колеблется от 0 до 8 сантиметров. Огрехи при лущении получают только на разъемных бороздах и на блюдцеобразных впадинах, которые в диаметре меньше захвата 24-дискового луцильника. При проверке 1-го, 3-го и 7-го полей первого севооборота колхоза «Новая жизнь» оказалось, что пропуски составляют не более 5 процентов от всей взлущенной площади.

4. Качество среза колосовых культур и их подбора на хедер вполне удовлетворительно, а именно: при наложении метровок за хедером, при уборке озимой пшеницы «гостианум 0237» на поле № 3 оказалось на 1 квадратном метре только 4 нормально развитых колоса, которые можно собрать граблями.

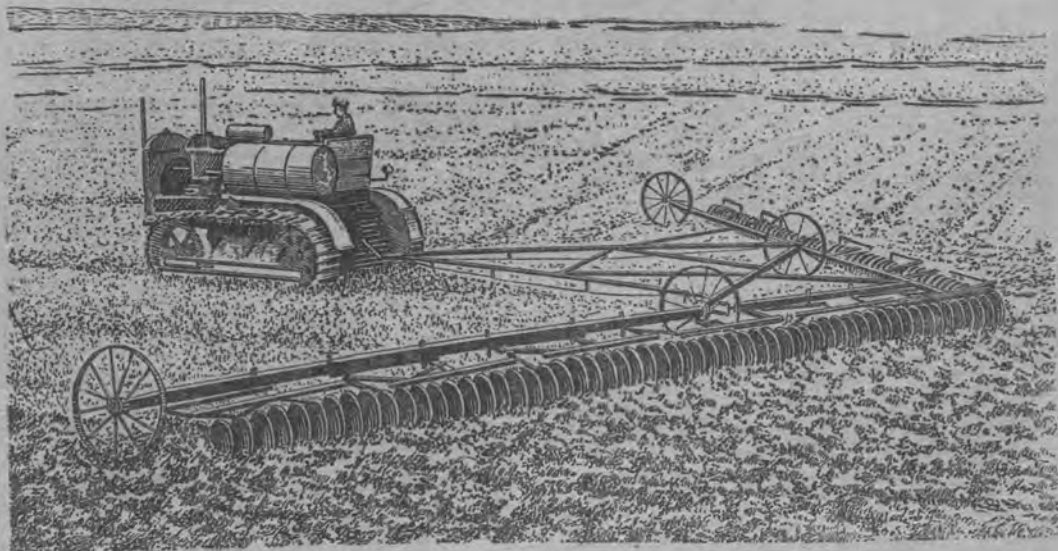


Рис. 43. Лушильный агрегат в работе.

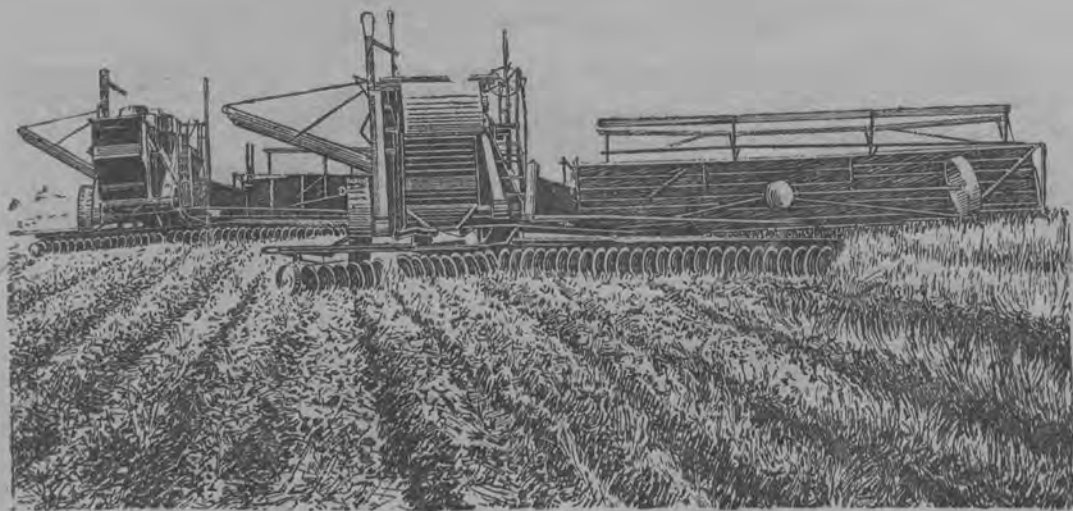


Рис. 44. Луцильник в сцепе с комбайном. Лушение идет одновременно с уборкой.

Таким образом при густоте стояния озимой пшеницы в 450 колосьев стеблей на один квадратный метр потери в колосьях выражаются 0,88 процента. Такой же процент потери колосьев выражается и на яровых колосовых культурах.

5. Поля, убранные комбайнами одновременно с лушением, на день осмотра представляют зеленый фон от прорастания сорняков (полевой выюнок, молоккан, осот, сурепка и т. д.).

На полях, взлущенных на 5-й и 10-й день после уборки, сорняки не проросли на этот же день: например, поля колхозов имени Кирова и имени Ленина. Поля, взлущенные после уборки хлебов, в настоящее время имеют громадные трещины и настолько сцементированы, что корпусной плуг Колющенко не в состоянии заглубиться до 20 сантиметров, а заглубляется на глубину больше 25 сантиметров, т. е. под глыбу.

Заключение. По применению одновременной уборки колосовых культур совместно с лушением дисковым лушильником конструкции тов. Нестеренко И. С. по принципу сцепа двух комбайнов на тракторной тяге трактора ЧТЗ считаем, что данная конструкция уборки колосовых с одновременным лушением, при осмотре агрегата в работе, показала нормальную хорошую обработку поля.

При разработке данной конструкции единственно желательно учесть использование агрегата комбайна «Коммунар» и дисковых лушильников на тяге СТЗ-НАТИ, доводя общее тяговое усилие до максимума 1 500 кг.

Данный агрегат освободил колхоз от дополнительной рабочей силы при обработке каждым агрегатом в отдельности.

Старший инженер Сев.-Зап. Зерн. Управл. Облзс Ковалев; старший механик Пластинин; старший агроном МТС Чмыхалов, старший научный сотрудник почвенно-агрономической станции НКЗ СССР Нестеренко; председатель колхоза „Новая жизнь“ Шевцов.

Вопрос об одновременном лушении стерни и уборке можно считать разрешенным.

Техника зяблевой пахоты. Оставшиеся задачи, выполнение которых лишь подготовлено лушением стерни, требуют создания бескислородной среды, в которой должны быть заключены проросшие семена многолетних сорняков, зимующие на стерне, падалице, сорняках, в самом поверхностном слое почвы, яйца, личинки, куколки и взрослые особи насекомых-вредителей, споры грибов почвенных вредителей, споры грибов, причиняющих всевозможные почвоутомления и фильтрующиеся вирусы. Кроме того, создавая бескислородные условия в почве, мы, так сказать, попутно достигаем двух мероприятий, значение которых не может быть преуменьшено. Мы, во-первых, регулируем состав микроскопического населения почвы и, во-вторых, способствуем накоплению в почве перегноя.

Микроскопическое население почвы, так называемые микроорганизмы почвы, чаще всего представляются в виде бактерий, и это имеет оправдание в ходе развития почвенной бактериологии, как и бактериологии общей. Значение почвенных бактерий колоссально велико, так же как их число. Численность бактериального населения почвы на гектаре исчисляется астрономическими величинами—миллионами билионов и триллионов. Мы в сущности не имеем права говорить о химизме почвы; так ничтожно количество чисто химических реакций в почве. В ней преобладают до полного господства биохимические реакции. И все наши мероприятия «химизации» почвы сводятся к регуляции условий жизнедеятельности бактерий.

Рядом с этим подавляющим производственно-полезным населением не меньше население грибное.

Кроме бактериального и грибного преобладающего полезного населения почва кишит и безусловно вредным зоологическим населением. Инфузории, амебы, коловратки, низшие рачки и так называемые «простейшие» (протозои)—все питаются бактериями и приносят в почве исключительный вред. Все эти низшие животные могут жить только в кислородной среде. Так как мы ради питания культурных растений должны поддерживать во время развития культур условия жизни кислородных бактерий, то рядом с ними размножается и животное население и производит опустошение бактериального населения. Поэтому каждой осенью наблюдается резкое ослабление биохимизма почвы, и при примитивной культуре, когда не ведется борьба с этим злом, наступает общее почвоутомление—вялость всех биохимических процессов почвы.

Основная борьба с животным микроскопическим населением почвы ведется в травяном поле. Но и зяблевая вспашка, создавая бескислородные условия, представляет мощное средство регуляции состава почвенного микронаселения. Поэтому после зяби в почве весной отмечается резкое усиление бактериальной деятельности или усиление «окислительно-восстановительного потенциала».

Второй процесс—накопления органического вещества—представляет прямое следствие создания бескислородных условий разложения органического вещества.

При зяблевой вспашке после предварительного лущения стерни в почву запахивается масса опрокинутой лущевкой стерни и масса проросших сорняков. В бескислородной среде отмирает масса высших (насекомых) и низших животных организмов. Все это органическое вещество подвергается бескислородному разложению.

При разложении в кислородных условиях органическое вещество разрушается нацело, до «полной минерализации всех элементов органического вещества».

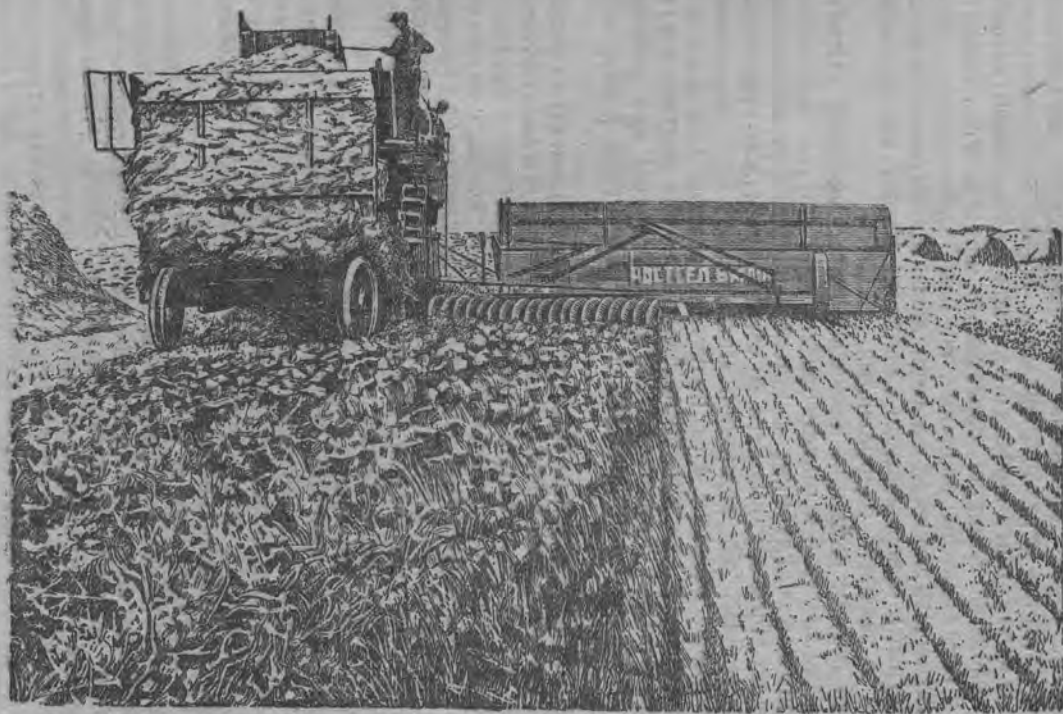


Рис. 45. Комбайн оборудован соломокопнителем и в прицепе луцильником.

Другое дело при бескислородном разложении. При нем бактерии этого разложения выделяют ульминую перегнойную кислоту, которая, накапливаясь, скоро останавливает процесс разложения. Около половины первоначальных органических остатков остаются неразложившимися. Кроме того, накапливается некоторое количество аморфного перегноя—ульминовой кислоты.

При зяблевой вспашке образование некоторого количества перегноя имеет большое значение, так как бескислородные условия, главная цель зяблевой вспашки, достигаются ценой разрушения перегноя в поверхностном слое зяби. Вновь образующийся перегной и заменяет разрушенный.

Самый процесс создания бескислородных условий слагается так. Орудие зяблевой вспашки представляет плуг с предплужником. Наименьшая глубина, с которой начинается возможность применения этого орудия, есть 20 сантиметров. Мы уже видели, как определилась эта величина. Многолетний опыт показывает, что наилучшие условия для получения высших урожаев всех культур, порядка для яровой пшеницы 80—100 центнеров с гектара, представляет комковатая структура почвы при размерах комков от 10 до 2 миллиметров и при отсутствии распыленной почвы и глыб.

Тот же производственный опыт установил, что как бы ни хороша была структура любой почвы весной, эта почва к моменту уборки зерновых хлебов совершенно утрачивает структуру и прочность. Ежегодная утрата структуры под влиянием хорошо изученных причин распространяется на всякой почве на глубину до 10 сантиметров. Если вспахать такую почву простым плугом без предплужника, получится смесь глыб, комков и пыли, и на такой почве высокий урожай недостижим.

Опыт показал, что почва, утратившая структуру, при наличии в ней деятельного перегноя, возобновляет полностью утраченные свойства под влиянием корневой системы культурных растений. Задача возобновления запаса деятельного перегноя возлагается на поле многолетних трав, а задача восстановления комковатой структуры—на зяблевую вспашку.

Задача предплужника и состоит в том, чтобы снять верхние 10 сантиметров почвы, сбросить их, не заботясь об их состоянии, на дно борозды, с тем, чтобы идущий сзади предплужника главный корпус прикрыл их слоем комковатой почвы. Чтобы прикрыть верхние 10 сантиметров почвы, нужно как наименьшее еще 10 сантиметров, которые на следующий год утратят структуру. Поэтому $10 + 10 = 20$ сантиметров считаются минимальной глубиной обработки, так как только с этой глубины возможно применение предплужника.

Если лущение стерни произведено «по инструкции» до 8 сантиметров, то предплужник, не встречая достаточного сопротивле-



Рис. 46. Поле после прохода агрегата, показанного на рисунке 45.

ния, просто сгруживает и толкает перед собой массу земли и жнивья, плуг «забивается» в стойках, и предплужник приходится снимать, т. е. возвращаться к примитивной агротехнике.

Когда все в порядке, то сначала предплужник отрывает пласт на глубину 10 сантиметров и сбрасывает на дно борозды, а никак не на щеку предыдущего пласта. За предплужником следует черенковый (но не дисковый) нож и за ним главный корпус. В многокорпусных плугах оставляется только один черенковый нож у заднего корпуса.

Пласт нижних 10 сантиметров (или глубже) рассыпается на крутом основном отвале плуга с предплужником в мелкие комки и засыпает сброшенные на дно борозды верхние 10 сантиметров ровным вспушенным до 13—14 сантиметров слоем с неглубокими бороздами, которые осенью не уничтожаются.

Очевидно, что в поверхностном слое рыхлой комковатой почвы должен возникнуть яркий процесс кислородного разложения перегной, накопленного бактериями бескислородного разложения. И чем сильнее будет выражен этот процесс, тем энергичнее он будет поглощать кислород, и под тонкой пленкой кислородного разложения во всей остальной массе почвы установятся глубокие бескислородные условия.

Все это обеспечивает создание наилучших условий для высокого урожая и объясняет, почему лущение стерни одновременно с уборкой и последующая зяблевая пахота плугом с предплужником на глубину 20—22 сантиметра должны быть обязательными приемами в каждом совхозе и колхозе.

СИСТЕМА ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

1. Подразделение предпосевной обработки почвы.—2. Ранневесенняя обработка зяблевых полей.—3. Изолирующий слой (мульч). 4.—Волочение или обработка волокушей.—5. Применение гвоздевки.—6. Общие принципы всякой предпосевной обработки.—7. Орудие предпосевной обработки.—8. Общие задачи обработки парового поля.—9. Главная задача черного пара.—10. Летняя обработка черного пара.—11. Борьба как прием ухода за растением.

Из предыдущего видно было, что центр тяжести борьбы с сорной растительностью в социалистическом земледелии должен быть перенесен на систему зяблевой обработки, в которой сосредоточивается как предупредительная борьба с засорением почвы, так и непосредственная борьба с самыми опасными корневищевыми сорняками и отчасти захватываются некоторые моменты борьбы с однолетними и корнеотпрысковыми сорняками. Но из главных биологических особенностей сорняков с очевидностью вытекает, что одними мерами предупредительной борьбы с засорением почвы ограничиться нельзя. Ни система зяблевой обработки, ни уход за семенным материалом, ни соблюдение правил агроминимума, т. е. окашивание междунков, дорог, откосов, канав и террас, выкашивание пустырей (которых в социалистическом хозяйстве не должно быть, но с которыми приходится пока считаться),—все это не может освободить от необходимости непосредственной борьбы с сорняками в поле. Эта необходимость особенно подчеркивается в период перехода от прежней, бессистемной крестьянской обработки к систематической культурной обработке колхозных и совхозных полей. Но даже и после освобождения социалистических полей от главной массы сорняков эта необходимость непосредственной борьбы сохранится под влиянием двух моментов: неминуемого заноса сорных семян ветром, птицами, платьем работников и, с другой стороны, под влиянием биологических особенностей сорняков. Поэтому все системы предпосевной обработки включают в себя как неизбежный момент меры борьбы с засоренностью. Необходимо также не меньше одного раза в течение севооборота один год посвящать систематической непосредственной борьбе с засоренностью почвы, т. е. обработке парового поля.

Подразделение предпосевной обработки почвы. На этом основании все системы предпосевной обработки разделяются на две группы: 1) предпосевная обработка под яровые культуры, кото-

рая, в свою очередь, распадается на два вида—обработка под ранние и обработка под поздние яровые; 2) предпосевная обработка под озимые культуры или обработка парового поля.

Из предыдущего изложения с совершенной очевидностью вытекает то огромное значение требований партии и правительства по отношению к осенней обработке почвы, которые, глубоко понятые стахановским движением колхозников, в самое непродолжительное время приведут к 100-процентной зяблевой обработке социалистических полей.

Первая весенняя обработка всех полей, подвергавшихся зяблевой обработке, одинакова. Ранней весной почвы всех полей находятся в состоянии первого количественного максимума влажности, определяемого перегонкой водяного пара из незамерзших горизонтов почвы и сгущением его в верхних замерзших слоях почвы.

Ранневесенняя обработка зяблевых полей. В полях, подвергавшихся зяблевой обработке, этот первый максимум влажности достигает своего высшего выражения, так как, кроме зимнего запаса воды, сосредоточенного исключительно в волосных промежутках почвы и ее комков, ранней весной все количество снеговой воды заполняет и неволосные промежутки. Поэтому весенний максимум воды в почве, не подвергавшейся зяблевой обработке, равен 100 процентам волосной (капиллярной) влагоемкости. В почвах же, подвергавшихся зяблевой обработке, этот запас равен 100 процентам полной влагоемкости почвы, т. е. в среднем на 30—35 процентов больше.

По общему правилу всякая почва теряет испарением тем большее абсолютное количество воды в единицу времени, чем больше воды она содержит. Это правило очень ярко иллюстрируется в опыте Эзера.

	Влажность почвы в процентах полной ее влагоемкости				
	100	80	60	40	20
Поверхность в 100 кв. см испарила воды (в г) в течение 9 дней:					
Почва А	1459	1174	879	591	298
" Б	1651	1341	999	669	330

Изолирующий слой (мульч). На всех полях, вспаханных на зябь, первая обработка ранней весной состоит в создании условий уменьшения испарения абсолютного количества воды. Эти

условия достигаются путем создания так называемого изолирующего слоя на поверхности почвы, состоящего из рыхлого комковатого слоя почвы. Два первых слоя комков этого изолирующего покрова непосредственно соприкасаются с воздухом, быстро высыхают, и так как волосное сообщение их с основной массой почвы прервано, защищают от испарения всю остальную массу почвы. Насколько сильно влияет изолирующий слой, иллюстрируется нижеприведенными данными того же Эзера, обозначающими количество воды, испаренной поверхностью почвы в 4 000 кв. сантиметров в течение 10 дней при различной толщине слоя рыхлой почвы, создающего изолирующий покров.

		Глубина изолирующего слоя (в см)				
		0	0,5	2,5	4,5	8,5
Испарилось воды (в г)	Почва А	2 097	720	527	368	253
	» Б	2 925	1 922	1 270	736	477

Волочение, или обработка волокушей. Изолирующий слой создается с помощью волокуши, но никак не бороны, тем более легкой. Бороньба, как было уже выяснено раньше, неизбежно связана со значительным распылением почвы, и после ее применения изолирующий слой, представляющий смесь комков и распыленной почвы, после первого же дождя превращается в бесструктурную массу, так как все неволосные промежутки между комками заполняются распыленной почвой. Испарение воды из бесструктурного слоя происходит чрезвычайно энергично.



Рис. 47. Схема устройства волокуши.

Волокуша, устройство которой было описано выше, применяется лучше всего в конной запряжке, и так как эта работа представляется очень срочной, ударной, то на производство весеннего волочения зяби должен быть мобилизован весь наличный конский состав. Обработка тракторная не так удобна вследствие легкости этой работы, так что, для того чтобы загрузить полностью трактор СТЗ, потребовалось бы такое большое число волокуш, которое придало бы всему агрегату высшую степень неповоротливости. Для совхозов, не располагающих достаточным кон-

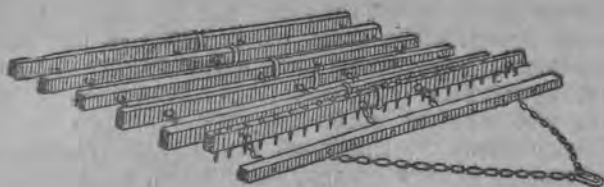


Рис. 48. Гвоздевка (по Азребоз).

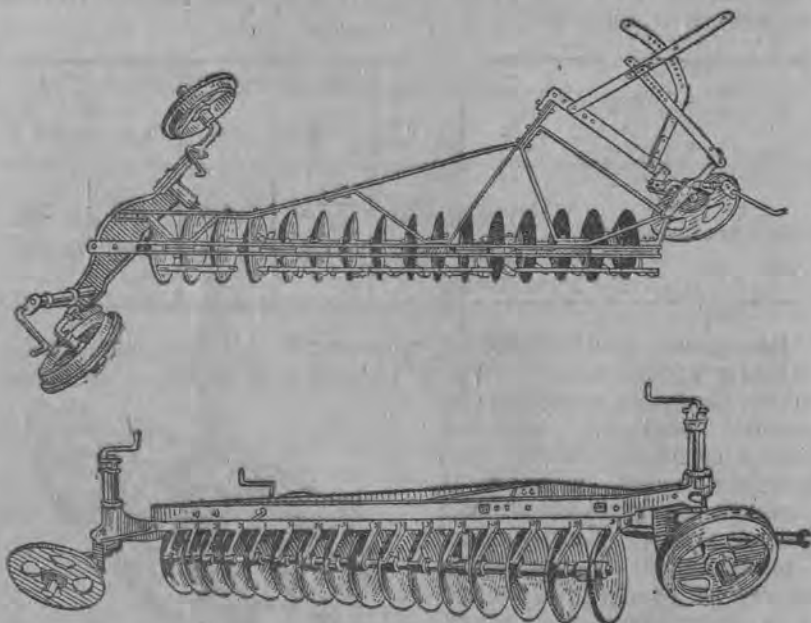


Рис. 49. Тракторный «пшеничный плуг», марка ППТ9, применяемый исключительно для лущения жнивья.

ским поголовьем, можно рекомендовать производить волочение посредством трактора возможно малой мощности, чтобы избежать большой громоздкости прицепного агрегата при полной нагрузке трактора.

Как правило без исключения, волочение производится вкось (не вдоль и не поперек) направления плужных борозд. При такой работе снятая волокушей почва гребня засыпает ближайшую борозду. Этим определяются и крайняя легкость волочения, и наименьшее распыление почвы как результат очень незначительного передвижения ее.

Применение гвоздевки. В случае не совсем еще окультуренных почв, не достигших еще максимальной прочности, или на полях, наиболее удаленных в севообороте от травяного поля, на которых почва уже в значительной мере утратила свою прочность, применяется гвоздевка. Принципиальное отличие гвоздевки от бороны заключается в том, что у гвоздевки имеется только один ряд зубьев и, следовательно, совершенно устранен наиболее вредный элемент работы бороны, работа последующих (второго, третьего и т. д.) рядов ее зубьев.

Работа гвоздевкой производится по той же схеме, что и волокушей. Раннее весеннее волочение применяется на всей площади зяблевой вспашки независимо от того, каково ее дальнейшее назначение.

Применять обработку волокушей или гвоздевкой можно только в том случае, если зяблевая вспашка произведена плугом с предплужником. Если зяблевая вспашка исполнена простым плугом, т. е. без предплужника, нужна тяжелая борода, а волокуша и гвоздевка бесполезны.

Общие принципы всякой предпосевной обработки. Следует твердо запомнить то положение, что можно говорить о системе предпосевной обработки только в том случае, когда была исполнена система зяблевой обработки. Эти две системы неразрывны в своем сочетании, и в случае отсутствия системы зяблевой обработки всякая предпосевная обработка неминуемо будет обладать свойством стихийности. В этом случае задача зяблевой обработки, т. е. рыхления всего пахотного горизонта, переносится на весну. И какая бы ни была применена весенняя предпосевная обработка, она будет связана с неизбежной утратой запаса воды в почве и также неизбежно с рыхлением почвы больше чем на глубину прикрытия семян. Если соблюдать правило не рыхлить весной почву больше чем на глубину прикрытия семян, пришлось бы рекомендовать примитивный посев наволоком, который всегда резко снижает урожайность.

Отсюда совершенно ясна первая задача системы предпосевной обработки, и она должна удовлетворять основному требованию прорастающих культурных растений, семена которых должно

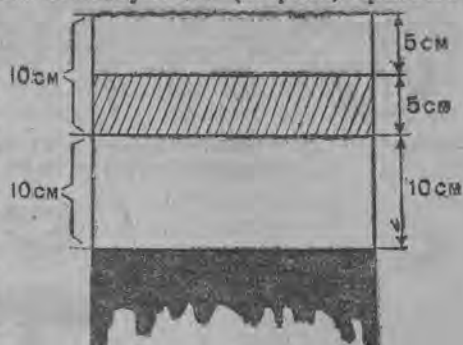


Рис. 50. Схема строения пахотного слоя. Верхние 5 см взрыхлены при лущении и вместе со следующими 5 см сбрасываются на дно борозды предплужником. Нижние 10 см засыпают сброшенную на дно часть рыхлым слоем в 15—18 см во взрыхленном состоянии.

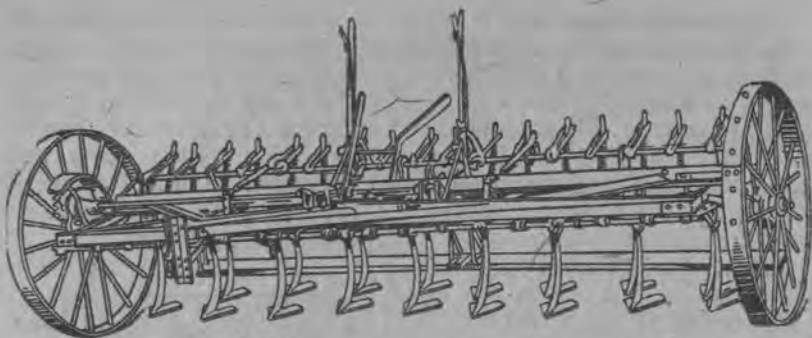


Рис. 51. Лаповый экстирпатор, применяемый осенью для подрезания проросших сорняков после зяблевой вспашки.

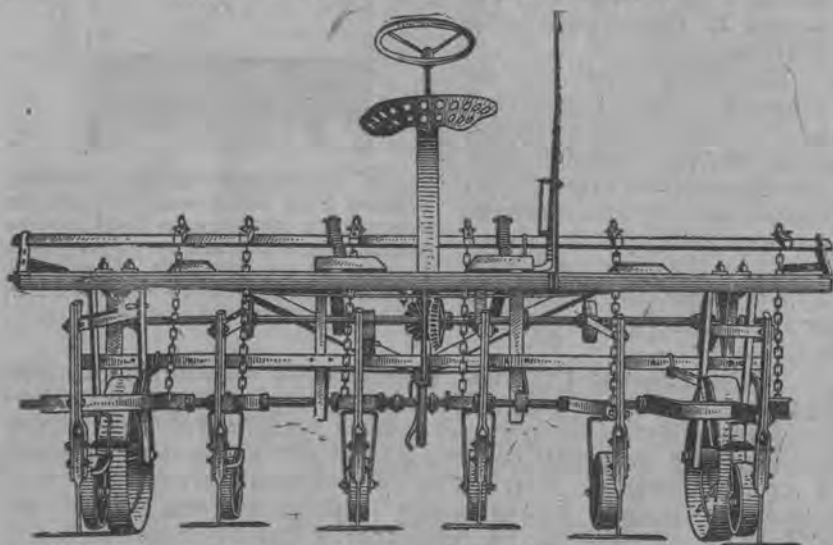


Рис. 52. Экстирпатор тов. Касторного (слесарь совхоза им. Сталина, Воронежской обл.).

лежать на осевшей почве, не способной к дальнейшему оседанию. Оседание почвы после прорастания семян неразрывно связано с обрывом корней, их сминанием и поранением их усвояющей поверхности. Поэтому, как показывает опыт Западной Европы, весенняя предпосевная вспашка, произведенная глубже работы сошников сеялки или работы запашника, влечет за собой уменьшение урожая. Особенно чувствительны к этому моменту сахарная свекла, вообще все корнеплоды и озимые хлеба.

Второй момент, который должен быть принят во внимание при предпосевной обработке, тот, что прорастающее семя требует возможно проницаемой как для воздуха, так и для проростка покрывки в форме слоя прочной комковатой почвы.

Третий момент, который одновременно должен быть соблюден с большой настойчивостью, тот, что верхний слой почвы должен быть в возможной степени очищен от способных прорасти органов сорняков. Это совершенно очевидно по отношению к корневищевым сорнякам и не менее очевидно по отношению к сорнякам, прорастающим из семян. Высейные семена ранних яровых должны пролежать в почве не меньше 4—5 дней, чтобы набухнуть перед началом образования проростка. В случае поздних яровых культур этот срок растягивается от 7 до 14 дней по причине меньшей разницы температур нижних и верхних слоев почвы и, следовательно, менее энергичного сгущения перегоняющихся из нижних горизонтов паров воды в форме капельно-жидкой воды вокруг высейных семян.

В то же время, пока длится неизбежный период набухания семян культурных растений, семена сорняков, пролежавшие в почве всю зиму, находятся в состоянии набухшем. Они яровизированы и начинают прорасти тотчас после волочения, когда к ним будет обеспечен доступ воздуха. Понятно, что семена сорняков, имеющих в своем распоряжении лишних 5—15 дней, при всяких условиях перегонят всходы культурных растений и или заглушат их, как это неизбежно при поздних яровых, или снизят урожай ранних яровых.

Поэтому третья задача предпосевной обработки состоит в возможно полной очистке взрыхленного ею слоя от семян сорняков.

Совершенно очевидно, что борьба с корневищевыми сорняками в это время осуществима только с полным уничтожением условий, благоприятствующих прорастанию семян сорняков.

Из всего вышеизложенного совершенно ясно вытекает самый характер правильной системы предпосевной обработки при непрерывной предпосылке—при произведенной зяблевой обработке.

Орудие предпосевной обработки. Все вышеприведенные требования к предпосевной обработке осуществимы только путем обработки экстирпатором, или, как его неправильно называют, культиватором. При этом очень важна самая конструкция рабочего органа экстирпатора, лапы. В большинстве распространенных экстирпаторов лапы их, представляющие двойную наклонную (крышеобразную) поверхность, прикрепляются к раме экстирпатора посредством чугунной или железной толстой стойки. У некоторых конструкций передняя часть стойки ножеобразно заострена. Как было выяснено выше, такая лапа будет работать наподобие зуба бороны, т. е. разотрет в пыль комки почвы на двойную ширину самой стойки и на всю длину хода экстир-

патора. Поэтому у правильно сконструированного экстирпатора стойка должна представлять полосу стали не больше 2—3 миллиметров толщиной и шириной, определяемой качеством стали, во всяком случае не меньше 10 сантиметров. Стойка прикрепляется к раме своей широкой стороной по ходу движения экстирпатора, и переднее ребро затачивается, как нож. Лапа прикрепляется к стойке болтами с потайными головками.

Лапы экстирпатора подрезывают проростки сорняков. Эта операция в случае очень раннего посева производится непосредственно перед посевом. В случае несколько более поздних посевов операция эта производится при появлении дружных всходов сорняков и второй раз—перед самым посевом. Но во всех случаях она производится на глубину, не превышающую глубины последующей установки сошников сеялки.

Система предпосевной обработки перед поздними яровыми отличается от только что описанной лишь тем, что применение экстирпатора по мере позеленения поля, определяемое недружностью всходов сорняков, может быть повторено всего до трех раз при соблюдении того же обязательного правила—не превышать предпосевной обработкой глубины, на которую будут положены семена.

Получаемая даже только при двукратном применении экстирпатора крупность зерен комковатой структуры достаточна даже для посева наиболее мелких культурных семян (мак). Стремление получить очень мелкую структуру для посева мелкосемянных культур имеет значение только при отсутствии зяблевой обработки, когда приходится производить весновспашку.

Весновспашка, произведенная мелко, дает глыбистую структуру, произведенная на полную глубину образует довольно крупнокомковатую структуру. При посеве на поле с такой структурой мелких семян большая часть их может стекать (сбежать) по широким некапиллярным промежуткам на такую глубину, с которой они уже не дадут проростков. Поэтому в этих случаях принято многократным боронованием придавать поверхностному слою почвы мелкую структуру, при которой неизбежно образование массы пыли. В этом случае даже небольшой дождь образует корку, которую приходится разрушать или применением рубчатого катка, или боронованием.

При работе экстирпатора образование корки возможно только при очень сильных ливнях, и в этом случае тоже неизбежно приходится применять рубчатый каток или борону как орудия ухода за растениями. Операция ломки посевов вынуждается исключительно отсутствием системы зяблевой обработки.

Система предпосевной обработки при условии выполнения системы зяблевой обработки никогда не производится ни дисковыми культиваторами, ни зубowymi боровами.

Общие задачи обработки парового поля. Задача предпосевной обработки перед озимыми ничем принципиально не отличается от предпосевной обработки под яровые хлеба. Предпосевная обработка под озимые носит название обработки парового поля, или паровой обработки.

Очень часто в число задач паровой обработки включают как наиболее важную задачу накопление воды в почве. Это имело значение только в том случае, когда отсутствовала система зяблевой обработки и когда пары разделялись на черные пары и ранние чистые пары апрельские, майские и зеленые, или поздние. С тех пор как зяблевая обработка стала по закону обязательной, совершенно очевидно, что все ранние, поздние и всякие майские, июньские пары представляют уже анахронизм и скоро окончательно отойдут в прошлое. Паровое поле должно получить основную обработку по той же системе зяблевой обработки, что и поле под яровые культуры. Если паровое поле не имело основной зяблевой обработки, тогда оно не в состоянии использовать первый весенний максимум влаги, совершенно не будучи в состоянии удержать хотя часть влаги этого максимума. В этом случае первой задачей обработки парового пара, действительно, становится возможное накопление воды, но выполнение этой задачи нацело зависит от частоты весенних и летних дождей, т. е. процесса стихийного. И урожайность на таком поле независимо от дальнейшей обработки почвы будет носить стихийный характер.

Главная задача черного пара. Черный пар лишь одно звено той неразрывной системы мероприятий, которую мы называем правильным севооборотом. Все звенья этой цепи неразрывно связаны между собой взаимозависимостью. Лишь когда все звенья цепи одинаково крепки, мы можем достигнуть нашей цели — высокой и устойчивой в непрерывности своего повышения урожайности, а через нее непрерывного роста производительности труда — главной основы социалистического общественного строя и всего, что на нем зиждется и к чему стремятся граждане Советского Союза.

Цепь рвется на самом слабом звене. И если она разорвется хотя бы на одном звене, все остальные звенья становятся бесполезными, и мы возвращаемся к первобытному, дикому, стихийному хозяйству, при котором величина урожая зависит только от частоты выпадения дождя. Стихийная высота урожайности, которая в своем неудержимом прогрессивном падении быстро возвращает нас к первобытной непроизводительности труда, к беспомощности, дикости и невежеству в борьбе с природой!

Мы бы напрасно стали искать одной задачи черного пара. Они многообразны, все взаимосвязаны со всеми задачами всех других систем мероприятий и все равнозначимы в прогрессивности

своих последствий как положительных, так и отрицательных. Маленькая ошибка или недоделка в обработке черного пара вызывает большую засоренность посева в следующем году, что влечет еще большее снижение урожая, при одновременной большой затрате труда на прополку, что немедленно приводит к огромному снижению оплаты трудодня—к прорыву в семенном фонде, в обеспечении кормового фонда для продуктивного животноводства и т. д.

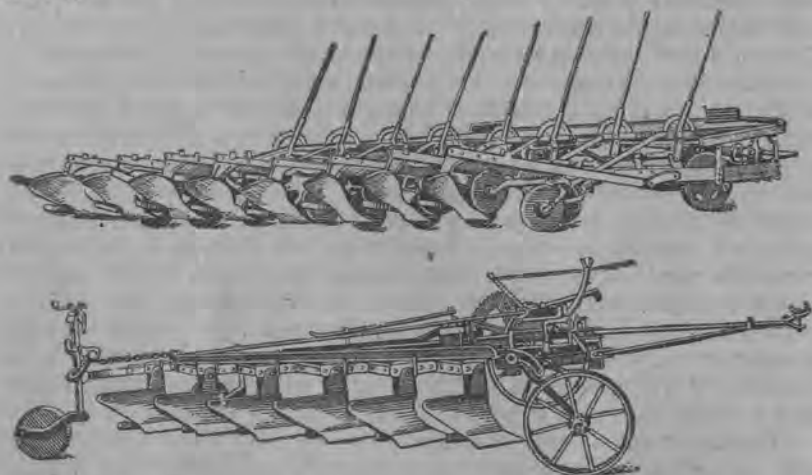


Рис. 53. Многокорпусные тракторные плуги для лущения паровых полей, но не живья.

Многообразие задач черного пара было причиной того, что черному пару раньше приписывали и такие задачи, которых он заведомо исполнить не может. Несмотря на то, что эти ранние ошибки уже давно вскрыты, за них продолжают держаться до сих пор, несмотря на то, что они вносят много неясности в систему паровой обработки почвы.

Искусственно созданное многообразие задач черного пара не может затушевывать главной его задачи. Главная задача черного пара—борьба с сорняками.

Сама собою понятна производственная важность этой задачи, при невыполнении которой все растениеводство грозит обратиться в культуру сорняков.

Борьба с сорняками и представляет ту связь, которая неразрывно связывает черный пар с системой зяблевой обработки почвы.

Все огромное разнообразие полевых сорняков мы разделяем на три группы: однолетние, корневищевые и корнеотпрысковые.

Все они одинаково вредны, но по трудности борьбы с ними они располагаются в обратном порядке.

Задача зяблевой обработки состоит в предупреждении засорения почвы семенами всех групп сорняков и в прямой борьбе с засоренностью почвы корневищевыми и озимыми однолетниками (овсяг), и насколько зяблевая обработка бессильна в борьбе с однолетниками и корнеотпрысковыми, настолько черный пар (и занятой пар) несостоятелен в борьбе с озимым овсягом и представляет бесспорно лучший способ размножения корневищевых сорняков на полях.

Вторая, равнозначимая с первой, задача зяблевой обработки—предупреждение массового размножения зоофитов, стадии развития которых (яйца, личинки, куколки) зимуют на живых, падалице, сорняках, на поверхности почвы и в ее верхних слоях (шведская, гессенская, капустная, луговая мухи, озимый червь, луговой мотылек, полевой слизень и многие другие).

Третья, не менее важная, задача зяблевой обработки—использовать поздние летние и осенние дожди для накопления возможно большего запаса воды в почве,—запаса, необходимого для успешности многократной обработки почвы в черном пару.

Система зяблевой обработки, как мы уже говорили, складывается из двух приемов: 1) лущение жнивья, 2) зяблевая вспашка. Чтобы не повторяться, мы не будем здесь говорить об их назначении, ибо все то, что сказано в предыдущем разделе о системе зяблевой обработки, относится и к осенней обработке черного пара.

Добавим здесь только то, что в обоих случаях зяблевая вспашка осенью ни в коем случае не боронится. В случае зарастания зяби в течение долгой теплой осени сорняками может быть допущена только культивация лаповым культиватором (не диском и не бороной). Борьба с корневищевыми сорняками посредством системы зяблевой обработки может достигнуть цели исключительно только применением плуга с предплужником. Зябь, вспаханная простым плугом (без предплужника), ни в какой мере не может достигнуть цели и служит только для облегчения развития корневищевых сорняков.

Летняя обработка черного пара. Поля, подвергавшиеся системе зяблевой обработки (т. е. лущению жнивья и зяблевой вспашке), содержат наибольшее количество воды, какое может вместить почва. Это количество равно 85 процентам осенних (правильнее, послеуборочных) дождей; 15 процентов в среднем испаряется поверхностью непокрытой растениями вспаханной почвы. В течение всей зимы водяной пар из нижних незамерзших слоев почвы перегоняется в верхние замёрзшие слои и замёрзает в волосных промежутках комков. При этом широкие неволосные промежутки

между комками остаются свободными. Весной снеговая вода целиком (на 100 процентов) проходит в эти промежутки и не стекает по поверхности. Смыв почвы и размыв полей прекращаются. Неволосная вода движется в массе почвы между комками по уклону медленным потоком (верховодка); частью проникает по трещинам подпочвы и питает все лето грунтовые воды и реки, не допуская обмеления их до несудоходной межени.

Под влиянием весенней воды поверхность зяби заплывает, и начинается усиленное испарение, так как чем больше в почве воды, тем больше она ее испаряет. Поэтому, как только можно въехать на поле (на зяби это наступает очень рано), вся незасеянная зябь должна быть взрыхлена.

Весеннее рыхление зяби производится или деревянной волокушей, или, если заиливание сильное, волокушей-гвоздежкой, но никак не бороной (в особенности легкой). Волочение производится только под углом к плужным бороздам (не вдоль и не поперек борозд). Весеннее рыхление зяби—работа ударная, и на нее должен быть брошен весь имеющийся парк двигателей. Вместе с тем работа волокуши крайне легкая, поэтому предпочтительна конная (одноконная) тяга. Тракторная требует особого прицепа, и поэтому агрегат получается крайне неповоротливым.

Задача черного пара (и занятого, и пропашного)—очистка почвы от засоренности однолетними и корнеотпрысковыми (осот, татарник, льнянка, горчак, хвощ) сорняками.

Нужно твердо усвоить, что попытки бороться в черном пару с корневищевыми сорняками путем «вычесывания» корневищ боронами, пружинными боронами, драпачами, пружинными культиваторами, сохами и специальными конными граблями представляют лучшие способы массового размножения корневищевых сорняков на полях. Борьба с корневищевыми сорняками должна быть сосредоточена исключительно в системе зяблевой обработки после двух или трех зерновых хлебов, предшествующих черному пару, с тем чтобы поле, вступающее в черный пар, было уже свободно от корневищевых сорняков.

Если на поле, засоренном корневищевыми сорняками, по севообороту предусмотрено между двумя зерновыми пропашное, последнее на одну ротацию должно быть заменено зерновыми непропашными, так как междурядное рыхление тоже способствует размножению корневищевых.

Другими словами, правильный севооборот должен быть не только конкретизирован, но и локализован, т. е. на определенных полях правильному севообороту должен предшествовать так называемый переходный севооборот.

Принцип, лежащий в основе систематической борьбы с сорняками в черном пару, тот, что семена сорняков ставятся в условия лучшего их прорастания, а когда все способные прорасти семена

прорастут, их уничтожают, причем на поверхность выворачивают еще не очищенный от сорняков слой почвы. Так как задача черного пара—очистить весь пахотный слой от сорняков, то, очевидно, эта обработка должна охватить весь пахотный слой.

Исходя из этого принципа, черный пар после весеннего волочения оставляют без обработки дней на десять, пока он не зазеленеет от всходов сорняков. Тогда наступает время его обработки.

Для точного определения срока обработки нельзя руководствоваться календарным расписанием, а нужно ежедневно на восходе солнца осматривать поверхность пара (не с лошади или экипажа), чтобы определить, сколько за ночь появилось новых проростков сорняков (проростки всякий легко узнает).

Производить осмотр днем нельзя: проростки или обратятся во всходы или, что бывает на черноземе, могут погибнуть на солнцепеке. Когда два утра подряд появляется мало проростков (штук 5—6 на 1 кв. метр), надо приступать к лушению пара. Дождаться прекращения всходов сорняков нельзя, вследствие качественного их признака—недружности прорастания (лебеда до 3 лет).

Лушение черного пара—работа ударная и должна быть закончена в возможно короткие сроки.

Орудием лушения должен быть непременно многокорпусный лушильник. Необходимо вывернуть на поверхность слой почвы, еще не очищенный от сорняков. Поэтому применение для лушения пара борон, культиваторов, драпачей, дисков или буккеров или лушильников со снятым отвалом бессмысленно и должно быть запрещено.

Глубина первой лушевки пара должна быть не мельче 5 сантиметров и не глубже 7 сантиметров. Лушенное поле черного пара не боронуется и в таком виде остается до нового позеленения, когда подвергается второму лушению.

Время второго лушения определяется так же, как и при первом лушении. Характер орудия такой же. Глубина второго лушения 10 сантиметров. После позеленения второй лушевки на нее вывозится навоз. Кучи навоза распределяются по лушеному полю вдоль загонов будущей его заправки.

Кучи тотчас за возкой раскидываются равномерно по квадратам между лехами, вдоль загонов, и в тот же день запахиваются.

Оставлять навоз незапаханным нельзя вследствие улетучивания из него азота в форме аммиака.

Заправка навоза производится многокорпусными плугами с крутыми ружадловыми отвалами на высоких стойках и без предплужников и с дисковым ножом у заднего (полевого) корпуса.

Глубина заделки навоза 13 и не глубже 15 сантиметров.

Если между лушевками или перед двойкой поверхность чер-

ного пара заплывает от грозового ливня, она тотчас после обсыхания должна быть в ударном порядке разрыхлена лаповым культиватором.

После заправки навоза черный пар вновь покрывается сорняками—их заправка должна совпадать с двойкой пара.

Время двойки определяется спелостью запаханного навоза. Двойку нужно производить, когда навоз еще можно найти при раскопке поля, но солома в нем легко рвется и растирается (когда навоз становится «коротким») не раньше и не позже. Очевидно, что работа двоения также ударная. Но, кроме того, она срочная.

Орудием двойки должен быть рухадловый плуг, и так как цель двоения—равномерное перемешивание навоза со всем пахотным слоем для избежания «пестроты поля», то плуг должен быть без предплужника.

Глубина двойки должна быть равной глубине пахотного слоя. Двойкой нужно пользоваться для углубления пахотного слоя, так как вспашка производится без предплужника, и, следовательно, нижний слой, не совсем еще культурный, смешивается со всей массой.

Если подпахотный слой не был раньше подготовлен, то углубление должно быть очень постепенное, не больше 1—2 сантиметров за один раз. Если подпахотный слой подвергался на прошлогодней зяби рылению почвоуглубителем, то можно сразу вывернуть слой до 5 сантиметров.

Последний срок двойки под озимый посев 20 дней до посева озими, в случае обычно мало дождливой осени—30 дней, так как главное правило всякой культуры то, что семя должно лежать на осевшей почве. Поэтому неизбежно прорастающие по двоенному полю сорняки должны уничтожиться только лаповым культиватором, работающим не глубже той глубины, на которую будет произведен посев. Отвальные заправщики (буккера) безусловно не применимы (хотя бы с отнятыми отвалами).

Разбросной посев заделывается также исключительно лапчатым орудием, иначе будут вывернуты непроросшие семена сорняков, и посев будет сорным.

При обработке черного пара бороны совсем не применяются. Нужно твердо запомнить, что борона—орудие ухода за растениями, а не орудие обработки почвы.

Бороньба как прием ухода за растением. Бороньба нормально применяется для обработки почвы только в том случае, когда последняя покрыта растением. Такие случаи представляются при бороновании озимей ранней весной и многолетних трав после укоса или окончания пастбы. Цель боронования—создание изолирующего слоя, который сведет до минимума потерю воды почвой помимо растения. Бороньба растений производится непременно тяжелыми железными боронами на длинных постром-

ках или прицепных приспособлениях. Легкие бороны или бороны, движущиеся неплавно, скачками, недостаточно рыхлят почву и без пользы уничтожают много растений. Бороны озимей всегда производятся поперек рядов растений, как при посеве рядовом, так и разбросном, при котором всегда образуются ряды от орудий, которыми прикрывается посев, иначе зубья могут выдирать растения целыми рядами. При рядовом посеве, непосредственно после его окончания, поле боронуется в один след самой легкой бороной. В этом случае применяют непременно широкие многозвенные бороны на длинных постромках или прицепных приборах. Борон однозвенных нужно избегать во всех случаях: они вследствие неплавности хода сильно распыляют почву.

Таковы производственные моменты, когда в травопольной системе допускается использование бороны как орудия ухода за растением. В остальных случаях, если травопольная система в хозяйстве осуществлена полностью и все вышеизложенные требования систем обработки выполнены, нужды в бороне никогда не возникнет.

ОСНОВЫ ЗЕЛЕННОЙ КОРМОВОЙ ПЛОЩАДИ И КОРМОВОЙ СЕВООБОРОТ

1. Луговое хозяйство при паровой системе земледелия.—2. Кормовой севооборот.—3. Срок лугового периода кормового севооборота.—4. Состав смеси луговых трав.—5. Время укоса многолетних трав.—6. Полевой период кормового севооборота.—7. Очищение почвы от сорняков.—8. Обеззараживание почвы.—9. Технические культуры в кормовом севообороте.—10. Масличные культуры.—11. Производство сочных кормов.

Зеленая кормовая база служит основой организации продуктивного животноводства. Всякое животноводство, без зеленой кормовой базы, на грубых и концентрированных кормах может быть только или потребителем или навозным скотоводством. Продуктивного животноводства при таких условиях создать нельзя—это азбучная истина.

Здесь возникает вопрос, в чем же разница между кормовым севооборотом травопольной системы и старым луговым хозяйством? Это вопрос чрезвычайно важный, и на нем необходимо остановиться.

При паровой системе земледелия площадь посева все более и более расширялась, а площадь кормовых угодий, за счет которых происходило расширение посевной площади, все более и более суживалась. Сужение кормовых угодий привело к чрезвычайно бессистемному их использованию и, следовательно, к неминуемой порче. Эта порча зеленых кормовых угодий и вызвала к жизни так называемое рациональное луговое хозяйство. Но это рациональное луговое хозяйство полно противоречий.

Луговое хозяйство при паровой системе земледелия. Все приемы лугового хозяйства, от самых старых до современных, имеют в основе задачу разрушения неизбежно накапливающегося органического вещества. Они сводились к разрезанию или разрыхлению дернины с целью пропустить кислород воздуха. Орудия, применявшиеся с этой целью, сводились к системе вертикальных ножей, посредством которых проводились более или менее глубокие борозды в дернине. Весьма понятно, что эти борозды чрезвычайно быстро заполнялись мертвыми растительными остатками, и действие их, если оно и было, оказывалось кратковременным. Между тем затраты на разрезание плотной упругой дернины были очень велики.

Попытки разрезания дернины были скоро оставлены. Разрезание стали заменять сплошным разрыхлением дернины путем

боронования простыми и членистыми боровами. Результаты боронования превзошли ожидания. Вместо улучшения роста злаков после боронования стали усиленно развиваться сорняки и мхи.

Не дали результатов и лушение лугов.

Вся многолетняя практика показала, что так называемые поверхностные улучшения природных лугов не дают хозяйственно-оправдываемых результатов. Для их осуществления приходится делать огромные затраты, а затраты эти не окупаются получаемым результатом.

Для коренного изменения условий питания луговой растительности нужно применить и коренную меру: нужно луг вспахать, нужно взрыхлить почву и пропустить кислород воздуха во всю ее массу.

Для восстановления плодородия луга нужно его перепашивать и пересевать. Перепашка лугов, при чрезвычайно ограниченной площади их, должна была вызвать в условиях паровой системы кормовую катастрофу. При перепашке, хотя бы небольшой части лугов, заметная часть кормового фонда уничтожалась. Для борьбы с этими изменениями величины кормового фонда и выработались совершенно определенные требования в луговодстве: после перепашки кормовых угодий перепашанная площадь занималась непременно кормовыми однолетними растениями. Здесь заключена основная разница между луговодством и кормовым севооборотом. В луговодстве перепашанный луг немедленно занимается кормовыми растениями. Объясняется это чрезвычайной ограниченностью кормовой площади. В кормовом севообороте травопольной системы вспашанный луг занимается полевыми, наиболее ценными растениями. Здесь видна экономически вполне определенная разница. В силу того, что при луговодстве приходилось кормовую площадь беречь, в силу того, что расход на перепашку лугов один из самых больших расходов, сельские хозяева всячески стремились уменьшить частоту применения коренного улучшения луга.

Увеличение срока пользования лугом приводило к неизбежному последствию. Луговая дернина, при очень продолжительном пользовании лугом, достигала такой крепости, такой толщины, что применять культурную обработку плугом с предплужником было уже нельзя. Приходилось волей-неволей использовать приемы старой обработки простыми плугами без предплужника. Простые плуги без предплужника влекли за собой чрезвычайно усиленное дискование и боронование. И без того очень большие затраты на вспашку луга увеличивались вдвое. Значит, благодаря удлинению срока пользования лугом, расход на перепашку луга увеличился в среднем вдвое.

Чтобы покрыть эти непомерные расходы на коренное улучшение луга, луговодство рекомендовало применять посев кормовых растений. Луг занимался кормовыми мешанками и корнеплодами.

Затем возобновлялся многолетний травостой луга. Дальше луг начинал приносить одно сено. Получалось, что самая дорогая операция—вспашка—погашалась дешевым продуктом сельского хозяйства—сеном, кормовым веществом. Это и служило основной причиной того, что старое луговодство никак, несмотря на усиленную пропаганду, не проникало в хозяйство. Луговодство при паровой системе вело к непроизводительной затрате труда и энергии.



Рис. 54. Вынужденная вспашка неглубокими пластами луга долгосрочного пользования американским конным плугом (типа прэри-брайер). Тяжелая работа под силу только четырем лошадям.

Кормовой севооборот. Кормовой севооборот травопольной системы вопрос о производстве зеленых кормов ставит совсем по-иному.

Травопольная система требует, чтобы кормовая площадь была строго рассчитана по ее потребности в хозяйстве. Она не терпит сокращения этой площади. Кормовая площадь должна быть строго увязана с потребностями хозяйства. Луга можно использовать только до тех пор, пока это использование производительно. После этого в кормовом севообороте луг перепахивается и затем на протяжении долгого промежутка времени—7—8 лет подряд—занимается посевом полевых растений, техническими, огородными и зерновыми хлебами высшей ценности.

Таким образом все расходы по возобновлению луга, по коренному улучшению луга оплачиваются при травопольной системе наиболее дорогими продуктами сельского хозяйства. Такая постановка наиболее правильна. При травопольной системе, при кормовом севообороте вся кормовая масса—все сено, все количество

пастбищного зеленого корма—будет как бы бесплатным приложением к доходу от полеводства на лугах. Вот основная разница между луговодством и луговым севооборотом. Эта разница до сих пор еще плохо понимается. Поэтому мы со всей серьезностью, которой заслуживает этот вопрос, и остановимся на кормовом севообороте, который представляет полную противоположность полевому севообороту.

В полевом севообороте мы мирились с многолетними травами, как с неизбежным злом. В полевом севообороте посев трав необходим для восстановления прочности структуры почвы. В кормовом севообороте, наоборот, центр тяжести в создании кормового фонда хозяйства—культура многолетних трав и других кормовых растений. На культуре многолетних трав нужно еще раз специально остановиться.

Мы уже видели, что основная разница между растениями степной и луговой формации, между растениями полевыми и луговыми заключается в их отношениях к накоплению в почве органического вещества. Полевое однолетнее растение не может накопить в почве органического вещества, органических остатков. Наоборот, оно требует непрерывного разрушения запаса органического вещества, имеющегося в почве. Это существенное, ясно выраженное свойство полевых растений. Уже почти сто лет назад оно было совершенно точно сформулировано положением о том, что нет более прямого пути к абсолютному ограблению, обеднению почвы, как беспрерывная культура однолетних растений. Это положение до сих пор не опровергнуто никем.

С другой стороны, мы имеем многолетние травянистые растения луговой формации. Их основное свойство то, что они не могут не накопить органического вещества в почве. Они всегда будут накапливать органическое вещество в почве, причем это накопление идет в порядке прогрессивного увеличения. Если многолетняя трава занимает поле пять лет, то это не значит, что в последнем году она накопит в пять раз больше органического вещества, чем в первом году. В последнем году она накопит гораздо больше органического вещества, может быть в десять раз больше, чем в первом году. Луговые растения обладают способностью накапливать органическое вещество благодаря тому, что под их покровом в почве устанавливаются условия анаэробии, т. е. разложения органического вещества без доступа воздуха. Почва не пашется под этими многолетними растениями.

Максимальное количество органического вещества, накапливающегося в почве, сосредоточивается в самом верхнем горизонте. Это органическое вещество, граничащее с атмосферой, непременно должно разлагаться аэробным путем. Но разложение аэробным путем идет настолько сильно, что оно перехватывает весь кислород, который стремится проникнуть в почву. Поэтому в массе

почвы происходит разложение без доступа кислорода. И чем больше накапливается органических веществ, тем больше поглощается кислорода, тем более сгущаются условия бескислородного разложения. Поэтому процесс накопления органических веществ идет в прогрессивном порядке.

Это основное свойство луговых растений должно, несомненно, оказывать влияние и на самый урожай их, на продуктивность луговых угодий.

В первый год урожай луга не достигает полной высоты по той простой причине, что мы засеваем луга многолетними растениями в расчете на несколько лет пользования—на 7—8 лет. Эта многолетность травянистых растений всегда связана с некоторой медленностью их развития. В первый год жизни растение еще не достигло полного развития и не может вывить максимум своей производительности. Растение только еще развивается и дает сравнительно небольшой урожай. На второй год эти растения достигают максимума своего урожая, почти вдвое большего, чем в первый год. На третий год урожай остается почти таким же. На четвертый год урожай начинает слегка падать, на пятый год—падение еще больше. На шестой год еще больше. После седьмого года получается резкий скачок: урожай падает резко. Дальше урожая начинают из года в год сильно колебаться под влиянием различных погодных условий.

Отчего это происходит? Под влиянием луговой растительности в первый же год почва начинает приобретать комковатое состояние. Почва под влиянием развития корней луговых растений обращается в комковатое состояние, в высшей степени благоприятное для того, чтобы запастись водой. В это же время комки начинают накапливать перегной. Получается чрезвычайно ярко выраженная комковатая структура почвы. Но, как мы только что говорили, луговое растение не может не отложить неразложившегося органического вещества. Поэтому в массе почвы, одновременно с образованием комковатой структуры, остается некоторое количество неразрушенных органических остатков корней растений.

Это повторяется из года в год во все усиливающейся степени. Каждый год, к уже отложенному, прибавляется новое еще большее количество мертвых остатков корней. Промежутки между комками все больше и больше заполняются органическим неразрушенным веществом.

Срок лугового периода кормового севооборота. Через 7—8 лет вся масса почвы, все промежутки между комками оказываются заполненными сплошной массой органического вещества. Все промежутки оказываются забитыми мертвыми органическими остатками, находящимися в стадии разложения. Комки почвы к этому времени достигают максимальной прочности.

Какие условия при этом создаются? Такую почву, которая

обращена в комки, но в которой все промежутки между комками забиты каким бы то ни было веществом (все равно—органическим или минеральным, остатками ли растений или распыленной почвой), мы должны признать за почву бесструктурную. В такой почве движение воды, как вверх, так и вниз, может совершаться только по законам волосности. Эта медленность передачи воды находится в полном параллелизме с влагоемкостью того вещества, по которому движется вода. Органическое вещество самое влагоемкое вещество в природе. Неразрушенные органические остатки такого вещества, как торф, могут вместить в себе в пять раз больше воды, чем весит сам торф. Вследствие того, что влагоемкость и волосность изменяются параллельно, в торфе вода едва движется. Что же получается в этих условиях? Все количество дождя, которое достигает поверхности почвы, начинает проникать в нее с чрезвычайной медленностью; образуются лужи, которые должны неминуемо стечь. Но движение воды здесь исключительно медленно. Почва луга сделалась непроницаемой для воды. В таких условиях луг начинает заболачиваться. В его поверхностных слоях появляется непросыхающий горизонт воды. Этот непросыхающий горизонт воды совершенно преграждает доступ воздуха в почву и исключает возможность аэробного процесса в ней. Разложение органического вещества, которое безостановочно накапливается, идет только под влиянием бактерий, живущих без доступа воздуха. Органическое вещество распадается на более простые органические же вещества. Одновременно происходит восстановление всех тех минеральных веществ, которые были в почве. Пищевой режим почвы резко ухудшается. Поэтому и начинаются стихийные колебания урожаев сена. Но причины колебания урожаев на лугах диаметрально противоположны колебаниям урожаев на полях при паровой системе. На полях, при частых дождях, урожай поднимается. На лугах же при частых дождях, когда поток воды становится непрерывным, когда разложение поверхностного органического вещества останавливается, замечается резкое падение урожая. То, что полезно для поля, вредно для луга. Вот причина, которая время от времени требует уничтожения избытка органического вещества.

Как мы можем уничтожить эти органические остатки? Практика полеводства нам совершенно определенно говорит, что эти органические вещества мы можем производительно уничтожать культурой однолетних растений.

Раньше, когда луговодство было совершенно диким, массу органических веществ на лугах просто сжигали. Это был прием, называвшийся обжиганием луговых почв. Почва разрезалась резаками, вспахивалась, превращалась в нечто вроде кирпичей. Кирпичи складывали в костры, на кучи хвороста и обжигали. Это, понятно, непродуктивная операция. Масса органических

веществ заключает в себе огромное количество зольной пищи и огромное количество азота. При сжигании же мы теряем весь азот. Поэтому приемы обжигания дернины никак не совместимы с культурным ведением хозяйства.

Полеводство нас учит, что культура полевых однолетних растений связана с разрушением органических веществ. Поэтому совершенно ясно, что от избытка органического вещества на лугу можно избавиться культурой однолетних полевых растений. На этом основан кормовой севооборот травопольной системы земледелия. Мы в течение определенного времени используем луг как кормовое угодье. Затем, когда урожай травы начинает падать, мы перепахиваем луг и в течение более или менее долгого времени культивируем здесь полевые растения, пользуясь огромным запасом пищевых веществ и воды, имеющихся в луговой почве.

Такова теоретическая основа кормового севооборота. Возникает вопрос, как же долго можно использовать луг как кормовое угодье? Опыт показывает, что предельное количество лет использования луга—это 7—8 лет. Больше 7—8 лет мы не можем производительно использовать луг. Дальше начинаются колебания урожая, с которыми уже не может мириться плановое хозяйство. Кроме того, при удлинении срока пользования лугом мы сталкиваемся со следующим. Раз на лугу начинается преобладание анаэробного разложения органического вещества, на нем появляются плотнокустовые злаки, кочковатые злаки. Они отличаются тем, что у них узел кушения расположен над поверхностью почвы. Узел кушения, как самая жизнедеятельная часть всего организма злака, требует одновременно и притока кислорода. Поэтому в погоне за кислородом узел кушения вышел на поверхность почвы. Чтобы защитить узел кушения от высыхания, эти злаки развили плотный куст. На лугу появляются плотные кочки. Производительность луга сильно падает.

Выход узла кушения на поверхность почвы влечет за собой соответствующие последствия. Узел кушения—это как раз место, в котором отлагается наибольшее количество органического вещества. Пока этот узел кушения был внутри массы почвы, там и накапливалось органическое вещество. Раз узел кушения вышел на поверхность, то органическое вещество начинает накапливаться над поверхностью почвы.

Накопление над поверхностью почвы идет так быстро, что толщина дернины начинает прогрессивно увеличиваться. При обработке почвы мы неминуемо столкнемся с этим утолщением дернины, если мы используем луг больше 6—7 лет. Дернина после указанного срока быстро начинает нарастать. Этот некрошащийся горизонт достигает толщины в 20—30 сантиметров. Если некрошащийся горизонт достиг 20 сантиметров, то при культурной вспашке мы должны (чтобы прикрыть его рыхлой почвой)

захватить еще по крайней мере 20 сантиметров почвы. Иначе говоря, чтобы вспахать такой луг плугом с предплужником, мы должны будем произвести обработку на 60 сантиметров глубины. Такая обработка чрезвычайно тяжела, требует больших затрат энергии и осуществима только механическими двигателями большой мощности.

Но мало того, что такая обработка очень дорога, она неосуществима по следующей причине. Раз во всей массе почвы господствует анаэробный процесс, то все минеральные элементы, имеющиеся в почве и способные отдать свой кислород, будут восстановлены.

В числе этих элементов мы имеем сернокислые соли, которые постоянно образуются под влиянием распада белков на поверхности почвы и в анаэробной массе почвы восстанавливаются в сернистые соединения. Образуется сернистое железо. Сернистое железо в воде абсолютно нерастворимо. Поэтому пока оно находится в условиях анаэробии, в условиях своего образования, оно растениям вреда не приносит. Другое дело, если мы глубокой вспашкой вывернем сернистое железо на поверхность, и оно окажется в аэробных условиях. Сернистое железо под влиянием кислорода окисляется. Продукты его окисления—серная кислота и сернокислая закись железа—железный купорос. Как серная кислота, так и железный купорос представляют интенсивнейшие яды для зеленых растений. Самое ничтожное их количество делает почву непригодной для культуры растений.

Вспашка должна производиться только до 20—22 сантиметров. Как видим, со всех сторон—и со стороны производства вспашки и со стороны производительности луга—наилучший период использования луга—это 7—8 лет. От этого срока в луговом севообороте отойти нельзя. В этом первое отличие кормового севооборота от полевого. В полевом—максимум 2 года многолетних трав, в кормовом—7—8 лет. В полевом севообороте культура однолетних растений—наша основная цель, в луговом эта культура—прежде всего средство освобождения от избытка органического вещества.

Состав смеси луговых трав. Нужно еще сказать относительно состава смеси луговых трав. На поле мы высеем бобовые и многолетние злаки половиной наполовину. На лугу делать так нельзя. Все имеющиеся в продаже семена бобовых растений—клевера и люцерны—подвергались длительной селекции. Чтобы развить их способность давать максимальный урожай в первом году, пожертвовали продолжительностью их жизни. Через два года жизни эти многолетние бобовые обычно исчезают совершенно. Если мы введем на лугу бобовые растения обыкновенной полевой селекции, то получим следующую картину.

Первые два года у нас будет большой урожай; на третий год

все бобовые исчезнут. На лугу образуется огромное количество плешин. Эти плешины не могут быть сразу заняты злаками. Последние должны сначала пустить побеги в почву и постепенно занять плешину. А до этого она занимается сразу однолетними сорняками. Урожай на лугах очень сильно падает. Вместо того, чтобы получить большую массу хорошего сена, хозяйство получает большую массу сена, состоящего из огромного количества сорняков. Качество луга сильно падает. Поэтому мы вынуждены свести участие бобовых растений в многолетнем лугу к минимуму. Только два—три растения можно рекомендовать для посева на лугу—это шведский клевер, который еще не подвергался тщательной селекции для полевой культуры, затем белый клевер, который совсем не подвергался селекции. Белый клевер—это чрезвычайно низкорослое стелющееся растение, с низкой урожайностью. Этот клевер имеет значение пастбищного растения. Для более южных районов до известной степени можно также рекомендовать желтую люцерну. Она еще не сильно подвергалась селекции. Вот эти три растения можно рекомендовать.

Что касается злаков, то на поле мы вводим смесь из двух трав. Мы вводим на севере клевер и тимopheевку, на юге—житняк и желтую люцерну. На лугу мы стараемся посеять возможно более разнообразную смесь. Это разнообразие смеси диктуется следующими соображениями. Если мы посеем смесь злаков в расчете на 7—8 лет пользования, то они в первый год дадут малый урожай. В поле мы возмещаем этот низкий урожай тем, что прибавляем большое количество бобовых растений с максимальным урожаем в первый год. На лугу же взамен бобовых мы вводим в смесь некоторое количество недолговечных злаков, но дающих наибольший урожай в первый год. Такие растения: французский райграс, дающий в первый год жизни большой урожай, потом ежа, дающая в первый год также очень большой урожай. На третий год ежа почти совсем исчезает. Из остальной массы кормовых трав, более или менее долговечных, мы выбираем растения, дающие большую массу верховой травы, и растения, дающие большую массу низовой травы. Делается это для того, чтобы получить возможно более густой травостой. В обязательном расчете на два укоса и на использование отавы мы к смеси прибавляем растения, которые дают большой урожай не только в первый укос, но и во второй укос, и которые могут быть использованы пастбой.

Смесь луговых злаков в луговом севообороте состоит по крайней мере из 7—8 видов, причем бобовые растения в сумме травостоя занимают не больше 10 процентов.

Время укоса многолетних трав. Весьма важен вопрос о времени укоса многолетних трав. Этот вопрос настолько важен, что несоблюдение определенных сроков времени укоса может вдвое снизить продуктивность луга или вообще культуры многолетних

трав. У нас до сих пор распространены поздние укосы. Наиболее подходящим временем укоса считается обыкновенно момент, когда растение находится в полном цветущем, а большей частью и еще позже. Сделан этот вывод на основе совершенно простой обывательской логики, которая предполагает, что чем старше растение, тем больше оно заключает в себе массы полезных веществ. Это—грубое заблуждение.

Многолетние растения развиваются следующим образом. В первый год вырастает стебель со своей корневой системой. В первом же году узел кущения укрепляется. Растение в своих корнях, в своем стебле накапливает массу запасных питательных веществ. Основания стеблей образуют вздутие, часто в форме луковицы, где сосредоточивается главная масса питательных веществ. На следующий год с весны начинается развитие стебля, затем листьев и, наконец, метелки. В это время растение не пользуется минеральной пищей, находящейся в почве. Оно мобилизует и переводит все собственные запасные питательные вещества в листья и другие органы. Этот момент мобилизации и вместе с тем новообразования в листьях новых белковых веществ идет до момента цветения. До момента цветения вся масса органического вещества первого укоса достигает максимальной величины. Затем начинается период цветения. Цветение, как и всякий процесс размножения во всяком организме, требует огромнейших затрат динамической энергии. Особенно резко выражена эта затрата у злаков. 50 процентов всего запаса белков, образовавшегося у злаков до цветения, в процессе цветения разрушается.

Но акт цветения кормовых растений с точки зрения производственной никакого значения не имеет. Нам важны и нужны не цветы, не плоды, а зеленая масса. Следовательно, если мы доведем растения до цветения, то 50 процентов белков, имеющих в этой массе, мы уничтожим непроизводительно. Кроме того, установлено, что после цветения вес всей массы растения (не только белка) обычно уменьшается на 10—20 процентов. После цветения наступает налив зерна. Все оставшиеся белки и подвижное органическое вещество, годное для питания растений (кроме клетчатки), передвигаются в семена. Этот акт с точки зрения производства кормовой массы никакого (кроме вредного) значения также не имеет, потому что семена во время уборки большей частью осыпаются, при скармливании сена вся масса семян переходит в труху.

Никакого хозяйственного значения эти зачатки семян для нас не имеют. В результате же все питательные вещества переместились в семена, а из стебля и листьев получилась солома, совершенно лишенная всяких белков, всяких подвижных углеводов,—это только одревесневшая клетчатка. Таким образом, если мы производим поздний укос, мы теряем 10—20 процентов

всей массы. Кроме того, эта масса представляет массу соломы. Поэтому мы должны производить первый укос до наступления момента цветения. Это основное агротехническое правило. Как только злаки начинают выметывать метелки, так и наступает время укоса. В противном случае мы получим на 10—20 процентов меньше всей массы, и это будет масса, ничего не стоящая с точки зрения кормовой. Поэтому с хозяйственной точки зрения только ранний укос будет правильным.

Иногда говорят, что если мы ранний момент укоса пропустим, то эта потеря в 10—20 процентов органического вещества наверстается растением. Совершенно верно, наверстается. Как только окончилось цветение, так начинают развиваться новые побеги со своей корневой системой. Сумма новых побегов как бы покрывает потерю; но при запоздалом укосе мы получим ту же массу, хотя она будет состоять из 20 процентов молодых побегов с полным запасом питательных веществ и из 80 процентов соломы, так что качество сена будет, конечно, низким. Но этим не все кончается. Раз мы уничтожили укосом два поколения побегов, то уже дальше на второй укос никакой надежды нет. Новые побеги еще не успели запастись питательных веществ. Они только начали развивать листья. Но раз мы скосим эти побеги, то остающийся узел кушения окажется сильно ослабленным. Поэтому при новом кушении образуются чрезвычайно слабые побеги. Поздний укос уничтожает возможность получения второго укоса в текущем году и влечет за собой низкий укос в следующем году, так как побеги чрезвычайно ослаблены. Поэтому, как безусловное правило, без всяких исключений, мы должны производить укос до цветения. Как только трава начинает выметывать метелки и колосья, сейчас же наступает время укоса. В этом случае мы гарантируем полный первый укос и второй укос такой же величины, как и первый. После своевременно проведенного второго укоса мы получаем еще отаву. Поэтому, как общее правило, будет ли это травяное поле, будет ли это луг, мы должны производить только ранние укосы.

Заметим еще, что поздние укосы ведут к бесполезной трате воды из почвы. Поздние укосы иссушают почву. Объясняется это тем, что во время цветения растения поглощают огромные массы воды, а расход воды на цветение трав, предназначенных для корма, с точки зрения хозяйственной совершенно непроизводительный, вредный.

Только посредством раннего укоса мы можем ввести двуукосный луг. А двуукосный луг означает, что производительность луга поднимается на 100 процентов.

Полевой период кормового севооборота. Полевой период кормового севооборота мало отличается от полевого севооборота. После 6—7-летнего использования луга мы приступаем к культуре полевых растений на вспаханном лугу. Вспашка луга при пра-

вильном пользовании (не дольше вышеуказанного срока) производится плугом с предплужником. Когда мы всю массу почвы луга взрыхлим, обратим в рыхлое комковатое состояние, начинается ярко выраженный аэробный процесс.

В луговой почве скопилось колоссальное количество органического вещества. Мы знаем также, что азотистые соединения органического вещества разлагаются энергичнее других. Поэтому в первый год после вспашки луга получается огромнейший односторонний избыток азота. Как правило, никакое зерновое растение этого одностороннего избытка азота выдержать не может. Поэтому ошибкой будет, если мы сразу после распахки целины или 7—8-летнего сеяного луга засеем поле зерновыми культурами. Они непременно дадут огромное количество соломы и слабо выполненный колос. Это общее свойство зерновых растений, пользующихся избыточным азотистым питанием. На лугу, конечно, не может быть тех последствий, которые мы часто наблюдаем на поле, не может быть захвата. Захват—это слишком быстрая трата воды, имеющейся в почве, вследствие слишком роскошного развития зеленой поверхности. К моменту налива зерна воды не хватает, и растение принуждается к слишком быстрому созреванию. Получается щуплое, морщинистое зерно. На лугу, конечно, воды хватает. Но урожай зерна будет чрезвычайно низким. Главная масса урожая—это солома. Поле после вспашки луга нужно использовать для растений, наиболее ценных и требующих особенно большого количества азота в почве для того, чтобы создать возможно большее количество азотистых веществ.

Таковыми растениями, которые действительно могут производить использовать избыток азота, будут овощные. Значение овощных растений чрезвычайно велико. Здесь как раз проявляется одна из характерных черт травопольной системы. Она в корне уничтожает старое архаическое огородничество, которое вызвало необходимость существования специального приусадебного овощного севооборота.

Чем больше в овощном растении азота, тем оно ценнее. Это—пищевое растение, и чем больше в нем витаминов, тем оно ценнее. Известно, что для образования азотистых веществ необходимо большое количество воды. Поэтому растения полевые, кроме бобовых, не могут накопить большого количества азота и большой массы витаминов,—это задача овощных культур. Овощные растения требуют огромного количества воды. При старой паровой системе обычно создавался приусадебный севооборот, который посвящался исключительно культуре овощных растений. Такое решение вопроса не обеспечивает полного удовлетворения потребностей в овощах и не обеспечивает роста производительности труда в сельскохозяйственном производстве.

Травопольная система вводит овощеводство, как неразрывное

звено всей системы сельского хозяйства. Травопольная система дает полную возможность развить овощеводство в каком угодно размере. Овощеводство следует развивать в первые годы после трав.

Листовые овощные растения (капустные), затем все растения, дающие плоды сочные, как баклажаны, помидоры; растения тыквенные—огурцы, арбузы, дыни, тыква,—все эти растения требуют огромнейшего количества азота и воды. Все сорта лука относятся сюда же. Почва, вспаханная после луга, содержит огромное количество органических веществ. Культурной вспашкой она вся взрыхлена и поэтому имеет возможность запастись 85 процентов годового количества выпадающих осадков. В ней протекает бурный аэробный процесс, в котором прежде всего разлагаются азотистые соединения. Поэтому все условия, необходимые для успеха культуры овощей, здесь имеются налицо.

После распахки 6—7-летнего пласта многолетних трав в кормовом севообороте и одного года использования этого пласта для овощных растений открывается 5—6-летний полевой период кормового севооборота. Здесь можно поместить большую группу прядильных растений, все масличные растения, твердую яровую пшеницу, кормовой или крупяной ячмень, пластовое просо, сочные кормовые культуры, силосные культуры и т. д.

Сочетание двух севооборотов травопольной системы земледелия—полевого и кормового—представляет такую гибкую систему, которая дает возможность легко приспособить хозяйства к выполнению любых заданий государственного плана.

Очищение почвы от сорняков. Продолжительное пребывание в кормовом севообороте трав и накопленное ими органическое вещество вносит большие изменения в условия пахотного горизонта.

Самый факт продолжительного пребывания луговых трав при двух ежегодных укосах и двукратной бороньбе в течение каждого года не мог не внести крупных изменений в почвенные условия.

Прежде всего и самым ярким образом изменение полевых условий отражается на засоренности почвы—биче паровой системы.

После того как вспашка была прекращена, вследствие ранних укосов, совершенно прекратилось обогащение почвы новыми семенами сорняков. Даже многолетние корневищевые и корнеотпрысковые сорняки—осот, татарник, пырей, вострец, хвощ и другие—исчезают к концу лугового периода. Их корневища требуют доступа кислорода, а он весь поглощается аэробным процессом, идущим в верхнем слое переполненной органическими остатками почвы искусственного луга.

Семена однолетних сорняков, бывшие в верхних слоях полевой почвы, всходят. Но под густым покровом травы молодого

луга они сильно угнетены, и ранний укос не допускает их до созревания семян. Основное свойство сорняков, делающее их бичом полевой культуры,—недружность их всхожести—разбивается о долголетность пребывания травы. Обыкновенно срок всхожести главных сорняков растягивается на три года, травы же занимают почву 6—7 лет. И на лугу уже на третий год полевых сорняков мы не встречаем. Глубжележащие семена по наступлении срока их прорастания начинают прорастать, но их нежные проростки, не снабженные, благодаря мелкости семян, достаточным запасом пищи, истощаются, не достигнув поверхности почвы.

Поэтому почва вспаханного искусственного луга кормового севооборота бывает почти совершенно свободна от сорняков.

В наименьшей степени такая почва очищается от спор всевозможных паразитов грибов и от паразитов иного характера.

Обеззараживание почвы. В настоящее время можно считать решенным, что так называемое «утомление» почвы, не исчезающее под действием удобрения или изменения реакции почвы, происходит под влиянием обильного развития в почве грибных или иных паразитов. Так, уже нет сомнения, что «клевероутомление», «люнгуутомление» почвы зависят от размножения в почве большого ряда грибных паразитов этих растений. «Свеклоутомление» зависит от размножения в почве нематод и ряда грибных паразитов. Неурожаи овса часто также объясняются размножением в почве тех же свекловичных нематод.

За 6—7 лет пребывания почвы под травами споры этих вредителей теряют всхожесть. Происходит обеззараживание почвы. Кроме того, в течение того же периода в почве отмирают инфузории, истребляющие почвенных бактерий и этим причиняющие общее снижение полезной биологической деятельности почвы. Деятельность инфузорий сказывается на разложении органического вещества почвы и на недостаточной скорости перевода элементов пищи растений в усвояемые минеральные формы. Это особенно тяжело отражается на растениях, требующих усиленного питания.

Мы еще не имеем разработанных, проверенных физических и химических способов дезинфекции почвы в масштабе полевой культуры. Поэтому приходится все культуры, нуждающиеся в подобной помощи, помещать под защиту многолетних трав как в полевом, так и в луговом севообороте.

В полевой период кормового севооборота почва не только богата пищей растений и водой, но отличается большой чистотой от сорняков и в значительной степени свободна от спор паразитных грибов, нематод и инфузорий.

Технические культуры в кормовом севообороте. Эту особенность луговых почв нужно всегда иметь в виду при определении места технических культур в кормовом севообороте.

Технические культуры резко делятся на две группы. В первой группе находятся сахарная свекла, технический картофель и пивоваренный ячмень. Продукция этих культур ценится тем выше, чем меньше в ней содержание азота. Ясно, что этим техническим культурам не место в кормовом севообороте. Мы их видели в полевом травопольном севообороте.

Но есть еще две группы технических культур—прядильные и масличные. На первый взгляд может показаться, что прядильные растения не имеют достаточных оснований значиться в списке растений кормового севооборота. Волокно, ради которого они возделываются, состоит из безазотной клетчатки и не оправдывает их потребности в большом количестве воды и пищи. Нельзя, однако, забывать, что все главные прядильные растения умеренной зоны и субтропиков—лен, конопля, кенаф, хлопчатник—обладают масличными семенами. Жмых семян этих растений часто на 90 процентов состоит из белков. И поэтому, как всем известно, эти жмыхи числятся в числе лучших концентрированных кормов. В этом отношении прядильные сливаются в одну группу с масличными, как обладающие семенами, богатыми маслом и белком. И если жмых некоторых масличных (например, клещевины, рапса, горчицы) не идет в корм, то это объясняется лишь присутствием в нем вредных веществ.

Таковы причины, по которым прядильные и масличные растения находят себе лучшее место в луговом севообороте.

Если бы возник вопрос о том, какая из этих двух групп растений должна быть поставлена ближе к вспаханному лугу, то решение его не может возбудить сомнения по отношению некоторых из этих растений. К числу таких растений принадлежат: лен, кенаф и конопля. Вопрос о причинах «льнутомления» почвы можно считать решенным. Оно зависит от быстрого и сильного размножения в почве ряда паразитных низших грибов. Многолетние травы, как мы уже говорили выше, очищают почву от этих паразитов. Поэтому ясно, что лен должен помещаться возможно ближе к траве. Этого мало: если в кормовом севообороте лен должен занимать сколько-нибудь выдающееся место, то продолжительность лугового периода кормового севооборота не может быть меньше пяти лет. Лучше, если этот срок будет продолжен до максимального предела—до семи лет.

После распахивания травяного поля лен лучше всего помещать на второй год. При указанном сроке пребывания трав в кормовом севообороте (5—7 лет) лен, как показывает опыт Ирландии, без риска снижения количества и качества урожая, может следовать без перерыва в течение 2—3 лет. При этом следует иметь в виду, что бурное разложение массы органического вещества в самом поверхностном горизонте почвы потребляет массу кислорода, затрудняя его проникновение в более глубокие слои почвы.

Поэтому, несмотря на значительное содержание зольной пищи, она будет оставаться в форме органического вещества. Культурные расы льна могут испытывать недостаток зольной пищи. Поэтому лен в луговом севообороте обыкновенно хорошо окупает удобрение растворимыми фосфатами и калийными солями. Азотных удобрений в данных условиях лен, конечно, не требует. Само собой разумеется, что должны соблюдаться все меры предосторожности против заражения почвы паразитными грибами. К таким мерам принадлежат протравливание посевного материала, удаление и сжигание всех случайных остатков после уборки.

Масличные культуры. Следующая группа растений кормового севооборота—масличные. Все масличные, за исключением сои, находят лучшие условия для развития в кормовом севообороте. Что касается сои, то она, как бобовое растение, не нуждается в большом количестве воды. По той же причине соя не нуждается в азотной минеральной пище в почве. Кроме того, большое содержание минеральных форм связанного азота в почве для сои вредно. Поэтому соя представляет ценнейшее растение в полевом травопольном севообороте, при условии не слишком близкого ее положения к травяному полю.

Из масличных растений наиболее близко к траве в кормовом севообороте нужно помещать мак и масличный лен-кудряш. Мак имеет очень мелкие семена с небольшим количеством запасного материала. Поэтому его проростки очень мелки, слабы и совсем не способны бороться с сорняками. По этой причине такая ценная культура, как мак, должна помещаться не дальше второго поля за травой, в полевом периоде кормового севооборота.

Лен-кудряш также требует помещения не дальше второго поля, как и мак, но по другой причине.

Лен-кудряш принадлежит к группе культурных растений, объединяемых под общим названием «пластовых» растений. К ним принадлежат яровые твердые пшеницы, пластовое просо (оренбургское, червонное), лен (кудряш) и «степной» овес. Первые три растения выдаются высокими производственными качествами; что касается степного овса, то он вытеснен культурными сортами и утратил производственное значение.

Три пластовые растения объединяются общими производственными свойствами—высоким содержанием азота в семенах и способностью использовать пищевой режим едва перепревшего пласта дернины залежи и твердых перелогов.

Большое, непревзойденное, содержание азота в твердых пшеницах завоевало им мировое признание как самых высококачественных пшениц. Пластовое просо по той же причине зарекомендовало себя как наилучшее. Лен-кудряш славится не только большим содержанием жира, но особенно выдается высоким содержанием белка в жмыхе.

При всех высоких качествах пластовые растения имеют и отрицательные производственные особенности. Они очень плохо удаются на мягких землях. В начале жизни они развиваются чрезвычайно медленно. Поэтому они совсем не способны бороться с сорняками. В обычных условиях на засоренных бесструктурных почвах они требуют обязательной полки. В кормовом же севообороте эти растения находят прекрасные условия для развития и дают обычно высокие урожаи.

Единственно правильное место их в кормовом севообороте будет второе поле после травы. Пластовые растения могут следовать в кормовом севообороте без всякого вреда для себя два года подряд.

Производство сочных кормов. Последняя группа растений полевого периода кормового севооборота составляется растениями, дающими так называемые сочные корма и столовые и кормовые клубне-корнеплоды.

В группу сочных кормов входят кормовые корне- и клубнеплоды и силосные растения.

Корне- и клубнеплоды должны помещаться в конце севооборота, когда односторонний избыток азота в почве будет уже производительно использован предыдущими культурами, о которых шла речь раньше. Это же в равной мере относится и к столовым корнеплодам всех наименований, в особенности к моркови. Те же правила касаются и места продовольственного и кормового картофеля в кормовом севообороте.

Что касается силосных растений, то они лучше всего удаются в первом поле после травы, занимая часть его, свободную от листовых и луковичных овощных растений.

Последним растением полевого периода кормового севооборота должно быть растение, под которое высевается смесь злаков для возобновления искусственного луга лугового периода. Таким растением должно быть яровое зерновое. В зависимости от преобладающего направления хозяйства таким растением может быть или овес, или ячмень, или мягкая яровая пшеница.

Припоминая все разнообразие культур, которым травопольная система земледелия предоставляет место, соответствующее их требованиям, мы невольно должны признать, что травопольная система представляет наиболее гибкую систему, предоставляющую самый полный простор для приспособления системы хозяйства к плановым требованиям социалистического народного хозяйства.

ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

1. Цели удобрения.—2. Известкование почвы.—3. Техника известкования.—
 4. Гипсование почвы.—5. Гипсование почвы и культура многолетних трав.—
 6. Навозные и минеральные удобрения.—7. Способы хранения навоза.—
 8. Техника внесения навоза в почву.—9. Техника приготовления анаэробного навоза.—10. Навозная жижа.—11. Подстилка.—12. Торф. Компост.
-

Цели удобрения. С каждым урожаем мы берем из почвы некоторое количество элементов зольной пищи растений и азота. Взятые растением из почвы элементы пищи должны быть ей возвращены, ибо они суть элементы плодородия почвы. Задача эта решается посредством совместного внесения навозного и минерального удобрений и посева на полях смеси многолетних трав (многолетнего бобового и многолетнего злака).

Нужно хорошо помнить, что любое минеральное удобрение может проявить свою полную эффективность только на фоне полного и бесперебойного снабжения растений водой, т. е. на структурной почве. Далее, никогда не следует упускать из виду, что мы обязаны посредством удобрений изменять реакцию почвы в сторону благоприятную для культурных растений, создавать в почве условия, благоприятствующие жизни и деятельности полезных почвенных микроорганизмов, и подавлять деятельность вредных микроорганизмов почвы.

Большинство культурных растений требует определенной слабокислой реакции почвы. Это требование в природных условиях непрерывно нарушается. Нарушение может идти в двух противоположных направлениях: реакция почвы может становиться кислой или щелочной. Если реакция почвы становится кислой, мы должны известковать ее. Если же реакция почвы щелочная, мы должны внести в почву гипс. Направление изменения реакции почвы (в сторону кислой или щелочной) зависит от характера той материнской породы, на которой образовалась почва.

Известкование почвы. В грубых чертах почвообразующие породы северной половины территории СССР представляют кислую алюмосиликатную морену (порода, очень бедная углекислой известью). В южной части территории СССР преобладает карбонатная морена и в восточной части—пермская морена.

Алюмосиликатная морена не содержит свободной углекислой извести (не считая небольшой примеси известняков, встречающихся в ней местами), но в процессе выветривания образуется

небольшое ее количество (доли—1—2 процента) из кальция, входящего в состав алюмосиликатов и силикатов. Наоборот, карбонатная и пермская морены при выветривании известняков сохраняют значительное количество углекислой извести (до 10—20 процентов), образуя так называемый лёсс, лёссовидные породы.

В почвах северного типа, преимущественно осенью, устанавливается ток неволосной воды, промывающий толщу почвы на большую глубину. Этот ток воды легко вымывает углекислую известь или до уровня почвенной воды и глубже или сосредоточивает ее на некоторой глубине. Господствующее в течение зимы сгущение в верхних холодных слоях почвы водяного пара, перемещающегося из глубоких горизонтов почвообразующей породы, понятно, не может возратить в верхний слой почвы вымытой из него углекислой извести. Но и весенний и летний восходящие волосные токи воды также не могут возратить в почву вымытую из нее углекислую известь.

Объясняется это положение тем, что углекислая известь может растворяться только в природной воде, содержащей углекислоту. При этом углекислоты в воде растворяется тем больше, чем ниже температура этой воды.

Природная дождевая вода, содержащая растворенную углекислоту, по мере проникновения глубокой осенью и ранней весной в почву, встречает все более и более холодные слои почвы и сама охлаждается. По мере охлаждения воды она растворяет все возрастающее количество углекислоты из почвенного воздуха. Очевидно, что в таких условиях вода по мере углубления будет переводить все возрастающее количество углекислой извести в бикарбонат и растворять его. Поэтому углекислая известь легко выщелачивается водой из почвы в течение осеннего и весеннего периодов.

При наступлении теплого времени, т. е. поздней весной и летом, преобладает восходящий ток волосной воды в почве. Весной он вызывается преобладанием испарения непосредственно поверхностью почвы. Летом преобладает испарение воды зеленой поверхностью растений, вызывающее восходящий ток волосной воды из глубоких слоев почвообразующей породы к горизонту распространения корней.

Восходящий ток волосной воды, поступаая весной и летом из более холодных слоев почвы во все более нагретые слои, непрерывно нагревается. При нагревании волосная вода восходящего тока все время выделяет в почвенный воздух растворенную в ней углекислоту, и соответствующее выделенной углекислоте количество бикарбоната извести переходит в углекислую известь. Нерастворимая в воде углекислая известь оседает в почве и, следовательно, не может передвигаться вверх с восходящим током воды во время вегетационного периода.

Под влиянием комбинации этих двух процессов, повторяющихся из года в год, углекислая известь совершенно вымывается из почвы, образовавшейся на алюмосиликатной морене. Почва обедняется углекислой известью. Обеднение почвы углекислой известью происходит безотносительно к тому, какая почва обособилась в порядке почвообразовательного процесса на алюмосиликатной морене. Оно наступает в равной мере и на дерново-подзолистых почвах, и на серых лесных землях, на северных черноземах и светлых почвах Средней Азии. Время его наступления определяется главным образом первоначальным содержанием углекислой извести в алюмосиликатной морене, на которой образовались эти почвы.

По мере уменьшения содержания углекислой извести в почве начинают накапливаться свободные кислоты. Они образуются в форме перегнойных кислот при разложении органических остатков и перегноя грибами и бактериями. Они образуются в форме азотистой и азотной кислот при распаде азотистых органических остатков. Серная кислота образуется при распаде белков. При распаде белков и углеводов образуется фосфорная кислота. При анаэробном распаде органических остатков образуется ряд других органических кислот.

Пока в почве содержалась углекислая известь, свободные кислоты вытесняли из нее угольную кислоту, образуя соответствующие нейтральные соли кальция. Вследствие этого поддерживалась слабокислая реакция почвы, к которой путем многовекового природного подбора приспособились все наши культурные растения. Но как только углекислая известь вымывается из почвы, в ней начинают накапливаться свободные, слабые и сильные кислоты. В почве начинает возрастать актуальная кислотность.

Накопление кислот сильнейшим образом изменяет всю жизнь почвы. Свободные кислоты подавляют деятельность всех микроорганизмов почвы. В почве начинается накопление органических остатков. Растения начинают испытывать недостаток в азотной, серной и фосфорной пище, несмотря на избыток этих элементов в почве в форме органического вещества. Минеральные удобрения на таких почвах действуют на урожай очень непродолжительное время. После внесения они быстро входят в состав урожая и органического вещества тел микроорганизмов и остаются в форме неразлагающегося, неусвояемого зелеными растениями органического вещества.

Обеднение почвы углекислой известью и как результат накопление кислот вызывает в почве ряд и других неблагоприятных изменений. Эти изменения ведут к тому, что ухудшается структура почвы и понижаются урожаи возделываемых растений.

Техника известкования. Борьба со всеми описанными процессами осуществляется посредством искусственного внесения в почву

углекислой извести в форме молотого известняка, углекислой извести, или в форме «пушонки» — гидрата окиси кальция, или в форме «мергеля», сложной природной карбонатной породы, часто встречающейся в области притеррасной поймы рек и в озерной пойме. Эти приемы объединяются одним общим понятием — известкования почвы.

Имеется несколько внешних признаков, по которым можно судить об избыточной кислотности почвы и о необходимости внесения извести. Эти признаки следующие:

на полях растет много хвоща, щавелька, едкого лютика и некоторых других сорняков;

красный клевер растет плохо; на поле появляется много плешин;

в канавах и ручьях вода имеет ржавый или бурокоричневый цвет с радужным налетом.

Эти внешние признаки говорят о кислотности почв. Но, чтобы точно установить потребность почвы и дозу внесения извести, необходимы специальные исследования почвы.

Кроме кислотности почвы, следует учитывать и свойства растений, под которые вносят известь. В Западной Европе уже давно выработался прием вносить известь только в поле многолетних трав, развитие которых от этого улучшается.

В случае необходимости (в паровых севооборотах) внесения извести под однолетние растения, известь вносится по возможности задолго до их посева: под яровые — с осени предшествующего года, под озимые — осенью, предшествующей паровому полю. В случае присутствия в севообороте льна или картофеля известкование никогда не производится под эти растения, а по возможности дальше от них. Люпины никогда не известкуются.

Распределение извести по полю производится по возможности равномерно. Лучше всего при известковании применять туковую сеялку. Если известкование производится в поле многолетних трав, то вся операция ограничивается рассеиванием извести после удаления прошлогоднего жнивья конными граблями. В случае известкования поля, свободного от растений, рассеянная известь мелко запахивается отвальным орудием, и поле боронуется поперек борозд отвального орудия. Действие извести продолжается от 6 до 9 лет; после такого срока известкование должно быть повторено в полном размере.

Известкование должно быть признано периодическим агрохимическим мероприятием, повторяющимся в течение каждой ротации севооборота. До сих пор агрохимии еще не удалось выработать точных методов определения норм внесения извести. На практике чаще всего вносится от 2 до 3 тонн на гектар.

Гипсование почвы. Иные условия кислотности складываются в почвах степного периода почвообразования при богатой соеди-

нениями кальция почвообразующей породе. Мы не будем здесь разбирать процессы, которые создают в этих почвах щелочную реакцию. Укажем только, что щелочная реакция почвы обязана своим существованием присутствию в почве степного периода двух соединений: бикарбоната натра и бикарбоната извести.

Щелочную реакцию почвы, так же как и кислую, нельзя рассматривать как неизменную. К ней нужно относиться как к процессу, неизбежному в данный период исторического процесса почвообразования. Очевидно, что все меры борьбы с этим процессом должны быть расчленены на: 1) приведение реакции корнеобитаемого слоя почвы к нормальной (слабокислой) реакции, требуемой корневой системой культурных растений, и 2) предупреждение быстрого повторения процесса наступления щелочной реакции.

Первая задача сводится к сравнительно простой операции нейтрализации бикарбоната натра и бикарбоната извести. Первая соль, наиболее вредная из двух, отличается большой подвижностью. Она легко выщелачивается осенним волосным нисходящим током воды. Но она вновь образуется зимой в глубоких слоях гипсового горизонта и вновь возвращается с летним восходящим волосным током воды. Простая борьба с этой солью основана на нейтрализации ее серной кислотой или внесением порошка серы (серного цвета), которая в почве биологически окисляется в серную кислоту, или внесением физиологически кислой серноаммиачной соли, из которой после биологического превращения и усвоения аммиака освобождается анион серной кислоты. Даже оставляя в стороне острую дефицитность предлагаемых средств, мы становимся перед фактом одновременного присутствия в почве бикарбоната извести, который также усреднит все применяемые остродефицитные средства. Кроме того, содержание карбоната и бикарбоната в почве будет незамедлительно восстановлено из гипсового горизонта и из неисчерпаемого запаса углекислой извести в горизонте вскипания.

Совершенно очевидно, что успешная борьба с щелочной реакцией почвы осуществима только при условии полного разрыва волосного сообщения пахотного горизонта с горизонтом подстилающей почвообразующей породы. Особенно резко правота этого положения сказывается на солонцеватых почвах переходной и степной зон и на солонцах.

Типичное свойство солонцов, имеющее огромное производственное значение, — их чрезвычайно большая связность, вследствие которой обработка их в сухом состоянии обычными орудиями и двигателями неосуществима. Во влажном состоянии они липки, пластичны и при обработке отваливаются безобразными глыбами, быстро твердеющими, как чугун.

Единственный путь успешного улучшения солонцов это сплошной по всей поверхности почвы разрыв волосного сообщения пахотного горизонта с почвообразующей породой.

Очевидно, что этого можно достигнуть, только придав пахотному горизонту прочную комковатую структуру. При такой структуре нисходящий ток капельно-жидкой воды будет промывать все вредные соли в почвообразующую породу. Но возвратиться в пахотный горизонт как эти вредные соли, так и продукты их взаимодействия уже не могут вследствие перерыва волосного сообщения между этими горизонтами. Осуществление придачи почве степного периода в состоянии солонцеватости комковатой структуры посредством механической обработки недостижимо по трем причинам: 1) механической обработкой бесструктурную почву удастся превратить только в глыбы, или в порошок, или в смесь их, но нельзя получить комков, потому что такая почва не крошится; 2) получаемая структура не обладает прочностью, т. е. распадается в грязь от первого прикосновения воды; 3) механическая обработка бесструктурной солонцовой почвы требует огромной затраты энергии и неизбежно связана с поломкой как почвообрабатывающего инвентаря, так и двигателей.

Гипсование почвы и культура многолетних трав. Достижение прочной комковатой структуры солонцовых почв при настоящем состоянии наших знаний и агротехнических средств достижимо только одновременным применением гипсования (агрохимического воздействия) и посева смеси многолетних злаков и бобовых трав (агротехнического воздействия).

Посредством гипса мы устраняем щелочную реакцию почвы, делаем эту реакцию слабокислой. А посредством многолетних трав мы создаем условия, которые позволяют поддержать эту реакцию сравнительно длительное время.

Многолетние травы своей корневой системой разобьют всю массу бесструктурной почвы на комки и оплетут каждый комок корнями. При ежегодном анаэробном разложении всей корневой системы многолетних злаков и части корней многолетних бобовых каждый комок почвы будет пропитан прочным перегноем, и вся почва солонца через 3—4 года приобретает прочную комковатую структуру. Смесь многолетних трав должна состоять из желтой или гибридной люцерны и для солонцов—узкоколосого (пустынного) житняка.

Гипс необходимо вносить одновременно с высевом смеси трав. Солонцы остаются под травами в течение нескольких лет (от 3 до 5). Полезно также гипсование сочетать с внесением навоза на солонцах и солонцеватых почвах.

После того как солонец улучшен, он используется под травопольным севооборотом, в травяном поле которого узкоколосый житняк, как дающий ничтожные укусы, заменяется ширококоло-

сым житняком. Узкоколюсый житняк имеет значение только для первоначального улучшения солонцов.

Навозные и минеральные удобрения. Кроме кислой и щелочной среды, очень важный элемент регуляции химических условий плодородия—внесение в почву органических удобрений. Значение внесения органических удобрений, навоза и других двоякое. Под влиянием культуры однолетних растений в почве усиленно развиваются амебы, коловратки, жгутиковые и другие так называемые простейшие.

Вся эта микрофауна питается исключительно бактериями. Поэтому к концу ротации в почве сильно преобладает микрофауна, и сильнейшим образом угнетается микрофлора (полезные растительные микроорганизмы). Борьба с развитием микрофауны осуществляется в травяном поле созданием анаэробных условий. Но вместе с тем необходимо внести в почву новые количества спор микрофлоры. Это и достигается внесением навоза и других органических удобрений.

Необходимо всякое внесение минеральных удобрений производить одновременно с полным навозным удобрением. При таком подходе повышается действие и минеральных и органических удобрений.

При внесении минеральных удобрений вместе с органическими удобрениями микрофлора получает органические вещества и как источник энергии, и как источник пищи, и вся доза минеральных удобрений остается в распоряжении зеленых растений, которые вместе с тем пользуются и элементами пищи, освобождающимися после разложения как навоза, так и тел самих бактерий.

Одновременным внесением минеральных и органических удобрений достигается максимальная эффективность удобрений (конечно, если почва структурна и в ней налицо соответствующая реакция).

Способы хранения навоза. До травопольной системы к навозу предъявлялось требование создавать в почве и запас перегноя; поэтому старались вносить по возможности большую массу неперепревшего органического вещества. Немецкая агрохимия даже рекомендовала сохранение навоза в неразложившемся состоянии в навозохранилище путем внесения больших доз хлористого натрия. Вредное влияние натрия на структуру почвы очень скоро заставило изменить этот рецепт. Стали предлагать консервировать навоз внесением столь же больших доз калийных солей. При этом внесение в почву большой массы неперепревшей соломы вызывало такую яркую картину денитрификации, что очень скоро заставляло перейти к внесению навоза в полуперепревшем состоянии. В таком состоянии навоз становился «коротким», т. е. при попытке выдернуть из гноища соломинку она очень легко обрывалась.

При травопольной системе задача восстановления прочности

почвы переходит к травяному полю. Поэтому должно быть изменено и отношение к навозу. Значение навоза как источника органического вещества отходит при травопольной системе далеко на задний план, и сразу выступает значение навоза как одного из лучших минеральных и азотистых удобрений. А при таком подходе нужно применять навоз вполне перепревший. Способ приготовления навоза при введении травопольной системы должен быть изменен.

При травопольной системе навоз надо хранить в условиях полного и свободного доступа к нему воздуха (аэробный способ).

Приготовление навоза должно производиться исключительно вне помещения для скота, на специальных гноищах, которые могут иметь форму или платформы, или ямы.

Платформа или яма имеют дно с уклоном к какой-нибудь определенной низшей точке, под которой расположен колодец для стока навозной жижи. В колодце устанавливается насос для жижи. По мере аэробного разложения навоза в колодце накапливается навозная жижа. Состав жижи и очень изменчив, и очень сложен, и до сих пор еще не изучен детально. Она состоит частью из жидких экскрементов, переносимых с подстилкой и проводимых непосредственно со скотного двора, частью из воды, которая образуется при аэробном распаде органического вещества подстилки и экскрементов. Вода, образующаяся при разложении органических веществ, растворяет все образующиеся при том же разложении перегнойные и другие растворимые вещества и стекает в виде густой черной жидкости, навозной жижи.

Аэробное разложение навоза достигается и быстрота его регулируется посредством поливки навозной жижей. При этом навоз не смачивается, а поливается, причем все содержимое колодца распределяется равномерно по поверхности кучи. При такой поливке весь содержащийся внутри кучи воздух вытесняется наружу, и по мере того, как жижа из кучи вновь проникает в колодец, в кучу поступает наружный воздух. Поливка производится ежедневно, а при необходимости задержать разложение навоза может производиться и реже. Признаком полного аэриозиса (разложения навоза при свободном доступе воздуха) служит отсутствие всякого запаха при поливке.

При аэробном хранении навоза различают четыре стадии его разложения:

- 1) свежий навоз, в котором солома сохранила еще свою крепость; водная вытяжка из такого навоза мутна и окрашена в красно-желтый или зеленый цвет,

- 2) полуперепревший навоз, из которого нельзя вытащить соломины, не оборвав ее; водная вытяжка из него черного цвета и густой консистенции: количество полуперепревшего навоза равно 80 процентам свежего по весу; при переходе свежего навоза

в состояние полуперепревшего наблюдается сильное повышение температуры (до 70 градусов),

3) перепревший навоз представляет черную мажущуюся массу, в которой уже не отличаются отдельные соломины. Водная вытяжка бесцветна после фильтрации, количество перепревшего навоза равно 50 процентам свежего,

4) «перегной», или парниковая земля; черная рыхлая землястая масса; водная вытяжка прозрачна и бесцветна, перегной отличается чрезвычайной прочностью (неразмываемостью) и применяется в закрытом грунте и при ежедневной поливке; количество перегноя равно 25 процентам свежего навоза.

Время, которое требует навоз для достижения различных стадий спелости или разложения, зависит от частоты поливок.

Анаэробное хранение (хранение без свободного доступа воздуха) навоза достигается хранением его в кучах, как и при аэробном хранении, но без систематической поливки его всем количеством навозной жижи, а лишь с увлажнением его время от времени, чтобы не дать куче высохнуть. Хорошие условия анаэробно-зиса создаются при хранении навоза под ногами скота. При этих условиях получается гораздо меньше навозной жижи, но этот способ хранения в условиях социалистического хозяйства неприемлем. В случае хранения в кучах все количество жижи выкачивается на навоз перед его вывозкой, чтобы по возможности все ценное из жижи было задержано навозом. При анаэробном хранении не наблюдаются в чистом виде все стадии разложения, а получается очень сложный комплекс процессов. С поверхности идет разложение аэробное, которое по мере накопления навоза прекращается, и продукты его вместе с оставшейся массой навоза консервируются накапливающейся ульминовой кислотой.

Цель предварительной подготовки навоза состоит в том, чтобы при посредстве аэробного или анаэробного процесса по возможности уменьшить содержание в нем клетчатки. В присутствии клетчатки в почве возбуждается ряд процессов, известных под общим названием «денитрификации», при котором не только разрушаются минеральные формы связанного азота почвы, но в них, повидимому, вовлекаются и перегнойные вещества, и при применении для удобрения свежего навоза получаются те же отрицательные результаты, какие получаются при внесении в почву соломы или кострики.

Вторая цель подготовки навоза—переведение азота экскрементов в более устойчивые формы перегнойных кислот.

Техника внесения навоза в почву. Количество навоза, вносимого в поле, зависит от системы земледелия, в которой он применяется. При паровой системе «нормальным» удобрением считается 40 тонн на гектар полуперепревшего навоза, и это количество может увеличиваться до 80 тонн, а при исключительных случаях

до 120 тонн на гектар. Только при овощной культуре вносятся еще большие количества.

Осторожность, с которой повышают количество навоза при полевой культуре, зависит от содержания в навозе значительного количества азота, легко переходящего в усвояемую форму и легко создающего условия одностороннего азотного питания.

При травопольной системе земледелия количество навоза, вносимого в паровое поле, понижается до 20 тонн на гектар перепревшего навоза и иногда доходит до 30 тонн.

Кроме азота, навоз содержит в среднем 0,2 процента фосфорной кислоты (P_2O_5) и 0,6 процента калия (K_2O).

При внесении навоза в почву он должен быть немедленно после раструски запахан в почву. Это требование крайне важно. При долгом лежании раструсенного навоза он, во-первых, теряет все количество азота, бывшее в нем в форме аммиачной соли. Углеаммиачная соль на воздухе разлагается на угольную кислоту и аммиак, который немедленно улетучивается.

Но главная причина заключается в следующем. В навозе при его вывозке содержится большое количество перегнойных веществ. Они находятся в нем в состоянии гуминовой и ульминовой кислот и гуминовоаммиачной соли. При высыхании навоза прежде всего окисляется в азотную кислоту аммиак гуминовоаммиачной соли, и гуминовая кислота ее освобождается. При дальнейшем высыхании из перегнойных кислот образуются ульмин и гумин и, таким образом, сразу уничтожается возможность влияния на почву того «свежеосажденного» перегноя, который представляет причину прочности почвы. Насколько велико влияние высушивания навоза, хорошо демонстрируется опытом Я. М. Жукова, произведенным им по моей просьбе в б. Сумском уезде б. Харьковской губернии. Участок, на котором навоз был запахан немедленно после раструски, дал урожай в 183 пуда зерна ржи на десятину; участок же, на котором навоз в маленьких кучах сначала высох, дал 83 пуда на десятину.

Вследствие значительного содержания в навозе азота, при его внесении в почву принимаются особенно детальные меры к его равномерному распределению по поверхности поля для избежания последствий «пестроты поля».

Техника приготовления аэробного навоза. Одним из важнейших моментов в крупном социалистическом сельском хозяйстве представляется момент вывозки навоза и приготовление его на гноище. Все старые способы, выработанные при мелком единоличном земледелии, малоприемлемы ввиду концентрации больших количеств скота в колхозах и совхозах. Вывозка всего количества ежедневно скопляющегося навоза на гноище, устроенное на усадьбе, представляет огромные неудобства в смысле санитарном. Вывозка уже перепревшего навоза с усадьбы на поля

тоже встречает много неудобств. Все эти соображения заставили прийти к уже испытанному во многих социалистических предприятиях приему вывозки навоза.

Сущность этого приема заключается в том, чтобы вносить в почву только вполне перепревший навоз, чем избегается такая тяжелая операция, как двойка парового поля. И навоз во вполне перепревшем виде приобретает гораздо больше достоинств в смысле внесения в почву, ибо его можно вносить в гораздо меньших количествах для удобрения любого растения севооборота. Такого рода внесение навоза требует предварительной разработки плана его внесения, которым определяются количество и время внесения перепревшего навоза в соответствующие поля.

Количество навоза, получаемого от скота при разных условиях его содержания, можно получить в любом справочнике по зоотехнии. При этих расчетах нужно иметь в виду, что получение вполне перепревшего, хорошо рассыпающегося навоза требует времени около года.

После того как количество вносимого в каждое поле навоза определено, вокруг поля намечаются места, где будут располагаться гноища для приготовления навоза. Эти гноища располагаются вокруг каждого поля с расчетом возможной экономии перевозки навоза и езды навозоразбрасывателей.

Полевое гноище представляет прямоугольную площадку, засыпанную на полметра измельченным торфом. На поверхность такой подстилки закладывается навоз, который ежедневно вывозится из скотных дворов на полевые гноища, что представляет значительные удобства, вследствие относительной недогруженности транспорта в течение зимнего времени, когда навоз главным образом и скопляется в скотных дворах.

Размеры кучи складываемого навоза рассчитываются так, чтобы все количество ежедневно вывозимого навоза могло быть расположено слоем не толще 0,5 метра. Ширина каждой кучи не должна превышать 2 метров. Сообразно этим данным, можно закладывать одну длинную кучу или несколько на разных местах. Навоз укладывается рыхлым слоем и немедленно начинает «гореть». Это согревание, достигающее температуры 70—72 градусов, имеет чрезвычайно большое значение в смысле уничтожения спор грибов, по присутствию которых можно судить о неправильном разложении навоза.

«Горение» навоза, т. е. его биологическое согревание до 60—70 градусов, представляется единственным всегда и везде приемлемым способом уничтожения яиц и зародышей (члеников) глистов, аскарид и нематод (гельминтов), которые миллиардами кишат в экскрементах всех (без исключения) животных. Эти яйца и зародыши гельминтов устойчивы против пониженных температур (—40—50 градусов), высыхания, продолжительного пребывания

в воде, но быстро погибают при высокой температуре (40 градусов) в щелочной среде (акад. Скрябин). Я считаю «горение» способом приготовления навоза пока единственным и обязательным способом «дегельминтизации» навоза (и фекалий).

До тех пор пока продолжается «горение» навоза, в начатую кучу новую порцию навоза не закладывают. Поэтому в зимнее время, когда этот процесс «горения» затягивается, приходится одновременно закладывать несколько куч.

После того как высокая температура в куче начнет спадать, навоз подвергают уплотнению (утаптыванию), и на уплотненный навоз можно накладывать новую порцию слоем в 0,5 метра рыхлого навоза.

В таком порядке продолжают укладку навоза до тех пор, пока уплотненная куча не достигнет общей высоты в 1,5 метра. Тогда на нее сверху насыпают слой в 0,5 метра измельченного торфа и начинают укладку новой кучи в непосредственной близости к первой куче. В конце полосы на предварительно насыпанном торфе образуется сплошной штабель навоза, высотой около 2 метров, покрытый сверху слоем измельченного торфа.

В районах, где нет торфяных болот и доставка торфяного порошка трудно осуществима, торф может быть заменен почвой пахотного горизонта того участка, на котором складывается навоз.

Немедленная, ежедневная вывозка навоза с усадьбы не освобождает, однако, от укладки вблизи скотного двора такого же штабеля навоза. Этот штабель представляется запасным на случай неосуществимости вывозки навоза в гноища на полях по каким-либо причинам (ненастная погода, буран и др.).

Навозная жижа. До сих пор не разработан момент хранения и применения навозной жижи. В большинстве скотных дворов принято направлять все количество жидкости, получающееся на скотном дворе, в жижеприемник. Эта жидкость, стекающая со скотного двора, состоит из мочи животных, и к ней же примешивается и вода, применяемая на скотном дворе для поддержания чистоты. В жижеприемник направляется одновременно и та жидкость, которая образуется при разложении навоза. Вследствие этого объем жижи, получающийся при таком порядке ее сбора, чрезвычайно велик, жижа представляет сильно разбавленный раствор. Очень желательно, чтобы вода, применяемая в целях соблюдения чистоты на скотном дворе, направлялась бы отдельной канализацией на биологические фильтры, на которых очистка такой воды не представляет никаких затруднений. В этом случае в жижеприемнике скопляются только моча животных и небольшое количество жижи, образующейся при разложении навоза на запасном гноище.

Вывозка и утилизация этого сравнительно небольшого количества жижи не представляют непреодолимых трудностей. Такая

жижа периодически вывозится на законченные полевые штабели навоза и распределяется по их поверхности. Все количество элементов пищи, заключающихся в этой жиже, целиком поглощается торфяной или земляной покрывкой штабеля.

Что касается жижи, образующейся во время перепревания навоза в полевом штабеле, то она целиком поглощается полуметровым слоем торфа (или земли), подстилающим штабель навоза. Весной, по сходе снега, полевые штабели навоза оправляются; на них выравнивается торфяная покрывка, и в случае высыхания штабель периодически увлажняется вывозимой навозной жижей. В таких штабелях навоз достигает полной спелости приблизительно через год и имеет вид черной, легко рассыпчатой массы, которая легко поддается механизации нагрузки на автотранспорт и совершенно легко распределяется по полю.

Подстилка. Довольно большую остроту при содержании значительных количеств скота приобретает вопрос о подстилке на скотном дворе. Попытка разрешить этот вопрос чисто механически, отказавшись совершенно от подстилки, не может быть признана ни в какой мере удовлетворяющей требованиям правильного содержания скота и скорее должна быть отнесена в область вредительства. Для скота, совершенно независимо от цели его содержания, необходимо обеспечить мягкое чистое ложе. Эту роль хорошо выполняет торфяная подстилка, покрываемая с поверхности соломенной резкой. При этом существует много систем применения такой подстилки, которые рассматриваются в курсах зоогигиены. С точки же зрения агрохимической торф в этом случае представляет чрезвычайно желательный материал.

Торф. В более северных районах, где на территории совхозов и колхозов встречаются торфяники, не имеющие значения для энергетических станций, чрезвычайно желательно приготовление торфа для внесения его в поля. Лучшим способом, во много раз повышающим эффективность минерального удобрения, представляется пропускание всей массы торфа через скотные дворы. Торф для этой цели заготавливается осенью, причем он складывается в рыхлые штабели не выше 2 метров и такого же поперечного сечения, для того чтобы он зимой промерз и чтобы закисные соединения железа, обычно содержащиеся в таком торфе, окислились и вымылись атмосферными осадками. В случае заготовки торфа зимой целесообразнее этих же целях не торопиться с его применением, а оставить его в штабелях до следующей зимы. Такой торф пропускается через скотный двор и затем может служить или подстилкой и покрывкой для штабелей навоза или может применяться самостоятельно на таких же основаниях, как и навозное удобрение.

Кроме того, такой торф применяется для приготовления торфофекального удобрения, значение которого в неканализован-

ных поселках не может быть преуменьшено как с точки зрения санитарной, так и с точки зрения снабжения социалистического земледелия огромным количеством местных удобрений.

Компост. Не менее важно как с точки зрения санитарного состояния поселков, так и получения высокоценного органического удобрения, особенно в южных хозяйствах, приготовление так называемого компоста. Компост может готовиться как на полях, так и на усадьбе. Приготовление его крайне просто. Основанием компостной кучи служит или торф или какое-нибудь перепревшее органическое вещество. На эту подстилку шириной около 2 метров укладываются слоями всевозможные отбросы полевого хозяйства и отбросы усадьбы. На поле в компостные кучи складывается бодылье, т. е. деревянистые остатки стеблей хлопчатника, кукурузы, подсолнуха, кочерыжки и т. п., одним словом, все то, что не может быть скормлено скоту и употреблено как топливо. В компост же складываются испорченная ботва, скашиваемые и выбираемые сорняки. На усадьбах в компостах складываются всевозможные сухие отбросы хозяйства, уличные сметки, зола, труха с сеновалов, убойные остатки, не могущие быть использованными другим путем. Компосты время от времени поливаются мыльными помоями, навозной жижей. Когда куча достигнет высоты 2 метров, она с поверхности закрывается торфом или землей. Для ускорения процесса перегнивания компоста хорошо добавлять в него известь.

Компост созревает приблизительно через год и применяется как навозное удобрение.

В правильном травопольном севообороте главное удобрение применяется в пару, предшествующем озимому хлебу, под который будут подсеиваться многолетние травы. Этот момент чрезвычайно важен, так как от хорошего развития как злаков, так и бобовых травяного поля зависит равномерность прочной структуры почвы. При этом чрезвычайно важно, чтобы весь пахотный горизонт был удобрен равномерно, чем достигается и равномерное распределение по нему корней злака. Второе внесение как навоза, так и минеральных удобрений требуется приблизительно в середине ротации севооборота. При этом важно также, чтобы вносимое удобрение равномерно распределялось по всему пахотному горизонту.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ ¹

В главе «Химические условия плодородия почвы» подробно сказано о том, какие цели мы преследуем, внося удобрения в почву. Внося удобрения, мы снабжаем пищей растение и полезную микрофлору почвы; удобрениями мы так изменяем реакцию почвы, как это полезно для культурного растения.

Внося органические удобрения, мы, кроме того, обогащаем почву полезными для культурного растения бактериями, усиливаем биологическую деятельность в почве и тем самым повышаем ее плодородие.

В той же главе было подробно рассказано, почему необходимо известковать кислые почвы и гипсовать щелочные и какова техника известкования и гипсования. Там же подробно разобран вопрос об органических удобрениях. Поэтому здесь мы остановимся преимущественно на качественной характеристике минеральных удобрений, применяемых нашим социалистическим земледелием, и на технике использования этих удобрений. Минеральные удобрения, в зависимости от содержащихся в них элементов пищи растений, разделяются на азотные, фосфорные и калийные.

Азотные удобрения. С азотными удобрениями мы вносим в почву один из важнейших элементов пищи растений — азот. Азот нужен растению для образования белка: без белка не могут существовать ни животные, ни растения.

«Жизнь — это форма существования белковых тел...» (Ф. Энгельс, «Диалектика природы», изд. 6, стр. 29).

При внесении азота в почву усиливается рост растений, увеличивается содержание белка в растениях. Особенно буйно и пышно развивается зеленая (вегетативная) масса растений (стебли и листья).

При недостатке в почве азота наступает азотное голодание растений; они слабо растут, задерживается развитие, и урожай падает. При азотном голодании листья растений не имеют яркой зеленой окраски.

¹ Глава составлена А. М. Сиротным.

Лучшие результаты от азотистых удобрений получают при внесении их совместно с фосфорными и калийными удобрениями.

При одностороннем избытке азота у зерновых увеличивается количество соломы в ущерб урожаю зерна.

При избытке азота в почве хлеба и лен часто полегают, снижается качество волокна льна и конопли. У сахарной свеклы при избытке азота ухудшается качество сока, и в результате уменьшается выход из него сахара. При одностороннем избытке азота картофель сильно развивается в ботву и дает клубни с пониженным содержанием крахмала и большим содержанием белка. При применении азотных удобрений все эти обстоятельства надо внимательно учитывать, не допуская одностороннего избытка азота. В нашем сельском хозяйстве применяется несколько различных форм азотных удобрений. Остановимся на главных.

Сернокислый аммоний. Сернокислый аммоний, или сульфат аммония, — одно из распространенных у нас азотных удобрений. Получают его заводским путем при насыщении серной кислоты аммиаком. Аммиак, из которого получают сульфат аммония, добывают двумя способами.

Первым способом аммиак получают как побочный продукт при сухой перегонке каменного угля. При сухой перегонке каменный уголь нагревают до высокой температуры в плотно закрытых котлах, без доступа воздуха. Уголь в таких условиях разлагается без сгорания. Один из продуктов разложения — газ аммиак. После выделения аммиака остается кокс — ценнейшее топливо.

Второй способ состоит в том, что аммиак получают искусственным путем из азота воздуха и водорода. Эти два элемента соединяют вместе, при высокой температуре и давлении, в присутствии особых веществ — катализаторов (ускорителей соединения). В результате соединения азота и водорода получают новое вещество — аммиак, обладающее резким запахом нашатырного спирта. Особый острый запах воздуха на скотных дворах, конюшнях объясняется именно присутствием в нем аммиака. При соединении аммиака с серной кислотой получают сернокислый аммоний.

Сернокислый аммоний по внешнему виду напоминает обыкновенную поваренную соль, но имеет грязноватый цвет. Содержит в среднем 20 процентов азота. Сернокислый аммоний под яровые можно вносить в почву заблаговременно. Например, под сахарную свеклу можно вносить с осени, под зябь, вместе с фосфорными и калийными удобрениями.

Когда растения используют сернокислый аммоний, в почве образуется некоторое количество свободной серной кислоты.

Поэтому и рекомендуют вносить сернокислый аммоний вместе с удобрениями, плохо усвояемыми растениями (например, с фосфоритной мукой). Под действием серной кислоты эти удобрения делаются более легко растворимыми.

Если почвы сами по себе кислые (что часто наблюдается в районах дерново-подзолистых почв и северных черноземов), то внесение сернокислого аммония может еще больше повысить кислотность почв, что может отрицательно отразиться на урожаях. Поэтому, прежде чем вносить сернокислый аммоний, надо определить кислотность почвы, и если кислотность окажется излишне высокой, ее надо устранить известкованием.

При недостатке азотных удобрений их в первую очередь вносят под наиболее требовательные культуры: хлопчатник, сахарную свеклу, овощные культуры, коноплю, лен. Под бобовые, которые способны сами накапливать азот, как правило, азотных удобрений не вносят.

Средней дозой азотных удобрений считается такая, при которой вносится в почву 45—60 килограммов азота на гектар. Так как сернокислый аммоний имеет 20 процентов азота, то значит в центнере будет 20 килограммов азота. Отсюда легко рассчитать, что для внесения 60 килограммов азота необходимо взять 3 центнера сульфата аммония. Под такие культуры, как конопля и хлопчатник, рекомендуют повышенную дозу: до 90 килограммов азота на гектар под коноплю и до 120 килограммов и более под орошаемый хлопчатник. Под зерновые и некоторые другие культуры рекомендуют меньшие дозы: 30—45 килограммов азота на гектар; под лен или под озимые, при внесении удобрений весной, по всходам, достаточно 20—30 килограммов азота на гектар.

Стахановцы земледелия применяют более высокие нормы удобрений и получают от этого большие приросты урожая. Стахановцы, увеличивая норму удобрений, в то же время улучшают снабжение растений водой. Нужно помнить, что чем культурнее почва, т. е. чем она структурнее, тем лучше действуют удобрения, и тем выше может быть норма внесения.

Азотнокислый аммоний. Азотнокислый аммоний, или аммиачная селитра, — широко распространенное у нас азотное удобрение. Приготавливают его на заводах путем соединения аммиака с азотной кислотой. По внешнему виду он представляет мелкокристаллическую соль беловатого цвета. Азотнокислый аммоний — очень ценное удобрение: он содержит до 35 процентов азота и используется для удобрения главным образом технических культур.

Азотнокислый аммоний быстро отсыревает во влажную погоду и после этого быстро сплывается в твердые глыбы. Поэтому хранить его следует в сухих, хорошо проветриваемых помещениях. Средняя норма внесения его по азоту та же, что и для сульфата аммония.

Другие селитры. Кроме аммиачной селитры, имеется ряд других азотных удобрений, представляющих соединение азотной кислоты с различными основаниями. Все они также называются селитрами. Так, селитра, содержащая натрий, называется натрон-

ной селитрой. Она или добывается из природных залежей (в Чили, Южная Америка) или вырабатывается заводским путем. Натронная селитра, добываемая из природных залежей, называется чилийской селитрой. Чилийская селитра содержит, примерно, 15—16 процентов азота. В СССР натронная селитра вырабатывается на заводах и применяется под сахарную свеклу.

Если азотная кислота соединяется с кальцием, то в этом случае получается удобрение, называемое кальциевой селитрой.

Так как впервые ее производство было начато в Норвегии, то кальциевая селитра называется иначе норвежской селитрой. В Средней Азии найдены небольшие залежи калийной селитры. Калийная селитра очень ценное удобрение. Она содержит 13 процентов азота и до 45 процентов окиси калия.

Сульфат-нитрат аммония, или лейна-селитра, или монтан-селитра, по свойствам занимает среднее положение между сернокислым аммонием и аммиачной селитрой. Она — смесь этих удобрений. Содержит 25—26 процентов азота. По способности поглощать влагу из окружающего воздуха стоит ближе к аммиачной селитре.

Цианамид кальция. Цианамид кальция получают на заводах при пропускании азота через раскаленный карбид кальция — соединение, содержащее в себе кальций и углерод. Цианамидкальция содержит от 18 до 23 процентов азота и представляет темный, легко пылящийся порошок. Чтобы уменьшить распыление этого удобрения, при рассеивании его можно смешивать с калийными солями, особенно с тонко размолотым силвинитом, с землей или с сырыми опилками.

По действию на растения цианамид кальция приближается к сернокислому аммонiu. Особенно он хорош на тяжелых и кислых почвах, так как содержит много извести.

Вносить в почву цианамид кальция следует заблаговременно, дней за 10—15 до посева, а лучше всего под зяблевую пахоту. Задолго до посева надо вносить его под сахарную свеклу.

Цианамид идет в первую очередь под технические культуры.

При хранении и внесении с цианамидом кальция следует обращаться осторожно. Его пыль ядовита для животных и людей.

Фосфорные удобрения. Фосфор — один из важнейших элементов пищи всех сельскохозяйственных растений. Главная масса фосфора, поступающая из почвы в растение, идет на построение так называемой продуктивной части растения: зерна и клубней.

При внесении фосфора в почву под зерновые культуры повышается количество белка в зерне, у масличных (льна, подсолнечника и других) повышается содержание жира. Фосфорные удобрения сильно влияют на развитие растения: они ускоряют созревание.

Фосфорные удобрения расценивают по содержанию в них фосфорной кислоты.

Наиболее важны и распространены следующие фосфорные

удобрения: суперфосфат, двойной суперфосфат, преципитат, томасшлак, фосфоритная и костяная мука.

Фосфорные удобрения изготавливаются из фосфоритов и апатитов, содержащих фосфорную кислоту. Большое значение имеют отбросы металлургической промышленности, из которых готовят (при переработке чугуна на железо и сталь) ценное фосфорное удобрение — томасшлак.

СССР принадлежит к числу стран, наиболее богатых сырьем для приготовления фосфорных удобрений. Главные месторождения фосфоритов следующие: верхнекамское (Кировская область), кинешемское по берегу реки Волги (выше города Кинешмы), московское (особенно выделяется егорьевское месторождение), курские, саратовские, черниговские, подольские залежи, кандагачское месторождение в Казахстане и вурнарское в Чувашской АССР. Особенно выделяются недавно открытые залежи хибинских апатитов. Они содержат от 30 до 40 процентов фосфорной кислоты.

Хибинские месторождения находятся далеко за полярным кругом, на Кольском полуострове, в Хибинских тундрах. Общие запасы руд превышают миллиард тонн.

В первой пятилетке на Кольском полуострове создан совершенно заново, с прекрасными шоссейными и железными дорогами, крупный промышленный горный центр — социалистический город Кировск, насчитывающий сейчас несколько десятков тысяч жителей. Открытые хибинские месторождения — самые крупные в мире. Они позволили нам полностью отказаться от ввоза в СССР фосфорных удобрений. Хибинские месторождения представляют основной источник ценнейшего сырья для изготовления легко усвояемых растениями фосфорных удобрений (суперфосфаты простые и двойные аммофосы и другие).

Фосфоритная мука. Фосфоритную муку изготавливают из фосфоритных камней. Эти камни перемалываются в мелкий порошок на специальных мельницах. Цвет этого удобрения грязно-серый, коричневый или пепельно-серый, в зависимости от состава фосфоритов, из которых получена фосфоритная мука.

Фосфоритная мука содержит от 14 до 30 процентов фосфорной кислоты. Фосфорная кислота в фосфоритной муке трудно растворима и мало доступна растениям, особенно в самых богатых фосфорной кислотой подольских фосфоритах. При наличии в почве кислот, соединения фосфора в фосфорите переходят в другие формы, легче растворимые в воде и более доступные растениям. Поэтому фосфоритную муку вносят в почву заблаговременно: под озимые хлеба — при взмете пара, а под картофель, корнеплоды, лен, коноплю и яровые хлеба — осенью, под яблечную вспашку. Если по каким-либо причинам фосфоритную муку приходится вносить весной, то это надо делать как можно раньше, задолго до посева, под перепахку.

Фосфоритная мука — ценное фосфорное удобрение. Она с успехом может применяться не только в нечерноземной полосе, но также и в черноземной лесостепи. Особенно хорошие результаты она дает на кислых дерново-подзолистых почвах, серых лесных суглинках и на болотных почвах.

Очень хорошо фосфоритная мука действует на землях из-под кустарников, при распахке осушаемых болот, а также на истощенных лугах.

Фосфоритную муку можно применять под все культуры, но лучше всего она действует на рожь, гречиху, горох и клевер (особенно при внесении под покровное для клевера растение).

Фосфоритную муку, ввиду ее плохой растворимости, вносят в почвы в довольно значительных количествах — в среднем из расчета от 90 до 135 килограммов фосфорной кислоты на гектар. Действует она в течение нескольких лет.

Хорошо вносить фосфоритную муку вместе с сернокислым аммонием.

Очень полезно смешивать фосфоритную муку с верховым торфом, отчего действие ее также усиливается.

Суперфосфат. Для приготовления суперфосфата тонко измельченный фосфорит обрабатывают серной кислотой. В результате получают порошок светлосерого или иногда даже беловатого цвета, содержащий фосфорную кислоту в легко доступном для растений состоянии (растворимые в воде соли). Изготавливаемый на наших заводах суперфосфат содержит в среднем 17—18 процентов фосфорной кислоты. Суперфосфат, в отличие от фосфорной и костяной муки, можно вносить на всяких почвах (за исключением самых кислых) и под все растения. На сильно кислых почвах его следует заменять фосфоритной мукой или томасшлаком. При внесении суперфосфата в почву фосфорная кислота его переходит в менее растворимые формы. Поэтому фосфорная кислота в суперфосфате почти не вымывается из корнеобитаемого слоя. Суперфосфат действует на растения быстро. Он хорошо действует на клевера при поверхностном их удобрении. Вносят суперфосфат в разное время, в зависимости от почв и растений; например, под сахарную свеклу его следует вносить под осеннюю глубокую пахоту, при посеве в рядки и в подкормках. Очень полезно вносить суперфосфат вместе с навозом. В этом случае навоза можно брать только половинное количество. Нормы внесения различны (45—60—90 и больше килограммов фосфорной кислоты на гектар). Зависят они от культурности почвы. Чем культурнее почва, тем лучше и прочнее ее структура, тем выше может быть норма удобрения, и тем лучше, сильнее будет оно действовать на растение, тем выше будет урожай на каждый килограмм затраченного удобрения.

Двойной суперфосфат готовят так же, как и обыкновенный суперфосфат, из апатита или фосфорита, с той лишь разницей,

что сначала получают жидкую фосфорную кислоту при обработке апатита или фосфорита избытком серной кислоты, а потом жидкой фосфорной кислотой обрабатывают новые порции апатита и фосфорита. Поэтому двойные суперфосфаты, в сравнении с простыми, значительно богаче фосфорной кислотой.

Костяная мука. Сырые кости животных содержат довольно много фосфора — около 20—25 процентов. Обезжиренную, обесклеенную кость размалывают и применяют (под названием костяной муки) как фосфорное удобрение. Костяная мука содержит от 22 до 30 процентов фосфорной кислоты; фосфор костяной муки более доступен растениям, чем фосфор фосфоритов, но менее доступен, чем фосфор томасшлака и суперфосфата. Вносить костяную муку нужно заблаговременно: под яровые — осенью (под зябь или весной, до посева), под озимь — при подъеме пара.

Калийные удобрения. Калий, как азот и фосфор, — важнейший элемент пищи растений. Калийные удобрения повышают урожай и улучшают его качество. Так при удобрении калием сахарной свеклы, в ее корнях увеличивается содержание сахара. При удобрении калием льна и конопли повышается качество их волокна.

При недостатке калия большинство растений развивается ненормально, заболевает, задерживается в росте, очень часто не достигает полной зрелости; зерно получается тощее.

К растениям, требующим больших количеств калия, относят картофель, свеклу и другие корне- и клубнеплоды, капусту, лен, коноплю, табак, овощи, луговые и сеновые травы.

В 1925 г. на Урале, в Березниковском районе, близ Соликамска, были открыты богатейшие залежи калийных солей. Запасы солей в этих залежах превышают все известные запасы калия во всем мире.

Добываемые в соликамских рудниках калийные соли, или без особой переработки (сырые соли) или после соответствующей обработки (концентрированные калийные соли), используются как калийное удобрение.

К наиболее распространенным и применяемым у нас калийным удобрениям относят сильвинит, концентрированные калийные соли и, кроме них, печную золу.

Сильвинит. Сильвинит состоит главным образом из двух солей: хлористого калия и поваренной соли, хорошо растворимых в воде.

По внешнему виду сильвинит — полупрозрачные куски красноватого цвета. Сильвинит размалывают на особых мельницах, и в размолотом виде он поступает на поля как удобрение.

Соликамский сильвинит содержит от 12 до 17 процентов окиси калия (все калийные удобрения расцениваются не по количеству калия, а по количеству окиси калия — соединения калия с кислородом).

Сильвинит содержит много хлора; поэтому его следует вносить заблаговременно (дней за 10—20 до посева, а лучше с осени), чтобы вредно действующие в больших количествах хлор и другие примеси к моменту посева могли вымыться в нижние слои почвы.

Луга и клеверные поля удобряются сильвинитом поверхностно, после укоса или окончания пастбы.

Концентрированные калийные соли. Концентрированные калийные соли получают путем очистки сырых солей от различных примесей. В зависимости от способа обработки сырых солей, получают 30—40-процентные соли и соли с еще более высоким содержанием окиси калия. Они в 2—3 раза богаче калием, чем сырые соли.

Печная зола. Зола получают в хозяйстве от сжигания дров, соломы и т. д. Ежегодно получается очень большое количество печной золы. Но зола до сих пор еще не везде и не всегда собирается и используется как удобрение. А между тем это — прекрасное удобрение. Зола содержит, кроме калия, также фосфор и известь. Зола лиственных деревьев содержит, примерно, 10 процентов окиси калия, 3,5 процента фосфорной кислоты и 30 процентов извести. Зола хвойных деревьев беднее калием (6 процентов) и фосфорной кислотой (2,5 процента). Зола соломы особенно богата калием (в ржаной соломе около 18 процентов) и фосфорной кислотой (3 процента).

Наибольшее количество калия содержит зола стеблей подсолнечника и гречихи.

Зола торфа и каменного угля содержит ничтожные количества калия и фосфора; поэтому как удобрение не применяется.

Зола, как и все другие калийные удобрения, особенно хорошо действует на сеяные травы и на луга.

Находящиеся в золе соединения калия легко растворимы в воде. Зола следует вносить дней за 10—15 до посева, а на лугах и клеверных полях — осенью или после укоса.

Средняя норма внесения для соломенной золы — 5—6 центнеров на гектар.

Для дровяной золы, а также на сильно кислых почвах норму следует увеличить в 2—3 раза.

В совхозах и колхозах золу — это ценнейшее удобрение — нужно собирать систематически и организованно.

В целях предупреждения пожара, золу после выгребания из печи дня 2—3 следует держать в железном сосуде. Потом зола должна собираться в общее золохранилище. Золохранилище должно иметь крышу и быть хорошо защищено от воды. Вода быстро вымывает из золы калий.

Нормы минеральных удобрений и как их рассчитать. Чтобы установить, какую норму удобрений надо внести под ту или иную культуру, следует учитывать ряд условий. Прежде всего прини-

мают во внимание, под какую культуру вносят удобрение; сколько и в какие сроки уносит элементов пищи эта культура, как использует она вносимое удобрение.

Затем учитывают, на какую почву вносят удобрение, каковы запасы пищевых веществ в ней, каковы физические и химические свойства почвы.

Необходимо учитывать, какие были предшественники перед внесением удобрений и какая культура пойдет после заправки почвы удобрением. Так, например, если культура идет по клеверу, который сам способен накапливать азот в почве, то азотных удобрений в этом случае вносят меньше. Если по культуре, под которую вносят удобрение, пойдет на следующий год лен или картофель, то вносить известь под данную культуру не следует.

Наконец, следует учитывать и то, какие удобрения вносились раньше. Если в предыдущий год в больших дозах был внесен навоз, то последующее действие внесенного навоза позволяет значительно снизить дозы вновь вносимых удобрений, или если под предшествующую культуру было внесено большое количество фосфорных удобрений, то количество их можно на следующий год значительно снизить.

Много имеется и других условий, от которых зависит применение тех или иных удобрений. Все эти условия должны учитываться.

Поэтому все нормы удобрений, указываемые в различных справочниках и частично приведенные выше, следует считать лишь приблизительными. Более точно количество удобрений устанавливается на месте агрономами. Агрономы, намечая нормы, должны изучить все условия данной местности, а также материалы ближайших опытных станций, практику стахановцев и материалы опытов, проводимых совхозами и колхозами. После этого нормы утверждаются райисполкомами в агроправилах. Этими указаниями и необходимо руководствоваться при выборе норм удобрений в каждом конкретном хозяйстве. Нормы удобрений обычно даются на основе содержания в них элементов пищи растений.

В фосфорных удобрениях нормы намечаются по фосфорной кислоте, в калийных — по окиси калия и в азотных — по азоту. Такие нормы более правильны, так как содержание пищи растений в одном и том же удобрении может быть разное. Как же рассчитать, сколько удобрений надо вносить, чтобы была выполнена указанная норма?

Расчет ведется по такой формуле:

$$K = \frac{\text{норма} \times 100}{\text{процент элемента пищи}}.$$

Буква K в этой формуле обозначает количество потребного удобрения.

Пользоваться этой формулой следует так.

Например, под клевер мы имеем в виду внести 45 килограммов фосфорной кислоты на гектар.

Сначала надо выяснить, сколько процентов фосфорной кислоты содержит имеющийся суперфосфат. Этот процент обычно указан в накладной (при получении удобрения). Если накладной не окажется, то удобрение надо послать на проверку в ближайшую агрохимическую лабораторию. Тем или иным способом мы, положим, узнали, что суперфосфат содержит 18 процентов фосфорной кислоты. Тогда формула примет такой вид:

$$K = \frac{45 \times 100}{18} = 250.$$

Полученное число 250 и обозначает, сколько килограммов суперфосфата надо внести, чтобы получить нужную нам норму в 45 килограммов фосфорной кислоты. Точно таким же порядком можно рассчитывать норму любого другого минерального удобрения.

ms 8751

1945 г.
Авт. № 843
Вкладн. л. _____

СОДЕРЖАНИЕ

От автора _____	3
Введение _____	5
Растение и его требования к почве _____	20
Культурная почва _____	44
Утрата почвой условия плодородия и система его восстановления _____	61
Травопольная система земледелия _____	83
Полевой севооборот травопольной системы земледелия _____	92
Основы обработки почвы плугом с предплужником (культурная вспашка) _____	111
Система зяблевой обработки почвы _____	121
Система предпосевной обработки почвы _____	135
Основы зеленой кормовой площади и кормовой севооборот _____	150
Химические условия плодородия почвы _____	167
Минеральные удобрения _____	181

Редактор В. Н. Озеров.
Подписано в печать с матриц
30/V 1945 г. А15513. Объем
12 печ. листов, 13,45 уч.-изд.
листов, Тираж 75 000 экз.
Зак. № 5442.



Отпечатано с матриц в 1-й Об-
разцовой тип.треста «Полиграф-
книга» Огиза при СНК РСФСР.
Москва, Валовая, 28.

45-2102/3

Цена 4 руб.

1953

9694

C30 $\frac{\Gamma-3}{22a}$