631
B.485 03
1
30089

Библиотека Белорусского
Отд. 631
Шифр В.485 03
Инв. № 30089
Института
07.10.2014

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

Учение о вегетационных факторах.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, КАК ОТРАСЛЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И КАК НАУКА.

Существенная особенность сел.-хоз. промысла по сравнению с другими видами промышленности заключается в использовании даровых сил природы, не только как источника энергии, но и как источника сырых материалов производства. В отличие от добывающей и обрабатывающей промышленности этот промысел человека можно называть созидающей промышленностью. Источником энергии служит солнечный свет, а сырым материалом производства — элементы атмосферы и почвы, участвующие в химическом процессе новообразования органических веществ. Лабораторией этого ассимиляционного процесса или первичного естественного производства служит зеленый лист растения. Следовательно, главным орудием сельско-хозяйственного производства являются зеленые растения, улавливающие световые лучи и с их помощью превращающие углекислоту, воду и минеральные соли почвы в сложные органические вещества, служащие в свою очередь источниками тепловой и химической энергии для человека и животных. В простейшем виде сельско-хозяйственный промысел сводится к сбору растительных продуктов дико произрастающих растений, как древесных, так и травянистых,—в таком виде со стороны человека не требуется никаких приемов культуры. В тропических странах до настоящего времени питание человека может быть обеспечено сбором плодов, орехов, семян богатой дико-растущей флоры. В умеренных и холодных странах дикорастущие растения используются или в качестве топлива и строительных материалов (лесные угодья), или в качестве пастбищ и естественных покосов (луговые угодья), для кормления сельскохозяйственных животных,—тогда как растительные продукты, необходимые для питания человека или для приготовления одежды, в этих странах могут быть обеспечены только применением полевой, садовой и огородной культур. Таким образом, использование естественных угодий — (лесов, лугов, болот и вод) в умеренных и холодных странах требует особой отрасли сельского хозяйства—животноводства, при чем животные служат посредниками между растением и человеком, перерабатывающими несъедобные и непригодные для человека растительные продукты дикой флоры в пищевые продукты или полезные животные материалы обрабатывающей промышленности (шерсть, кожа, кости и т. п.). Животноводство, получившее развитие, главным образом, в умеренной полосе, может быть

уподоблено производству обрабатывающей промышленности, наравне с сахарной, винокуренной, пивоваренной промышленностью, служащих для химической переработки одних материалов в другие. Охота и рыболовство—представляют примитивные формы пользования дикими животными, населяющими леса, болота и воды, подобно тому, как в тропических странах производится сбор растительных продуктов, нужных для питания и одежды человека. До тех пор, пока пользование растениями и животными производится без вмешательства человека в их производство, на лицо не имеется и земледелия. Сбор плодов и семян дикорастущей флоры, охота, рыболовство, пастбищное скотоводство, пользование естественным лесом—все это виды примитивного хозяйства, не требующие активного участия человека в производстве. Земледелие начинается с того момента, когда начинается непосредственное участие человека в производстве растений, путем ухода за естественными лугами, за насаждением лесных и садовых деревьев, за посевами полевых и огородных растений. С другой стороны земледелие кончается там, где кончается производство растений и начинается переработка растительных продуктов в новые растительные материалы (мукомольная, крупорушная, крахмальная, маслобойная, винокуренная, сахароваренная, пивоваренная, писчебумажная и прочие виды обрабатывающей промышленности) или в животные продукты. Однако и производство растений может быть направлено на использование различных земельных угодий—и в зависимости от того, какой вид земельных угодий имеется в виду использовать, растеньеводство приобретает различный характер и составляет различные отрасли хозяйства. Среди земельных угодий принято различать четыре основных угодья : 1) леса, 2) луга и выгоны или кормовые угодья, 3) поля, 4) сады и огороды или усадебные земли. Кроме того обыкновенно при регистрации земель выделяются неудобные земли, занятые озерами, болотами, дорогами, оврагами, балками, сыпучими песками, солонцами и пр. Значительная часть неудобных земель может быть приобщена к культуре путем тех или других способов коренной мелиорации. В связи с коренной мелиорацией возникают новые виды культур (культура болот, культура песков, культура солонцов, облесение и залужение закрепленных оврагов и проч.). Земледелие в широком смысле охватывает все виды растеньеводства без различия угодий, т.-е. включает не только полеводство, но и луговодство, садоводство, огородничество и даже лесоводство, а также все виды специальной культуры неудобных земель (болот, песков, солонцов, оврагов).

В таком широком об'еме земледелие или растеньеводство трактовалось во всех руководствах в первой половине XIX столетия, а также в элементарных учебниках средних и низших сельско-хозяйственных школ нашего времени. Однако по мере усложнения приемов в культуре и накопления положительных знаний в разных отраслях естествознания и сельского хозяйства—такое широкое трактование предмета земледелия становилось все более и более искусственным и неудобным. Общей основой всех отраслей растеньеводства в сущности остались только такие знания, которые успели обособиться в самостоятельные отрасли науки, а именно: из области естествознания—физиология и биология растений, агрономическая химия, микробиология и почвоведение, а из области

обществоведения—сельско - хозяйственная экономия, с сельско - хозяйственной статистикой и счетоводством. В остальном научные данные и приемы исследования у различных отраслей растеньеводства успели настолько обособиться, что соединение их явилось бы нецелесообразным и непродуктивным не только в педагогическом, но и в научном отношении. Прежде всего из растеньеводства выделилось лесоводство, как отрасль менее всего связанная с приемами механической обработки, удобрения и ухода, выработанными для полевой культуры. Во вторую очередь необходимо было выделить садоводство, хотя и применяющее многие приемы культуры полевых и огородных растений, но имеющее своим об'ектом древесные породы, которые в смысле биологии, способов ухода и приемов селекции, слишком резко отличаются от растений полевой, луговой и огородной культуры. В третью очередь—выделилось огородничество и цветоводство, которые с промышленным развитием выработали своеобразные приемы парниковой и тепличной культуры и сделали крупные успехи в сортоводстве и селекции. Таким путем создалась обширная специальность, имеющая слишком мало общего с полеводством и луговодством. Наконец, в сравнительно недавнее время от полеводства стало обособляться луговодство и болотоведение, в связи с новейшими исследованиями по биологии растительных сообществ и успехами болотной культуры. Благодаря такой дифференцировке знаний, земледелие, как учение о полевой культуре, много выиграло в смыле единства научных основ и методов исследования, но в то же время потерпело существенный ущерб, в смысле обособления полеводства от других отраслей сельского хозяйства. Между тем с точки зрения правильной организации хозяйства, как единого целого производства, необходима возможно более тесная связь и постоянное взаимодействие всех отраслей сельского хозяйства. Связь эта должна быть настолько глубокой, чтобы обеспечить возможность постепенного превращения земельных угодий — болот в луга и леса, лесов и лугов в поля, полей в сады и огороды. Путем постепенного культурного улучшения земельных угодий — такая эволюция основных отраслей хозяйства становится вполне возможной и целесообразной, а потому при изучении полеводства необходимо постоянно иметь в виду условность и временное значение тех границ, которые отделяют полеводство от соприкасающихся отраслей хозяйства: луговодства, лесоводства, садоводства и огородничества. В различных стадиях эволюции и при различных естественных условиях соотношение основных земельных угодий претерпевает весьма резкие изменения. Так, например, в Европейской России еще каких-нибудь сто лет тому назад вся нечерноземная полоса представляла почти сплошной лес. Черноземная же часть России представляла сплошную степь, и только постепенной распашкой этих двух главных естественных угодий расширялась полевая культура быстрее в степной области, и значительно медленнее в лесной; но и в начале XX столетия в 1912 году посевная площадь в 50-ти губерниях Европейской России составляла только 17,5% общего пространства этих губерний. В частности, в Могилевской губернии распаханность достигла к 1912 году 43% (от общей площади удобных земель), тогда как за 25 лет до этого (в 1887 году) она составляла 32%. В период залежного хозяйства, когда господствует хищническая бес-

сменная культура почти исключительно хлебных злаков, пашни не представляют постоянного угодья, а по мере истощения пашни под посевы распахиваются новые участки степей и лесов (пустоши, облоги и лесные заросли), причем пашня составляет весьма малую часть общей площади, а кормовые угодья во много раз превосходят посевную площадь. В период трехпольного хозяйства пашня остается постоянно на одном месте, но обыкновенно занимает площадь меньшую, чем кормовые угодья, и чем шире соотношение кормовой и посевной площади, тем лучше обеспечено удобрение полей и тем устойчивее полеводство. Но с уплотнением населения площадь пашни расширяется, главным образом, за счет кормовых угодий (низкий уровень культуры препятствует превращению лесов и неудобных земель в более производительные угодья), и в связи с сокращением кормовой площади полеводство теряет свою прежнюю устойчивость. Переход к более правильной культуре полевых растений с улучшенной механической обработкой, применением искусственных удобрений и правильным плодосменом с возделыванием пропашных и многолетних кормовых растений становится тогда единственным выходом из кризиса.

И так, современное состояние знаний позволяет выделить земледелие, как учение о полевой культуре, из ряда других отраслей растеньеводства. Но и в таком об'еме земледелие представляет настолько обширную область знаний, что не может быть рассматриваемо, как специальная наука, все отделы которой в одинаковой степени могут быть доступны для научного исследования и преподавания одного специалиста. Подобно тому, как естествознание распалось на целый ряд научных дисциплин, хотя и связанных между собой, но применяющих различные методы и изучающих различные об'екты и явления, так и в земледелии образовалось несколько направлений исследования и составилось несколько специальных отраслей, изучение которых целесообразно разделить между различными специалистами. Обыкновенно для удобства изучения земледелия, оно подразделяется на две части: общую и частную полевую культуру; но такое деление не соответствует действительной дифференцировке научных исследований в области земледелия, так как нет возможности провести грань между общими и частными явлениями по крайней мере до тех пор, пока не изучены во всей полноте все явления частной полевой культуры, изучение явлений общей полевой культуры, по необходимости приводит к раскрытию целого ряда частных явлений и особенностей, составляющих основу частной полевой культуры, и наоборот — выработка приемов частной полевой культуры неминуемо затрагивает целый ряд общих вопросов и способствует их научному обоснованию. Более целесообразным является группировка знаний, относящихся к земледелию, по их научной сущности и логической связи. В этом отношении можно различать три главных направления исследования: во 1) изучение приемов физического воздействия на внешние факторы произрастания растений; во 2) изучение приемов химического воздействия на те же факторы, и в 3) изучение приемов биологического воздействия, как на факторы произрастания, так и непосредственно на культурные растения, путем подбора видов, сортов и рас, более приспособленных к наличным внешним условиям произрастания. Первое направление, имеющее в своей основе агрономическую физику, изучает влияние на рост растений атмосферных и почвенных условий и вырабатывает приемы коренной мелиорации земельных угодий, механической обработки почвы, а также способы посева и ухода за растениями во время роста. Второе направление опирается на агрономическую химию и микробиологию, изучает химизм почвенных и микробиологических процессов в связи с питанием растений и изменением плодородия почвы и вырабатывает приемы удобрения и правильного плодосмена. Третье направление, составляющее предмет биологии культурных растений, изучает физиологические особенности отдельных видов и сортов культурных растений, а также их биологические особенности в отношении к дикопроизрастающим сорным растениям, паразитам и вредителям и таким путем вырабатывает частные приемы полевой культуры и новые формы культурных растений, более продуктивных и более устойчивых. Соответственно этим трем направлениям земледелия различаются и методы исследования. Метеорологи и почвоведы при разработке вопросов земледелия применяют преимущественно физические методы. Химики, бактериологи и физиологи, изучающие вопросы удобрения и плодосмена, применяют химико-физиологические методы. Ботаники и селекционеры при изучении культурных и сорных растений, болезней и вредителей предпочтительно пользуются методами ботаников-морфологов. И, таким-образом, агрономическая лаборатория, стремящаяся охватить все стороны земледелия, по необходимости дифференцируется в трех направлениях, с отделениями для физико-механических, химико-бактериологических и ботанико-морфологических или микроскопических работ.

Разумеется, и такое деление во многом является схематичным и условным, но больше соответствует современной научной методологии и специализации исследователей, а потому представляет больше удобства при изучении предмета, чем искусственное деление на общие и частные приемы полевой культуры.

Введением в изучение земледелия служит учение о вегетационных факторах, которое в сжатом виде рассматривает значение основных факторов в жизни растений и устанавливает общие законы их взаимодействия. Эта глава земледелия представляет как бы конспект физиологии растений в приложении к культурным растениям, с той особенностью, что стремится произвести оценку и учет основных вегетационных факторов в сложной обстановке природы или полевой культуры.

Когда установлены законы воздействия внешних факторов на жизнь культурных растений,—естественно перейти к изучению приемов воздействия на отдельные факторы роста. Среди этих приемов приходится различать приемы физического или механического воздействия на отдельные факторы роста и приемы химического или микробиологического воздействия, и соответственно этим двум главным направлениям культуры образовались две крупных главы земледелия: 1) учение о механической обработке почвы в связи с учением о коренной мелиорации земельных угодий и 2) учение об удобрении в связи с учением о плодосмене. После изучения внешних факторов или среды, в которой протекает жизнь культурных растений, необходимо ближе ознакомиться с биологическими факторами жизни растений, которые в свою очередь распадаются на две главных ветви: во 1)

биологические факторы внешние, сопутствующие жизни культурных растений, т.-е. борьба за существование с посторонними организмами (сорными растениями, паразитами, вредителями, и во 2) биологические факторы внутренние, определяющие жизнеспособность, силу и устойчивость отдельных растительных видов и особей как в отношении внешних условий роста, так и в отношении к внешним биологическим факторам. Соответственно этим двум отраслям общей биологии культурных растений в земледелии выделились главы: 1) о борьбе с сорными травами, паразитами и вредителями культурных растений и 2) о способах отбора семян, посева и ухода за культурными растениями во время роста.

После изучения среды и общей биологии культурных растений необходимо обратиться к систематике и частной биологии культурных растений, т.-е. к основам частной полевой культуры. По характеру приемов культуры и способов их изучения—частная культура также подразделяется на несколько глав.—Приемы воздействия на внешние условия среды составляют главное содержание частной полевой культуры и, в сущности, являются только приспособлением общих приемов механической обработки, удобрения, плодосмена, способов отбора, посева и ухода, применительно к особенностям отдельных групп или видов культурных растений. Другую более своеобразную отрасль частной культуры составляет систематическое улучшение культурных растений при помощи индивидуального отбора или скрещивании, т.-е. сортовыведение или селекция. В соответствии с особенностями некоторых групп культурных растений, к частной полевой культуре примыкает с одной стороны луговодство и болотоведение, с другой стороны огородничество и садоводство (культура декоративных, огородных, лекарственных и медоносных растений). Частная полевая культура, таким образом, создает естественный переход к другим видам земельных угодий и способствует постепенному превращению одних угодий в другие, т. е. устанавливает плодосмен не только в пределах пашни, но и между различными видами земельных угодий. Само собой разумеется, что при изучении частной культуры на каждом шагу приходится прибегать к положениям, развиваемым в соответствующих главах общей культуры, подобно тому, как в этой последней повторяются все основные выводы физиологии растений, агрономической химии, почвоведения и метеорологии. Но таково уже свойство всякой прикладной науки, что она использует завоевания всех других наук, с ней соприкасающихся, и только дает им новое плодотворное приложение в интересах производства и продуктивности человеческого труда. Научность или достоверность тех сведений, которые содержатся в современной земледельческой науке, зиждется именно на том, что сведения эти получили всестороннее освещение со стороны более точных дисциплин естествознания. Поскольку же эти сведения почерпнуты из сельскохозяйственной практики, без проверки их точности и без об'яснения их сущности и причинной зависимости, сведения эти должны считаться ненаучными, а эмпирическими. Область эмпирического знания в земледелии до настоящего времени едва ли не превосходит по своей обширности — знания научные, но тем не менее основы земледелия, почерпнутые из агрономической химии, почвоведения, метеорологии и ботаники, составляют настолько прочный фундамент, а методы исследования сельско-хозяйственных явлений настолько усовершенствовались, что дальнейшее

развитие научного земледелия представляется вполне обеспеченным; с каждым годом—область эмпиризма, благодаря деятельности целой сети сельско-хозяйственных опытных учреждений и высших агрономических школ—все более и более ограничивается, а область точного знания захватывает новые и новые отрасли сельского хозяйства. Задачей Высшей Школы является возможно более тщательное разграничение научного знания от эмпирического, так как только путем отчетливого их разграничения создается более прочное обоснование земледелия и облегчается дальнейшее развитие знаний. В горячей полемике с Лоозом, как представителем эмпирического направления английского хозяйства, Юстус Либих указывал, что хозяйствам нужны не только факты, а и их научное понимание.

Наблюдения хозяев представляют неисчерпаемый запас фактов, но для правильной их оценки нужны положительные научные знания, которые создаются только путем научного эксперимента, т.-е. путем разложения сложных явлений на явления простейшие, точно изученные, другими словами, путем приложения законов естествознания к сельско-хозяйственным явлениям.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ.

СВЕТ.

Из физиологии растений известно, что все процессы растительной жизни тесно связаны с внешними условиями среды и что эти условия могут быть подразделены на две главные категории—условия физические (свет, тепло, влага) и условия химические (элементы воздуха и элементы почвы). К условиям внешним (т.-е. влиянию среды) присоединяются внутренние факторы свойства семян (физиологические особенности вида, сорта и особи) и способность к борьбе за существование при соприкосновении с другими организмами. Рассмотрим сначала внешние факторы (влияние среды) и именно факторы физические.

Важнейший процесс растительной жизни есть синтез органических веществ и в этом процессе нужно различать прежде всего источник энергии, без которого не может совершаться никакой синтетический процесс.

Единственным источником энергии для ассимиляционного процесса зеленых растений является солнечный свет, и потому его следует рассматривать, как важнейший фактор жизни растений. Изучение ассимиляционного процесса, тесно связанное с новейшими успехами оптики, раскрыло сравнительно недавно (к концу XIX столетия) сущность этого основного процесса космического значения. При этом выяснилось, какие лучи солнечного спектра играют роль в процессе, какая интенсивность лучей является наиболее благоприятной, какие органы, клетки и пигменты участвуют в процессе, какие продукты являются первоначальными этапами синтеза и какие физиологические процессы ближайшим образом сопровождают синтез. Наиболее точные опыты профессора Тимирязева и физика Ланглея показали, что в нормальном или так называемом диффракционном спектре наиболь-

шей тепловой энергией обладают желтые лучи между фраунгоферовыми линиями B и C (прежде при изучении, так называемого, призматического спектра—считалось, что наибольшей тепловой энергией обладают невидимые ультракрасные лучи), именно эти лучи поглощаются зеленым пигментом высших растений—хлорофиллом и вызывают наиболее энергичное разложение углекислоты и именно в этих же лучах совершается наиболее энергично и процесс синтеза крахмала из углекислоты и воды, причем крахмал и глюкоза являются почти всегда первыми продуктами ассимиляции.

Опыты Тимирязева также установили, что ассимиляционный процесс (происходящий параллельно и одновременно с процессом разложения углекислоты) не требует высокого напряжения солнечного света и совершается даже при половинной интенсивности света (принимая за единицу света действие прямого солнечного света)—почти также энергично, как при максимальной инсоляции. Зато при сокращении солнечной инсоляции, начиная с половинной, разложение углекислоты быстро убывает и при малой интенсивности света (от 0 до 25 проц. полной инсоляции) совершается пропорционально количеству света. Часть солнечного спектра, поглощаемая хлорофиллом, но не используемая на процесс ассимиляции, не пропадает даром, а играет важную роль в другом физиологическом процессе, наиболее тесно связанном с ассимиляцией, а именно затрачивается почти сполна на испарение воды. Всякая задержка или ослабление в ассимиляционном процессе неминуемо отражается на усилении транспирационного процесса, так как увеличивает запас поглощенной и неиспользованной энергии.

Таким образом, избыточная инсоляция не только не приносит пользы растениям, но, напротив, может увеличить непродуктивный расход воды, а потому при естественных условиях можно опасаться не столько недостатка, сколько избытка солнечной инсоляции, если рассматривать прямое влияние солнечной инсоляции на физиологические процессы и не считаться с косвенным влиянием этой инсоляции на температуру среды, окружающей растения.

Исследования Ланглея показали, что при ясном небе, нормальной влажности и вертикальном падении лучей атмосфера поглощает не более 25 проц. той солнечной энергии, которая притекает к наружному слою атмосферной оболочки земного шара и. что, так называемая, солнечная постоянная, т.-е. количество солнечного тепла, падающего в одну минуту на 1 кв. сант. внешнего предела атмосферы при перпендикулярном падении, измеряется тремя малыми калориями, т.-е. может нагреть на один градус Цельсия 3 грамма воды. Это количество достаточно для поддержания на земном шаре среднегодовой температуры 15.5° Ц. и соответствует энергии в 3 лошадиных силы (по 75 килограммометров в секунду) на каждый квадратный метр земной поверхности *). Замечательно, что количество солнечной энергии, притекающей в течение года на единицу поверхности, в зависимости от географической широты местности, изменяется весьма мало, так как с уменьшением угла падения солнечных лучей соответственно возрастает продол-

*) На 1 кв. метр. в 1 секунду получается 500 малых калорий, а по механическому эквиваленту теплоты 1000 мал. калорий соответствуют 424 килогр. метра или около 6 лошад. сил.

жительность пребывания солнца над горизонтом. Мало того, полярные страны летом получают больше тепла, чем экваториальные, и оказываются более холодными только благодаря толстому ледяному покрову и непроизводительному расходу энергии на таяние вместо прямого нагревания воздуха и почвы.

Если принять во внимание, что атмосфера поглощает (в сухую ясную погоду) не более 25 проц. солнечной энергии, то земледелец получает даром энергию в 25.000 лошадиных сил на десятину и может использовать эту колоссальную энергию только при помощи растений. То, что оказалось неиспользованным в течение дня, безвозвратно утрачивается в течение ночи, чрез лучеиспускание в небесное пространство, а потому, очевидно, что долг земледельца, создать для растений наиболее благоприятные условия жизни, дабы даровая энергия была наиболее продуктивно использована для человечества. Главным препятствием для полного использования солнечной энергии является потеря этой энергии, вследствие поглощения атмосферой в облачные дни; хотя в связи с облачностью соответственно сокращается и потеря тепловой энергии чрез лучеиспускание, однако, ассимиляционный процесс при слабом рассеянном свете ненастных дней задерживается. С другой стороны, процесс ассимиляции, очевидно, может происходить только в течение теплого периода года, и чем короче вегатационный период, тем с большим напряжением должно совершаться использование солнечной энергии при помощи растений.

Количество солнечной энергии, утрачиваемое благодаря поглощению атмосферой в облачные дни, приблизительно может быть учтено при помощи наблюдений над продолжительностью солнечного сияния. Правда, служащие для этой цели метеорологические приборы (гелиографы Кембеля и Величко) устанавливают слишком произвольную грань для инсоляции, так как регистрируют только прямые солнечные лучи, при помощи стеклянной линзы или светочувствительной бумаги, тогда как растение способно ассимилировать и на рассеянном дневном свету, хотя и с ослабленной энергией. Но с другой стороны эти же приборы не дают возможности измерить силы солнечной инсоляции, которая в свою очередь при прямых солнечных лучах сильно колеблется, главным образом, в связи с высотой солнца над горизонтом. Если при вертикальном падении лучей атмосфера поглощает 25% энергии, то при падении в 23°, соответствующем широте полярного круга, атмосфера может поглощать 75°, а в средних широтах до 50%. То же самое имеет место в течение различных часов дня для всякой широты, так как длина пути, проходимого солнечным лучом чрез атмосферу, очень быстро возрастает с приближением солнца к горизонту (при 30° две атмосферы, при 15°—4 атмосферы, а на горизонте—35 атмосфер). Чем длиннее путь, проходимый солнечным лучом через атмосферу, тем более изменяется свет и в качественном отношении, так как воздух поглощает преимущественно светлые и фиолетовые лучи, а водяные пары, кроме того, задерживают значительное количество темных тепловых лучей атмосферы.

Если вычислить для известной широты (по астрономическим данным) теоретическую продолжительность солнечного сияния и затем сопоставить ее с продолжительностью сияния, зарегистрированной при помощи гелиографов, то отношение этих двух величин может служить мерилом поглощения солнечного света атмосферой. До некоторой степени таким же (но еще более грубым) мери-

лом могут служить данные о средней облачности, выраженные в десятибалльной системе (т.-е. принимая за 10 полное затемнение облаками всего небосвода). Интересно, что во многих случаях те и другие данные (выраженные для большей сравнимости в %%) обнаруживает в течении теплого времени года не только параллелизм, но и близкое совпадение, при условии, конечно, точной регистрации облачности при помощи опытных наблюдателей. Так, например, в 1900 году в Петровской Академии в Москве получены по отдельным месяцам следующие цифры.

Месяцы:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
%% часов солнечного сияния от продолжительности дня:	14	15	39	31	39	38	54	64	34	20	1	6
% ясного неба:	26	19	44	32	41	38	56	66	34	20	6	10

Количественный учет световой энергии, столь необходимый для выяснения роли света в жизни растений и в растеньеводстве, еще более осложняется тем обстоятельством, что на ряду с действием прямых солнечных лучей необходимо считаться также и с действием рассеянного или так называемого диффузного света, при чем в качественном отношении тот и другой свет различаются весьма существенно. Так как рассеянный свет образуется, главным образом, чрез отражение и при косвенном прохождении лучей и на своем длинном пути чрез атмосферу поглощается частью воздухом, частью водяными парами, то в результате он оказывается измененным в смысле преобладания лучей большого преломления (синих и фиолетовых), хотя и обладающих более сильным фотохимическим действием, но менее полезных для ассимиляционного процесса, для которого требуются напротив лучи короткого преломления (в красной половине спектра). Лучи восходящего и заходящего солнца, благодаря большой прозрачности атмосферы для лучей красной половины спектра, сохраняют свою активность, несмотря на относительную слабость инсоляции в утренние и вечерние часы. Особенностью рассеянного света об'ясняется синяя окраска неба, а прозрачность атмосферы для красных лучей в свою очередь об'ясняет яркую окраску неба при закате и восходе солнца.

Многие физики и физиологи пытались ближе определить для различных широт величину солнечной инсоляции при прямом и рассеянном свете. Наиболее обширные и продолжительные изыскания по этому предмету, принадлежат венскому физиологу Визнеру, посвятившему вопросу о потреблении света растениями особое сочинение «Der Lichtgenuss der Pflanzen» (вышло в 1907 г.). К сожалению, фотохимические наблюдения Визнера производились при помощи фотографической хлоро-серебряной бумаги и, следовательно, регистрировали преимущественно лучи большой преломляемости, наименее важные для ассимиляционного процесса. Вследствие этого, в большинстве случаев, сильно преувеличивалось значение диффузного света. Так, например, для северных широт более 45° химическая напряженность рассеянного света небесной инсоляции оказывалась больше химического эффекта прямой солнечной инсоляции (в Петрограде вдвое, на полюсе в 20 раз).

Определения Бунзена и Роско в Гейдельберге (49° с. ш.), производящиеся фотометрическим способом, дали для различных высот солнца следующие отношения для диффузного света неба и для прямого солнечного света.

	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Диф. св.	3	15	28	32	36	38	39	40	40	40
Пр. св	0	0,5	10	30	56	82	105	123	135	138

При высоте солнца в 90° прямые лучи солнца действовали в три с половиной раза сильнее диффузного света, при высоте в 30° действие того и другого света выравнивалось, а при более низком положении солнца (от 0 до 30°) диффузный свет оказывал даже более сильное действие, чем прямые лучи. Несомненно, что при употреблении светочувствительной пластинки, по поглощению лучей всего более приближающейся к зеленому хлорофиллу растений, соотношение получилось бы более благоприятное для утреннего и вечернего света. Тем не менее и вышеуказанные данные представляют важное значение для количественной оценки светового фактора, так как свет играет роль не только в процессе ассимиляции, но и целом ряде других физиологических процессов: в испарении воды, в синтезе белковых веществ, в росте, в движении растений и цветов в особенности (гелиотропизме), а потому необходимо учитывать все виды лучей, все части солнечного спектра.

Влияние облачности на солнечную систему по предложению Визнера принято измерять не только определением части неба, занятого облаками, но, кроме того,—обозначением степени покрытия солнца по пятибалльной системе, а именно S^0 показывает, что положение солнца совершенно не распознается, S_1—солнечный диск виден лишь в виде светлого пятна, S_2—солнце представляется светлым кругом, S_3—солнце слегка завуалировано, S_4—солнце совершенно ясное. В среднем из многих точных определений солнечной инсоляции — для этих степеней покрытия солнца получены следующие отношения:

S^0	S_1	S_2	S_3	S_4
2	3	4	5	6

Если, например, солнечная инсоляция при ясном небе равна двум малым калориям (на 1 кв. сант.), то при облачности S^0—она будет равна $2 \times {}^3/_6 = {}^2/_3$ калориям или 33%.

Отметим наиболее интересные общие выводы Визнера относительно влияния света на растительность *). Визнер производил свето-климатические исследования в самых разнообразных местностях земного шара: в Вене, Каире, Буйтенцорге, Шпицбергене и Северной Америке, и тем положил основу учению о географическом распространении растений в зависимости от степени освещения. Между прочим, автор пришел к заключению, что с возрастающей географической широ-

той или высотой места над океаном, т.-е. вообще с убывающей температурой, относительное и абсолютное потребление света растениями увеличивается. Другими словами—чем холоднее среда, в которую растение простирает свои органы, тем большая интенсивность света необходима для существования этих растений. Поэтому граница дальнейшему проникновению арктической растительности к северу обусловливается скорее незначительной интенсивностью света, чем низкой температурой. Эта арктическая граница существования растений характеризуется тем, что максимум светового довольствия достигает единицы, т.-е. совпадает с максимумом его; при этих условиях произрастает, например, карликовая береза на Шпицбергене. Арктическая растительность, приближаясь к границе своего светоупотребления, старается богатым разветвлением захватить по возможности больше света, между тем как степная и пустынная растительность различными средствами напротив защищает себя от избытка света.

Согласно вышеприведенным законам альпийская (горная) флора обнаруживает некоторое сходство в отношении потребления света с арктической флорой. Тем не менее Визнер указывает на целый ряд характерных различий в фотохимическом климате обоих областей, резко выраженных и на растительном мире. Так, действие прямого солнечного света в арктической области очень незначительно, достигая по интенсивности лишь при самых благоприятных условиях рассеянного света, между тем как сила прямых световых лучей в горных местностях не редко бывает втрое больше силы рассеянного дневного света. Вообще, с возрастающей высотой местности над уровнем океана увеличивается интенсивность не только общего света, но и прямой радиации, сравнительно с силой рассеянного света. Равным образом и сумма света, получаемого арктической растительностью в течение целого вегетационного периода, далеко не достигает суммы, получаемой альпийской растительностью.

Самые высокие величины силы света и сумм света падают не на области наиболее роскошной растительности. В местностях, богатых солнечным светом, напряжение прямых лучей света превышает напряжение диффузного света, достаточного для развития растений, в столь сильной степени, что живущие при этих условиях виды должны защищаться от солнца всевозможными приспособлениями и при этом обыкновенно очень слабо увеличиваются в весе, наибольшее количество света, получаемого во время вегетации, падает, по мнению Визнера, на растительность киргизских степей, в виду огромного числа безоблачных дней, характеризующего их климат. Листья почти всех встречающихся там растений (злаков, бобовых, розоцветных и др.) принадлежат к разряду афотометрических, т.-е. не принимающих какого-либо предельного положения в зависимости от напряжения лучей. Свойство ориентирования, т.-е. фотометрический характер листьев принадлежит области со средней силой освещения. В наиболее северных поясах листья опять приобретают афотометрическое свойство; это потому, что условия произрастания там неблагоприятны вообще, так что не образуется затенения, заставляющего листья изыскивать наиболее выгодное положение; лишь в оврагах замечается фотометрическая тенденция листьев, пластинки которых устанавливаются горизонтально, дабы использовать свет, идущий только сверху. Эта

способность пластинок устанавливаться перпендикулярно направлению сильнейшего диффузного света характеризует евфотометрические листья; она принадлежит множеству видов деревьев всех поясов земли, по крайней мере, что касается внутренней части кроны. Различают еще панфотометрический характер листьев, при котором пластинки принимают вид либо вогнутый кверху (напр., у калины садовой), либо перегибаются посредине (сирень), так, чтобы прямые лучи солнца действовали слабее, чем верхний диффузный свет.

Вегетационные и полевые опыты, произведенные по вопросу о влиянии света на развитие растений, к сожалению, дают только весьма грубое приближенное представление о действии света, так как, во-первых, способы искусственного изменения солнечной инсоляции весьма несовершенны (обыкновенно сравниваются растения, выросшие на свету и в тени), а, во-вторых, не устраняется влияние теплового фактора (то-есть не одинаковой температуры среды). Тем не менее, для иллюстрации важнейших особенностей в развитии растений—на свету и в тени эти опыты все же представляют интерес. Из них выяснилось, что растения, выросшие в тени, не только значительно слабее нормальных (вес последних в 1½—2 раза больше), но еще отличаются более низким содержанием таких ценных питательных веществ, как белки и жиры (у маиса и клевера) или крахмал (у картофеля) или сахар (у свеклы), а с другой стороны, в них наблюдается скопление нитратов, то-есть не используются минеральные соли, необходимые для синтеза белков. Опыты Сакса и Коха обнаружили весьма существенные изменения и в анатомическом строении затененных растений, об'ясняющие причину полегания хлебов, а именно сильное удлинение наиболее затененных нижних междоузлий, связанное с утончением и слабым одеревенением стеблевых клеток, с другой стороны, слабость клеточных стенок препятствует нормальному развитию листьев и корней (вследствие ослабления тургора клеток и напора растительных соков).

Большую роль в экономии природы играет свет еще и благодаря своему влиянию на жизнедеятельность микроорганизмов, тесно связанную с жизнью высших растений. Этой стороны мы коснемся подробнее при обзоре биологических факторов, определяющих произрастание растений. Из приведенного краткого обзора исследований, касающихся света, видно, что исследователи ясно сознавали громадное значение этого фактора не только в жизни растений, но и во всем мироздании, а потому к изучению его приложили силы величайшие ученые современного естествознания. Однако, точный учет светового фактора и до ныне остается неразрешенной задачей и в физике, и в метеорологии, и в физиологии растений, а потому неудивительно, что и в области земледелия мы еще не имеем ясного представления о том, как выражается при различных условиях влияние светового фактора на произрастание растений. Обычные приемы регистраций солнечной инсоляции (при помощи актинометров, пиргелиометров, актиноскопов, эвапарометров, гелиографов, фотометров, сенситометров) не достигают цели или потому, что дают мгновенные, кратковременные измерения силы солнечной инсоляции, тогда как для учета светового фактора нужны непрерывные записи самопишущих приборов, или потому, что регистрируют свет только определенного напряжения (напр., гелиографы, актино-

скопы регистрируют прямые лучи, оставляя незарегистрированным более слабый рассеянный свет, играющий немаловажную роль в жизни растений, особенно в наших широтах), или потому, что регистрируют инсоляцию лучей только определенной преломляемости (например, фотометры—лучи фиолетовой части спектра), при том лучи менее важные для ассимиляционного процесса. В основе прибор для учета солнечной инсоляции должен дать сочетание принципа самопишущего актинометра с принципом фотометра, и с таким видоизменением последнего, чтобы он являлся чувствительным к лучам, поглощаемым хлорофиллом растений. К сожалению, последнего требования, то-есть подыскания сенсибилизатора, аналогичного хлорофиллу, фотохимическая техника еще не разрешила. Когда техника разрешит в совершенстве задачу цветной фотографии, то-есть выработает такое сочетание светочувствительных веществ, которое охватило бы всю гамму лучей солнечного спектра, тогда легко разрешится и более специальная задача рациональной земледельческой фотометрии.

ТЕПЛО.

На втором месте среди физических факторов произрастания растений следует поставить тепло. При рассмотрении светового фактора мы указывали на то, что растение непосредственно улавливает известные лучи солнечного спектра, поглощаемые хлорофиллом. Однако, эти лучи используются почти нацело для трех внутренних физиологических процессов, а именно: на разложение углекислоты, на процесс синтеза углеводов и белков и на транспирацию. Между тем, растение нуждается в притоке тепла, во-первых, для поддержания температуры тела на уровне, благоприятном для внутренних физиологических процессов, во-вторых, для некоторых эндотермических реакций, связанных с поглощением тепла и, в третьих, для производства механической работы, связанной с преодолением сопротивления внешней среды при движении, росте и при развитии корневой системы. Растения в отличие от организмов всего животного царства, не производят нужной им теплоты, путем сгорания органических веществ. Процесс дыхания, аналогичный с дыханием животных, хотя и существует у растений, однако, по количеству выделяемой углекислоты, этот процесс далеко не соответствует обратному процессу разложения углекислоты, иначе не могло бы образоваться в результате жизнедеятельности зеленых растений того накопления органических веществ, которое составляет наиболее характерную особенность высших растений. Между тем, химические реакции, происходящие внутри растительного организма, без сомнения, нуждаются в таких же внешних условиях, как реакции животного организма, а потому и не удивительно, что большинство точных опытов по вопросу о влиянии температуры на отдельные физиологические процессы (прорастание, рост, дыхание, ассимиляция и др.) обнаруживают максимум весьма близкий к нормальной температуре животных, а именно: для различных процессов и реакций он колеблется от 35 до 40° Ц. При понижении температуры ниже этого максимума все процессы ослабевают и совершенно

прекращаются при температуре замерзания воды и растительного сока. При этом следует иметь в виду, что замерзание растений обыкновенно происходит при температуре значительно ниже 0, что об'ясняется переохлаждением растительного сока, содержащегося в тонких капиллярах растительной ткани и клеток (так, напр., клубни картофеля замерзают не при 0°, а при —3 или —4°, а листья вечнозеленых древесных пород ассимилируют даже при —6°Ц). Повышение температуры выше оптимума отражается на всех физиологических процессах вредно в связи с чрезмерной транспирацией, неизбежно возрастающей по мере повышения температуры и вызывающей усилия растений на противодействие высыханию, напр., при помощи замыкания устьиц, образования воскового налета на эпидерме. опушения наружных клеток и проч.; во-вторых, в связи с неблагоприятными изменениями физических и химических свойств протоплазмы растительного сока (свертывание белков происходит при 75° Ц); и в третьих, в связи с ослабеванием тургора клеток и нарушением нормального обмена веществ путем осмоса. И так, растения в сущности нуждаются в температуре не свыше нормальной температуры тела животных, но так как внешняя среда этого им не предоставляет, то в результате получается, конечно, соответствующее ослабление жизнедеятельности. Даже тропические страны не обеспечивают растительный мир температурой 35—40° Ц, тогда как в умеренных странах средняя температура даже теплого времени года (или так называемого вегетационного периода) держится ниже 20° Ц, составляя в среднем только половину максимума в 37°. В действительности, конечно, приходится считаться с громадными колебаниями температуры не только в зависимости от солнечной инсоляции и времени дня, но и в зависимости от теплоемкости и теплопроводности почвы. Если принять во внимание только среднюю температуру дня, то оптимум, очевидно, должен быть понижен уже потому, что он будет включать чрезмерно высокие температуры, вредные как раз в период наибольшей ассимиляции; с другой стороны, нужно иметь в виду, что почва поглощает теплоту и что при понижении температуры воздуха в течение ночи почва сохраняет обыкновенно более высокую температуру, нежели воздух. Непосредственные наблюдения над количеством тепла, потребленного различными растениями в течение вегетационного периода, обнаруживают, что сумма тепла только для немногих культурных растений (напр., для табака и риса) превосходит 3000°, составляя для большинства полевых растений от 1500 до 3000°, что (в зависимости от средней температуры, а также и многих других сопутствующих факторов) соответствует продолжительности роста от 100 до 150 дней. Прежде физиологи, напр., Буссенго, предполагали, что продолжительность вегетационного периода изменяется обратно пропорционально со средней температурой, что существуют более или менее постоянные типичные для каждого вида культурных растений тепловые суммы, получаемые простым суммированием средних дневных температур в течение всего вегетационного периода (за исключением периода покоя, напр., у озимых и многолетних видов), и на этом основании многие метеорологи и ботаники-фенологи производили наблюдения над временем наступления важнейших вегетационных фазисов различных растений. Однако, эти наблюдения показали, что в северных широ-

ЦСХИ-30089

тах один и тот же вид требует для завершения вегетационного периода гораздо меньших сумм, нежели в южных широтах, и это не удивительно, если принять во внимание, что зачастую более высокие температуры по недостатку влаги не сопровождаются усилением или ускорением роста, а, напротив, отражаются на растениях неблагоприятно. Правда, здесь мы имеем дело уже не с односторонним действием теплового фактора, так как в природе этот фактор неразрывно связан с другим, не менее важным физическим фактором—количеством влаги. С другой стороны, тепловой фактор не отделим и от действия светого фактора, и более короткий вегетационный период растений в северных широтах может быть отчасти приписан и влиянию более продолжительного и более умеренного освещения, наиболее благоприятного для ассимиляционного процесса. Тем не менее, в более узких пределах—потребности в известном количестве тепла у растений подчиняются известной закономерности, и действительно, многолетние точные фенологические наблюдения проф. Гофмана в Германии показали, что при равенстве прочих условий наступление вегетационных фазисов, в особенности у многолетних растений сопровождается потреблением тепловых сумм довольно близких, колеблющихся для различных широт в пределах до 10 проц.

Определение оптимума температуры производилось различными физиологами, как для отдельных физиологических процессов, так и для различных видов культурных растений. При этом обнаружилось, что оптимальные температуры для большой части физиологических процессов весьма приближаются к максимальным, при чем культурные растения более южных широт (рис, табак, хлопок, тыква, подсолнечник, сорго, кукуруза, просо) требует более высоких оптимумов; колебания, однако, не превосходят 15° Ц. (от 20 до 36°) для таких крайних представителей, как ячмень, дальше всех других культурных растений проникающий на север, и рис, растение субтропическое. Для большинства же культурных растений оптимум температуры колеблется в более узких пределах (от 25 до 30° Ц.). Наконец, низшие пределы температуры, при которых совершаются те или другие физиологические процессы, колеблются у различных видов культурных растений от—6° до+14°, при чем более низкие минимумы (до — 6°) свойственны древесным растениям (в особенности вечнозеленым), затем многолетним травам и озимым злакам (—1°Ц.), а более высокие минимумы +8—+14°—южным культурам (маис, сорго, табак). Влияние температуры изучалось при помощи вегетационных опытов (то-есть на протяжении всего вегетационного периода) только в немногих опытах, в виду большой технической трудности продолжительного регулирования температуры даже при горшечных культурах. Наиболее известны в этом отношении опыты с хлебными злаками Гельригеля. В этих опытах сосуды с почвами погружались в ящики, в которых искусственно поддерживалась одна и та же температура в течение полного вегетационного периода (от прорастания семян до созревания). Урожайные данные обнаружили для всех трех испытанных хлебов (ячменя, пшеницы и ржи) правильную зависимость от температуры почвы, которая представляла шесть градаций через пять градусов Цельсия (от 10 до 40°).

Урожай зерна в граммах:

Температура почвы в °Ц.	Рожь.	Ячмень.	Пшеница.
10	22,8	18,0	20,8
15	32,4	34,4	29,5
20	42,5	36,7	30,8
25	42,4	42,0	43,9
30	47,0	35,0	46,9
40	31,2	26,3	40,3

Из этих опытов видно, что при одинаковых и оптимальных прочих условиях повышение температуры почвы с 10 до 20° повысило урожай ржи и ячменя вдвое, урожай же более требовательного злака пшеницы повысился только в полтора раза. Оптимум температуры у пшеницы тоже оказался значительно выше, чем у ячменя и ржи. Максимальные урожаи зерна получены для ржи при 20° Ц., для ячменя при 25° Ц. и для пшеницы при 30°. Абсолютный уровень максимальных урожаев у всех трех хлебов почти одинаковый. Повышение температуры до 40° понизило урожаи сильнее всего у ячменя и ржи (на 38%), слабее у пшеницы (14%). Данный опыт, разумеется, еще не дает представления о наиболее благоприятном ходе температуры по отдельным фазисам развития, которые могут предъявлять существенные различные тепловые требования, потому едва ли в этом опыте может быть достигнут оптимальный тепловой эффект и максимальные урожаи. С другой стороны, в некоторых опытах проявилось благоприятное влияние непостоянной колеблющейся температуры. Так, напр., в опыте американского физиолога Вальдо с ячменем (1897 г.) получены следующие урожаи:

Темпер. почвы:	Вес растений:
10° Ц.	7,6
20	8,2
30	3,8
40	0,9
Колеблющаяся умеренная температура	8,1

В этом опыте максимальные урожаи ячменя получены не при 25°, а при 20° Ц. и при колеблющейся умеренной температуре Этим опытом подтверждается сравнительно низкий оптимум температуры для ячменя, являющегося наименее прихотливым культурным растением (в отношении к климатическим условиям), а потому наиболее широко распространенным на земном шаре.

Преимущество изменчивой средней температуры (колеблющейся в пределах нормальной суточной амплитуды) может быть приписано тому обстоятельству, что растения в природных условиях успели приспособить ход и взаимоотношение всех

физиологических процессов именно к переменчивой колеблющейся температуре, в связи с суточной амплитудой солнечной инсоляции. Более высокая температура в периоды ночного покоя, когда приостанавливается ассимиляционный процесс, и тем энергичнее совершается процесс распада или дыхание, в связи с процессом роста, может приводить к нарушению того равновесия или нормального соотношения физиологических процессов, которое установилось в результате многовекового приспособления растений к обычным условиям жизни. В результате нарушения такого равновесия, усиленный рост не сопровождается соответствующим приростом массы и урожайные итоги получаются более низкие, несмотря на более благоприятные тепловые условия.

Подобная же зависимость наблюдается и в отношении нормального хода температуры в течение всего вегетационного периода. Однолетние растения, прорастающие весной и заканчивающие вегетацию ко времени наступления максимальной температуры в июле и августе, приспособились к нормальному ходу температуры, постепенно нарастающей по мере увеличения продолжительности дня и по мере накопления тепла в почве и в атмосфере. Поэтому отдельные фазисы развития однолетних растений, соответствующие периодам роста отдельных органов. корня, листьев, стебля, соцветия и семян, протекают при резко различных температурах. Наиболее низкая температура соответствует периодам прорастания и укоренения, развитие листовой поверхности или, так называемое, «кущение» происходит обычно при значительно более высокой температуре, так как в течение второго месяца почва успевает просохнуть и прогреться; третий фазис—развитие стебля и соцветия совершается еще позднее, после того, как листовая поверхность успела захватить всю предоставленную растению площадь питания и солнечной инсоляции, а следовательно и при более высокой температуре, благодаря максимальной продолжительности инсоляции. При дальнейшем фазисе—развитии плодов и семян—инсоляция играет уже менее важную роль, так как большая часть питательных веществ имеется в готовом виде в листовых и стеблевых органах и после цветения не происходит общего весового прироста сухой растительной массы, а совершается лишь превращение веществ из менее подвижных в более подвижные формы, передвижение их в органы плодоношения и вторичное — обратное превращение из подвижных форм в неподвижные:—этот фазис требует обыкновенно более умеренной температуры, так как чрезмерная инсоляция затрудняет процесс передвижения и отложения пластического материала, вызывает явление, так называемого «захвата» или «запала», при котором высыхание листьев происходит раньше, чем успел закончиться процесс налива или созревания плодов и семян. При нормальных тепловых условиях созревание их совершается обыкновенно при более умеренных температурах, чем процесс образования стеблей и соцветий, так как он приходится на вторую половину июля и август, когда сила и продолжительность солнечной инсоляции уже ослабевает.

Еще более умеренной температуры требует фазис накопления запасных пластических веществ в подземных органах, у двулетних растений, не успевающих закончить всех циклов вегетации в течении одного года, и предпочитающих отсрочить плодоношение до следующего вегетационного периода, а потому и использующих осенний период для процесса накопления пластического материала в подземных органах—корнях, клубнях, луковицах и корневищах. Нарушение этой последовательности в ходе температуры вызывает у двулетних растений преждевременное образование соцветий и семян, которые, однако, осенью при понижении температуры и высокой влажности не успевают достигнуть полной зрелости.

У однолетних растений быстрое повышение температуры весной отражается невыгодно на развитии, главным образом, потому, что вызывает чрезмерное сокращение двух важнейших фазисов, связанных с построением систем,—корневой и листовой, а потому и растения, хотя и достигают зрелости, но не успевают образовать достаточного запаса пластического материала; получаются поэтому низкорослые, слабые, нераскустившиеся, малоплодоносящие растения, а следовательно и низий урожай.

Более высокая урожайность озимых культур по сравнению с яровыми тоже об'ясняется тем, что у озимых стадии укоренения и кущения, благодаря более низкой температуре осени и начала зимы, продолжаются гораздо дольше, чем у яровых культур. Озимые культуры, благодаря лучшей корневой системе, обладают и большей выносливостью по отношению к весенним и летним засухам.

Нарушение нормального хода осенней температуры вызывает у озимых растений преждевременное образование стеблей (т. н. выход в трубку), явление весьма опасное, в виду того, что образование стеблей, с содержащимся внутри зачатком колоса, сильно истощает растения, и преждевременно образовавшиеся стебли погибают, а из вторичных побегов весной могут образоваться лишь значительно более слабые стебли, если только озимые, ослабленные с осени, в состоянии перенести зимние невзгоды.

И так растения для нормального развития не требуют одной постоянной температуры, хотя бы и оптимальной. Каждый фазис, каждый орган для своего развития требует известной продолжительности; только при постепенном нарастании температуры—обеспечивается нормальная продолжительность двух первых фазисов, наиболее важных для производства растительной массы, а именно для фазисов укоренения и кущения. В случае сокращения первых фазисов—самая благоприятная температура последующих фазисов, наступивших преждевременно, не может устранить ущерба, причиненного быстрым под'емом температуры в течение весны.

Более точные указания относительно температуры, наиболее благоприятной для того или другого фазиса развития, могут быть даны только в отношении отдельных групп и видов культурных растений и для отдельных физикогеографических районов, в виду того, что эти частные оптимумы тесно связаны, как с биологическими особенностями различных растений, так и с другими внешними условиями среды (напр., с влажностью, с временем появления вредителей и т. д.).

Еще сильнее колеблются у различных видов культурных растений *минимальные температуры*, при которых наблюдается прорастание, укоренение, кущение, цветение и созревание. Но во всяком случае у всех растений минимумы тепла тем ниже, чем раньше наступает тот или другой фазис при естественных условиях и с каждым следующим фазисом минимальные температуры возрастают скачками, достигая максимальной величины в стадии созревания семян.

Результатом приспособления к природным условиям является также устойчивость растений против морозов и заморозков. Хотя замерзание клеточного сока происходит почти у всех растений, при одной и той же температуре (между 0° и—6°Ц.), однако, само по себе замерзание клеточного сока еще не представляет опасности для жизни большей части растений, в особенности многолетних; опасным является быстрое замерзание и быстрое оттаивание, так как только при этом условии происходит разрыв тканей, клеточных оболочек и повреждение плазмы, после чего восстановление нормальных процессов (движения соков и нормального тургора клеток становится невозможным. В связи с этим, растения особенно чувствительны к внезапным понижениям температуры (поздним весенним или ранним осенним и летним заморозкам), которые обыкновенно сопровождаются быстрым оттаиванием, тогда как зимние морозы, даже в 20° для большинства многолетних растений умеренных климатов не представляют опасности, особенно в том случае, когда растения защищены, хотя бы тонким, снеговым покровом, защищающим не столько от морозов, сколько от быстрого нагревания и оттаивания. Этим же об'ясняется благотворное влияние обильной поливки растений, во время утренников; испарение воды, происходящее при восходе солнца, замедляет оттаивание замерзших тканей и тем предохраняет растение от гибели.

Влияние теплового фактора при естественных условиях настолько неразрывно связано с влиянием другого—не менее важного фактора, количества влаги, что определение оптимальной температуры теряет практическое значение, ибо в большинстве случаев препятствием к использованию высоких температур является недостаток влаги, вызванный чрезмерным непроизводительным испарением воды растениями и почвой.

Исключением, конечно, являются случаи искусственного орошения при достаточном обилии воды для орошения. В этих случаях растения способны использовать температуры, близкие к максимальным.

При обычных же условиях наблюдается, напротив, резкое понижение оптимальных температур по сравнению с максимальными.

Антагонизм между тепловым фактором и количеством влаги вытекает из того, что повышенная температура сопровождает периоды господства антициклонов с сухой погодой, тогда как дождливые периоды циклонов, напротив, в течение теплой половины года сопровождаются понижением температуры. Чем жарче вегетационный период, тем он обыкновенно бывает суше и наоборот, а потому действительный оптимум температуры для культурных растений далеко не достигает теоретического оптимума, установленного лабораторным путем при изучении отдельных физиологических процессов.

Только в местностях, страдающих от избытка влаги, наблюдается прямая зависимость развития растений от температуры, но такие местности по своему географическому положению лишены возможности пользоваться температурой близкой к теоретическому оптимуму в 20—30° Ц. Достаточно напомнить, что вся лесная зона Европейской России имеет температуру ниже 20° Ц. даже в течение самого теплого месяца—июля, а, следовательно, в этой зоне возможна прямая зависимость между произрастанием или урожайностью культурных растений и температурой вегетационного периода. К сожалению, до сих пор параллельные наблюдения над метеорологическими факторами и развитием растений не дали материала для решения данного вопроса, главным образом, по несовершенству способов наблюдения за развитием и урожайностью посевов.

Что же касается способов наблюдения и учета теплового фактора, то они хотя тоже далеки от совершенства, но все же дают представление о средней температуре воздуха.

Значительно хуже дело обстоит с наблюдением крайних температур, колебания которых требуют иной установки приборов, более приближающей к условиям, в которых находится растительный покров, так как неоднократно было установлено, что понижение температуры во время ночного лучеиспускания и максимального нагревания днем на поверхности растений, значительно отличается от показаний термометров, помещенных в нормальной или английской будке и на поверхности земли, и именно в смысле увеличения амплитуды, т.-е., растение испытывает гораздо более резкие колебания температуры, чем приборы в будке. Наблюдения над температурой почвы представляют еще большие трудности, главным образом, потому что температура почвы находится в очень сильной зависимости от множества изменчивых условий, от состава почвы, механического состояния верхнего слоя, растительного покрова, влажности, толщины снежного покрова и проч. Все эти условия настолько резко изменяются, в зависимости от местных условий и культуры, что нельзя установить температуры почвы вообще подобно температуре воздуха без отношения к тем частным условиям, при которых ведутся наблюдения. Неудивительно поэтому, что до сих пор наблюдения над температурой почвы давали материал чрезвычайно пестрый, мало пригодный для каких-либо обобщений и научно-статистической разработки. С другой стороны изучение корневой системы культурных растений при естественных условиях тоже подвинулось настолько мало, что не дает определенных указаний относительно мощности того слоя, температуру которого представляло бы значение учитывать, а также относительно наиболее выгодного расположения термометров по различным глубинам, тем более, что различные культурные растения в этом отношении представляют чрезвычайно резкие колебания. Несомненно, впрочем, что корнеобитаемый слой достигает для многолетних растений мощности свыше двух метров и, следовательно, приближается к горизонту с более или менее постоянной среднегодовой температурой; дальнейшее углубление термометра, очевидно, не представляет значения с точки зрения сельского хозяина— растениевода; в особенности в том случае, когда на этой глубине температура нивеллируется влиянием подпочвенной воды.

Хотя тепловые условия природы находятся вне власти человека и главной задачей научного земледелия в этой области является основательное изучение роли теплового фактора в жизни растений, однако, такое изучение дает целый ряд полезных для практики указаний в отношении приемов культуры, правильной оценки топографического местоположения и направления подбора или приспособления культурных растений. К этому вопросу нам неоднократно придется возвращаться при критическом рассмотрении приемов коренной мелиорации, механиче-

ской обработки, удобрения и т. д. Отметим в данном случае лишь влияние растительного покрова, создающего настолько резкие изменения в тепловых условиях, что без преувеличения можно говорить о климате леса, поля, луга, болота и даже более—о климате парового, озимого, травяного и пропашного клина. Многолетние наблюдения германских лесных и полевых метеорологических станций и южнорусских опытных лесничеств установили громадное влияние леса на температуру воздуха и почвы и это влияние необходимо учитывать в особенности в тех случаях, когда поля перемежаются лесами и последние далеко простирают свое влияние на прилегающие полевые посевы. Влияние это проявляется не только прямым воздействием лесного климата, но косвенно, благодаря изменениям мощности и распределения снежного покрова, который в свою очередь оказывает сильное влияние не столько на влажность, сколько на температуру почвы.

ВЛАГА.

При рассмотрении действия светового фактора мы видели, что оно неразрывно связано с тепловым, а действие последнего, в свою очередь, не может быть отделено от действия влаги, так как оптимум температуры находится в прямой зависимости от обеспеченности растений влагой. Если в отношении света и тепла еще зачастую могут возникать сомнения, испытывают ли растения недостаток в этих факторах, то в отношении влаги в большинстве случаев, недостаток ее совершенно очевиден, особенно при условии обильного притока света и тепла. Но, если мы в природе встречаемся также с избытком влаги, то это явление почти всегда представляет только одно из последствий недостаточной солнечной инсоляции, или же сводится к неблагоприятным топографическим и почвенным условиям, производящим местное скопление и застой атмосферной влаги и легко устранимым при помощи осушения.

Само по себе количество атмосферных осадков даже в умеренно влажных климатах не так велико, чтобы обеспечить роскошное развитие растений, если принять во внимание громадное потребление воды растениями, с одной стороны, и громадный непроизводительный расход воды чрез испарение воды из почвы, чрез просачивание в подпочву и чрез стекание по поверхности, в период мерзлоты почвы или во время сильных ливней. Но если бы даже весь приход атмосферной влаги, в течение года составляющий в умеренновлажных климатах около пятисот миллиметров, целиком, без непроизводительных потерь, затрачивался на производство растительной массы, то в лучшем случае атмосферная влага могла бы произвести тысячу пудов сухой растительной массы на гектар, считая наземные и подземные части, так как из физиологии растений известно, что на образование каждой единицы веса растение затрачивает при благоприятных условиях развития около трехсот весовых единиц воды (500 мм. или 0,5 метра атмосферных осадков при перечислении на 1 гектар или 10.000 кв. метров составляет запас воды в 5.000 куб. метров, а 1 куб. метр воды, весом около 60 пудов, может произвести не более

0,2 пуда или 8 фунтов сухого вещества растений). Если принять во внимание, что на построение корневой системы культурные растения затрачивают до ¼ части всего сухого вещества, то указанное максимальное производство растительной массы в 1000 пудов на гектар соответствует урожаю наземных частей всего в 750 пудов, и в том числе для хлебов, около 250 или 300 пудов зерна, что уже весьма близко к тем максимальным урожаям, которые получаются в действительности при благоприятных условиях культуры. Однако, из 500 мм., составляющих годовое количество осадков, значительная часть теряется чрез стекание (коэффициент стока в северных широтах по Фричу—30%); другая часть, принадлежащая осадками малой силы, испаряется поверхностью почвы прежде, нежели успеет просочиться до корней, наконец, — третья часть просачивается глубже корнеобитаемого слоя до начала и после окончания вегетационного периода. В результате, в распоряжение корневой системы растений поступает не более половины того количества осадков, которое наблюдается при помощи дождемеров. Использование такого ограниченного запаса влаги требует тем большей осторожности, что растения потребляют влагу с различной расточительностью в зависимости от того, находят ли в почве достаточный запас питательных веществ, используют ли поглощенную хлорофилом световую энергию сполна для ассимиляционного процесса, находятся ли в благоприятных тепловых условиях, не подвергаются ли нападениям со стороны вредителей и паразитов, или повреждениям со стороны атмосферных явлений (заморозков, града, ветра, сухой мглы и т. п.).

Испарение воды растениями следует рассматривать не как физический или механический процесс, аналогичный с испарением воды из почвы (или с свободной водной поверхности), а как процесс физиологический, органически связанный с целым рядом других жизненных процессов растения.

Начать с того, что испарение воды растениями нельзя относить к единице поверхности растений или почвы—уже потому, что растения испаряют воду не всей своей поверхностью, а преимущественно чрез устьица.

Правда, в молодом возрасте, до полного сформирования устьиц, испарение происходит непосредственно чрез кутикулу, т.-е. чрез поверхностные стенки клеток эпидермиса, но по мере утолщения кутикулы и образования на ней защитных приспособлений испарение ослабевает, а затем совершается, главным образом, через устьица, т.-е. приспособленные для регулирования газообмена клетки, сообщающиеся с межклеточным пространством внутренней ткани листьев (паренхимы) и расположенные преимущественно на нижней стороне листьев (у некоторых видов древесных растений, напр., у липы, устьица расположены исключительно на нижней поверхности листа, у других растений верхняя поверхность листьев снабжена значительным числом устьиц, но все же число их в несколько раз меньше, чем на нижней стороне). Хотя общее число устьиц на листьях растений весьма велико (от одного до десяти на 1 кв. см.), но, во всяком случае, оно составляет не более одного % всей наружной поверхности листьев—по некоторым точным измерениям всего 0,15%, не говоря уже о том, что устьица при известных условиях замыкаются и, следовательно, испарение не может измеряться даже их общей поверхностью.

Затем выделение воды из клеток находится в зависимости от состава клеточного сока; с повышением его концентрации в зависимости от содержания минеральных солей или растворимых органических веществ, продуктов ассимиляции, отдача воды ослабевает; в случае задержки ассимиляционного процесса или ослабления концентрации восходящего тока, испарение воды усиливается отчасти благодаря более сильной отдаче воды из клеток, отчасти благодаря накоплению в клетках листа поглощенной, но неиспользованной солнечной энергии, которая и потребляется на испарение воды, переходящей в межклеточные пространства, а оттуда чрез открытые устьица в наружную атмосферу.

Если, таким образом,—более близкое знакомство с механизмом испарения воды растениями и с анатомией листа не позволяет рассматривать испарение растений, как процесс аналогичный испарению свободной водной поверхности, то, с другой стороны, изучение той связи, которая существует между главными процессами растительной жизни, еще более убеждает в том, что испарение представляет процесс физиологический, а не физический.

В самом деле, поглощение воды из почвы, движение воды из корневой системы в надземные части, дыхание, разложение углекислоты и синтез крахмала и белков, передвижение пластического материала к растущим клеткам, испарение воды и выделение кислорода или углекислоты,—все эти процессы между собой связаны настолько тесно, что ни один из них не может совершаться без участия остальных и без испарения воды не могло бы быть ни поглощения воды корнями, ни восходящего движения растительного сока, ни газообмена атмосферы, а, следовательно, не могло быть и ассимиляции.

Однако, если рассматривать испарение в количественном отношении, то расход воды окажется во много раз выше прямой потребности, не только т. н. конституционной воды, но и для обеспечения растения минеральными питательными веществами. Действительно, в живых растениях содержится от 10 до 20% сухих веществ, а в последних в свою очередь около 5% сгораемых зольных веществ, и, следовательно, для обеспечения 100 гр. сухого вещества растений минеральными солями было бы достаточно поглотить из почвы 2½ литра воды, считая, что в литре восходящего сока растений содержится не более 2-х граммов зольных веществ, т.-е. как раз такое количество, которое соответствует оптимальной концентрации питательного раствора (2%), при чем 1 литр был бы израсходован на насыщение влагой тканей самого растения. Между тем, образование 100 гр. сухого вещества при оптимальных условиях развития (при вегетационных опытах) сопряжено с испарением 30 литров воды, следовательно, в 12 раз больше, чем необходимо для поглощения питательных веществ из почвы. Но с другой стороны растения все же испаряют воду, благодаря целесообразному устройству тканей, в гораздо меньшем количестве, нежели открытая водная поверхность или сырая почва. Так, напр., по исследованиям австрийского ученого Гартига 1 кв. метр листьев бука и дуба за сутки испарял ¼ литра воды (0,025 мм.) в то время, как поверхность воды испарила с 1 метра—2 литра воды, т.-е. в 8 раз больше. По другим данным (Унгера) большинство растений испаряет в 3 раза менее, чем свободная водная поверхность.

Большая расточительность растений в отношении воды обусловливается,

главным образом, необходимостью постоянного газообмена, связанного с процессами ассимиляции и дыхания. Днем, на свету, совершается разложение углекислоты и преобладает поглощение углекислоты и выделение кислорода, ночью, наоборот—благодаря процессу дыхания происходит выделение углекислоты и поглощение кислорода. Эти два процесса требуют постоянного газообмена с атмосферой тем более, что атмосферный воздух содержит весьма мало углекислоты (два-три об'ема на 10000 об'емов воздуха, т.-е. 0,002—3%), а почвенный воздух содержит недостаточное количество кислорода. Постоянный газообмен в свою очередь неминуемо вызывает потерю водяного пара, насыщающего воздухоносные межклеточные пространства и, таким образом, устьица не могут оставаться долгое время замкнутыми, без явного ущерба для ассимиляционного процесса, так как диффузия газов, как и испарение воды, совершается не непосредственно через кутикулу наружных клеток, а чрез устьица.

Следует еще отметить, что напряжение водяного пара внутри листьев всегда значительно превосходит напряжение пара атмосферного воздуха, так как листья растений нагреваются сильнее воздуха и в связи с поглощением солнечного света хлорофиллом затрачивают часть солнечной энергии на образование водяного пара. Этим об'ясняется то, на первый взгляд странное явление, что испарение воды растениями не прекращается вполне даже в самое влажное время (когда по показаниям гигрометра и психрометра воздух насыщен водяными парами); отчасти то же явление обусловливает, так наз., плач растений — выделение из листьев капельно-жидкой воды корневым давлением, вызывающим на ряду с испарением восходящий ток. Не маловажную роль играет испарение, как регулятор температуры листьев, особенно в жаркие дни и при остановке ассимиляционного процесса, так как при этих условиях избыток поглощенного тепла затрачивается на испарение и, таким образом, предупреждается чрезмерное повышение температуры листьев. При всей неотвратимости транспирационного процесса количество испаренной воды все же колеблется в зависимости от многих внешних и внутренних условий произрастания в весьма широких пределах, а потому может быть регулировано в смысле достижения большей продуктивности в расходе воды. Совокупность множества физиологических и вегетационных опытов по данному вопросу позволяет сделать тот общий вывод относительно влияния внешних и внутренних условий произрастания, что количество испаренной воды, отнесенное к единице сухого вещества растений, или т. н. «транспирационный коэффициент» складывается тем выгоднее, чем нормальней и благоприятней сопутствующие условия. При недостатке или избытке света, углекислоты, тепла, минеральных веществ, почвенной влаги, влажности воздуха и т. д.—транспирационный коэффициент неизменно возрастает, при сочетании оптимума тех же условий—достигает минимума. При механических повреждениях, поранениях, нападении вредителей и паразитов, нарушается нормальный ход физиологических процессов, но не прекращается отдача воды растением при испарении, и, таким образом, неизбежно расширяется отношение между затраченной водой и произведенной растительной массой. Само собой разумеется, что понижение или возрастание транспирационного коэффициента отнюдь не означает уменьшения или увеличения аб-

солютного количества израсходованной воды. Так, например, очевидно, что под влиянием удобрения урожайная масса может возрасти в большей пропорции, нежели сократится транспирационный коэффициент, и в этом случае абсолютный расход воды на удобренном посеве будет больше, чем на неудобренном, но каждая весовая единица воды в случае удобрения произведет большую массу урожая, следовательно, вода будет использована продуктивней.

При ограниченном запасе влаги в почве и малом количестве летних осадков хозяину выгодней прибегнуть к удобрению для понижения транспирационного коэффициента, но во избежание дефицита влаги в период налива зерна—необходимо изредить посев, чтобы избежать слишком большой растительной массы. Во всяком случае и ограниченный запас влаги посевами используется в течение вегетационного периода сполна, а потому прямой расчет при помощи того же запаса воды произвести возможно большую массу урожая.

Другим фактором транспирационного коэффициента, не менее важным, чем внешние условия произрастания, является физиологическая природа культурного растения, так как транспирационный коэффициент широко колеблется для различных видов, сортов и рас культурных растений. Правда, до сих пор физиологические и вегетационные опыты не установили каких-либо постоянных величин для отдельных видов, так как в различных опытах сильно видоизменялись также сопутствующие внешние условия произрастания и результаты опытов различных исследователей, поэтому, между собой несравнимы. Так, например, для ячменя, Гельригель определяет транспирационный коэффициент в 310 гр., а Вольни—в 774 гр., для овса—402 и 665 гр., для гороха—292 и 416 гр., для гречихи—371 и 646 гр. Такую резкую разницу можно об'яснить тем, что внешние условия произрастания в опытах Гельригеля сложились гораздо благоприятней, чем в опытах Вольни. В позднейших опытах, произведенных в России (мною в 1893 г., в Петровской Академии и Т. В. Локотем в 1900 г. на Верхнеднепровской опытной станции Екатеринославской губерн. и Н. М. Тулайковым в 1912-13 году на Безенчукской опытной станции) обнаружилось, что транспирационные коэффициенты Гельригеля ближе соответствуют нормальным условиям вегетации и что виды, отличающиеся большей засухоустойчивостью, как, например, просовидные злаки и виды сорго,—обладают вдвое более низким транспирационным коэффициентом, нежели пшеница, ячмень и овес. Ближайшее изучение транспирационных коэффициентов—для различных видов, сортов и рас культурных растений и для различных условий произрастания представляет одну из интереснейших задач русских опытных учреждений, которым приходилось заново разрабатывать весь водный вопрос, имеющий для континентальных климатов едва ли не меньшее значение чем для Западной Европы вопрос о минеральном питании растений. Уже и в настоящее время, когда к этим исследованиям только приступлено, выяснился новый фактор громадного значения, оставшийся раньше без внимания, а именно—влияние осмотического давления почвенного раствора, т.-е. такое условие, которое легко поддается регуляции при помощи внесения в почву тех или других веществ, даже не играющих роли в питании растений, например, поваренная соль, сернокислый натрий, гипс, известь и другие. Повышением осмотического

давления почвенного раствора до 3-х атмосфер в опытах Н. М. Тулайкова удавалось значительно повысить урожаи пшеницы-белотурки (даже по сравнению с т. н. нормальными культурами, получающими все питательные вещества в меру потребности), улучшить качество зерна (в смысле более высокого содержания белков) и в то же время соответственно понизить транспирационный коэффициент (с 315 до 280).

В условиях избыточного увлажнения почвы, представляющих обычное явление во всей нечерноземно-лесной зоне, повышение осмотического давления почвенного раствора бесспорно может получить весьма важное значение.

При изучении влияния водного фактора в естественной обстановке приходится различать несколько моментов, а именно: во 1) влияние влажности воздуха или упругость водяных паров, как фактора ближайшим образом определяющего испарение воды растениями; во 2) влияние движения воздуха и растений под влиянием ветра; и в 3) влияние почвенной влажности.

Влажность воздуха, измеряемая гигрометром или психрометром, дает представление с одной стороны об относительной влажности, т.-е. степени насыщения воздуха водяными парами (в %% от полного насыщения) и с другой—об абсолютной влажности или упругости водяного пара (в мм.). Как уже было упомянуто, при данной температуре воздуха абсолютная влажность наружного атмосферного воздуха всегда будет несколько ниже абсолютной влажности воздуха, содержащегося в межклетных пространствах листьев, так как температура их при прямом солнечном свете значительно выше температуры воздуха, а потому водяные пары атмосферы не могут служить непосредственным источником влаги для растений. Тем не менее влажность воздуха оказывает заметное влияние на развитие растений, на их морфологические признаки, анатомическое строение и на химический состав, ибо с уменьшением влажности воздуха неизбежно возрастет испарение, т.-е. непроизводительный расход воды, а, следовательно, растение вынуждается также к непроизводительному расходу минеральных веществ и к затрате пластического материала на борьбу с пагубным воздействием атмосферы. В результате получается более высокое содержание в растениях золы, азота, белковых веществ, древесины, и вместе с тем меньшая питательность или усвояемость растительных материалов для животных, не говоря уже о сильном понижении урожая в сухой растительной массе, неизбежно связанной с иссушением почвы.

При затишьи и полном покое растения довольно быстро устанавливается известное равновесие между влажностью внутреннего и внешнего воздуха, благодаря насыщению влагой ближайших слоев воздуха, облегающих растение. Но при движении воздуха, под влиянием ветра или при сотрясении растения, происходит постоянное обновление насыщенного воздуха более сухим и выталкивание чрез устьица новых порций водяных паров и газов изнутри растений. Поэтому транспирационный процесс растений возрастает под влиянием ветра еще резче, чем испарение со свободной водной поверхности. И только в случае чрезмерной затраты воды, превосходящей способность корневой системы к поглоще-

нию воды из почвы, растения вынуждены прибегнуть к полному перерыву газообмена, замыканием устьиц, ценою временной приостановки и ассимиляционного процесса. Однако, такая приостановка не может быть продолжительной, в случае действия прямого света, так как поглощение солнечной энергии происходит независимо от хода иссимиляционного процесса, а следовательно, растению начинает угрожать разрушительное действие поглощенной теплоты и для понижения температуры оно вновь вынуждается прибегнуть к транспирационному процессу, потребляющему излишнюю, неиспользованную энергию. Когда действие суховея продолжается слишком долго, или когда в почве истощился запас влаги и растение не успевает подавать воды в потребном количестве, — происходит сначала завядание, а затем и постепенное высыхание и отмирание надземных частей. Такое действие сухого ветра, часто наблюдаемое в юго-восточной части России,—называется захватом. Иногда захват или запал происходит даже при отсутствии сильного ветра, под влиянием сухой мглы или помохи, т.-е. жаркого сухого воздуха, нарушающего равновесие, между подачей воды корнями и испарением из листьев, и в результате получается преждевременное созревание или, вернее, высыхание посевов на корню. Само собою разумеется, что в случае захвата умолот, или отношение зерна к соломе, получается ненормально низким, а химический анализ зерна и соломы обнаруживает ненормально высокое содержание золы, азота, белков и древесины, т.-е. признаки незаконченного обмена веществ внутри растения. Если непосредственно воздействующим на растение активным фактором является влажность воздуха, то на другом конце своей корневой системы растение приходит в соприкосновение с почвенной влагой, как единственным источником воды для транспирационного процесса, и почвенная влажность, таким образом, является п а с с и в н ы м фактором транспирационного процесса. Рассмотрим поэтому несколько подробнее, от каких условий зависит пользование почвенной влагой и какое влияние на развитие растений оказывает содержание влаги в почве. Поступление почвенной влаги в корни растений есть процесс диффузионный или осмотический и потому может совершаться только при известном соотношении осмотического давления почвенного раствора и клеточного сока. Обыкновенно клеточный сок содержит большее количество растворимых веществ, чем почвенный раствор, и поэтому устанавливается движение влаги из почвы в растение, но при высокой концентрации солей в почвенном растворе, в засушливые периоды, или на почвах солончаковых, могут быть случаи обратного соотношения, и тогда, разумеется, осмотическое давление корней становится отрицательным, они не только не способны поглощать воду из почвы, но вынуждены отдавать свою собственную организационную воду. Затем необходимо считаться с капиллярным притяжением воды к частицам почвы, которое делает недоступным для растений весьма значительный запас почвенной влаги, по крайней мере вдвое превышающий, так наз., «гитроскопическую» влагу, поглощаемую почвой в парообразном состоянии из воздуха. Предел поглощения почвенной воды для различных почв колеблется в довольно широких пределах, начиная от песчаных почв (из которых растения вычерпывают почти всю влагу за исключением 1—1,5%) и кончая глинистыми и черноземными, на которых растение завядает уже при 10—15%.

Далее надо различать, главным образом, две степени насыщения почвы водой: во 1) насыщение до полной или наибольшей влагоемкости или, вернее, до заполнения всех пор водою, такая влагоемкость теоретически соответствует порозности почвы, т.-е. об'ему воздуха, содержащегося в почве при абсолютно сухом состоянии, и во 2) насыщение до наименьшей влагоемкости, при которой заполняются только тончайшие капиллярные промежутки, благодаря чему соприкосновение такой влажной почвы со слоем сухой почвы не сопровождается капиллярным передвижением воды из влажной почвы в сухую.

При вегетационных опытах по вопросу о влиянии почвенной влажности на развитие растений, различные исследователи получали весьма различные результаты, главным образом потому, что недостаточно отчетливо различались эти два вида насыщения почвы влагой, а между тем все градации влажности всегда относились к влагоемкости почвы. В известных опытах Вольни и Гельригеля принималась во внимание именно наибольшая влагоемкость, а потому в их опытах высшие степени влажности, соответствующие полному вытеснению почвенного воздуха, для большинства растений сопровождались отрицательными результатами. Другие исследователи устанавливали различные градации и для наименьшей и для средней влагоемкости, определяемой путем капиллярного поглощения воды (при чем эта влагоемкость может выразиться в различных величинах в зависимости от того, подводится ли вода к сухой почве снизу или она просачивается сверху, какой высоты слой почвы, какова степень уплотнения и т. д.). В связи с различным трактованием понятия, получались во многих случаях противоречивые результаты, обнаружившие, напр., слишком высокий оптимум влажности, почти совпадающие с влагоемкостью почвы. Между тем—значение опытов с влиянием различных степеней влажности в сущности сводится к тому, чтобы выяснить, какое соотношение между об'емом воздуха и об'емом воды является для корневой системы тех или других растений наиболее благоприятным, какой из двух факторов—вода или кислород воздуха определяет развитие растений. И с этой точки зрения совершенно очевидно, что не может быть нормального развития при высших степенях влажности даже несмотря на то, что при ежедневном пополнении испаренной воды все же происходит некоторое понижение влажности (в зависимости от мощности растений и об'ема почвы, предоставленного растениям, суточное испарение может иногда превзойти установленное колебание в градациях влажности, обычно принимаемое в вегетационных опытах в 10—20% от влагоемкости), и в связи с суточным колебанием влажности, соответствующим суточному испарению растений, в почве происходит обмен почвенного воздуха—в таком же размере, вследствие чего до некоторой степени удовлетворяется потребность корней в кислороде и достигается удаление углекислоты, образовавшейся в результате дыхания корней и почвенных процессов. Чтобы точнее судить о взаимоотношении двух факторов, почвенной влаги и почвенного воздуха, совместно действующих на растение при различном насыщении почвы водою,—следовало бы учитывать не только колебания в абсолютном запасе влаги и относительной влажности почвы, но и колебания в об'еме почвенного воздуха и в его химическом составе.

В опыте Гельригеля с ячменем влияние влажности почвы при песчаной культуре выразилось следующим образом:

			урожай	
влажность	80%	от полного насыщения	19,69 гр.	86%
»	60%	» » »	22,76 »	100%
»	40%	» » »	21,76 »	96%
»	30%	» » »	17,19 »	76%
»	20%	» » »	14,62 »	64%
»	10%	» » »	6,30 »	28%

Оптимум влажности соответствовал половине насыщения. Более высокая влажность в 80% насыщения даже при песчаной почве, легко проветриваемой, сопровождалась понижением урожая на 14%. Очевидно, что при 90—100% развитие было бы совершенно ненормальным, из-за недостаточного об'ема почвенного воздуха. Понижение влажности вызывало резкое падение урожая только ниже 40% насыщения, но даже при 20% насыщения песчаная культура давала еще $^2/_3$ нормального урожая.

Более резкие колебания в развитии растений при вегетационных опытах получаются в том случае, если сравниваются не те или другие степени насыщения влагоемкости почвы, а градация абсолютного количества воды, предоставляемого растениям в известном об'еме почвы за известный промежуток времени (напр., в течение суток). В этом случае, однако, проявляется влияние не относительной влажности почвы, а влияние абсолютного количества воды и потому развитие растений ставится в более тесную, почти прямую зависимость от запаса влаги с более или менее полным устранением влияния почвенного газообмена. Такая постановка более приближает нас к естественным условиям, при которых влияние запасов почвенной влаги проявляется гораздо резче, чем в вегетационных опытах с более или менее постоянными градациями влажности. В природе резкие колебания в запасе влаги служат главным регулятором газообмена в почве, а потому растениям приходится испытывать более прямое воздействие водного фактора на произрастание, не затемненное влиянием почвенного газообмена.

Другой важной особенностью водного фактора является резкое несоответствие между потребностью растений во влаге и запасом влаги в почве. В то время как тепловой фактор нарастает приблизительно в том же темпе, в каком увеличивается потребность в тепле у однолетних растений, а затем начинает убывать, в соответствии с меньшей потребностью в тепле растений, запас влаги с начала вегетации непрерывно убывает и достигает минимума в момент наиболее энергичного расхода воды растениями. Действительно, расход воды у растений нарастает прямо пропорционально весу растительной массы, тогда как запас влаги в почве находится обычно в обратном соотношении с температурой почвы, и благодаря такому резкому антагонизму теплового и водного факторов—растения обыкновенно находятся в сильнейшей зависимости именно от водного фактора. Приспособление растений к нормальному ходу почвенной влажности может приводить лишь к сокращению вегетационного периода и к сокращению листовой поверхности растительной массы, но и то и другое представляет для земледельца явный ущерб.

В смысле приспособления растений представлялся бы более целесообразным недостаток влаги в начале развития и постепенное нарастание влаги к периоду цветения и налива с последующим сокращением запаса влаги в период созревания. Чтобы показать, как отражается на развитии растений недостаток влаги в различные вегетационные стадии, приведем данные из опыта Вольни, который изучал влияние недостатка влаги при шести различных комбинациях, (с разделением вегетационного периода на три фазиса: 1) от прорастания до начала кущения; 2) от кущения до начала цветения и 3) от цветения до созревания. Недостаток влаги соответствовал насыщению 20% от полной влагоемкости, оптимальная влажность 60%.

Расположим полученные урожаи пшеницы (по общему весу сухой массы) от максимума к минимуму и посмотрим, какие фазисы сопровождались недостатком влаги и какие оптимальной влажности:

Урожаи пшеницы и ржи.				Влажность почвы по трем фазисам		
пшен.	ржь	зерно. пш.	ржи	в % % от полной влажности. I	II	III
278	341	92	121	20	60	60
230	310	75	43	60	60	20
157	292	52	35	20	60	20
154	170	14	36	60	20	60
125	224	23	12	60	20	20
88	149	25	44	20	20	60

Наилучшие результаты получились при недостатке влаги в первый фазис—при оптимальной влажности в течение всего остального роста; наихудшие—наоборот, когда высшая влажность сопровождала созревание, а в два первых фазиса растения терпели недостаток влаги. Недостаток влаги в третий фазис отразился слабо, наиболее критическим периодом безусловно являлся II период от кущения до цветения. На образование зерна точно также наиболее сильное влияние оказывал недостаток влаги в пору развития вегетативных органов, но при засушливости двух первых фазисов благоприятная влажность в период налива все-же отражалась благотворней, чем избыток влаги в начале роста.

ВОЗДУХ И ЗОЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ.

При рассмотрении действия водного фактора мы видели, что это действие находится в тесной зависимости от почвенного газообмена, подобно тому как действие теплового фактора ограничивается количеством тепла и влаги.

Рассмотрим теперь подробно, в чем заключается действие четвертого основного вегетационного фактора—воздуха.

Из физиологии растений известно, что воздух участвует своими элементами во всех физиологических процессах: при ассимиляции происходит разложение атмосферной углекислоты и выделение кислорода (в равном об'емном соотношении), при испарении происходит выделение водяного пара, при дыхании происходит сжигание органических веществ растения с поглощением атмосферного кислорода и с выделением углекислоты (тоже при более или менее равном об'емном соотношении), при движении восходящего сока вместе с ним происходит и передвижение газообразных продуктов дыхания, при процессах роста и движения растений совершается усиленный газообмен, одинаковый с дыханием, при процессе синтеза органических веществ происходит поглощение азота, однако, в большинстве случаев азот поступает в растение и участвует в синтезе не в виде газообразного азота, а в форме аммиачных и азотнокислых солей, поступающих с почвенным раствором через корни. Таким образом, в газообмене участвуют, главным образом, с одной стороны ассимиляционные органы—зеленые листья, с другой стороны воспринимающая почвенный раствор корневая система; в более слабой степени в газообмене участвуют и все прочие органы растения (стебли, цветы, плоды), в связи с процессами дыхания, движения и роста.

Потребность растений в углекислоте удовлетворяется при крайне ничтожном содержании ее в атмосферном воздухе (три об'ема на 10 тысяч) только благодаря непрерывному газообмену чрез устьица зеленых листьев, но мы уже указывали на то, что эта необходимость постоянного газообмена вызывает громадный непроизводительный расход влаги через испарение. С другой стороны известно, что энергия разложения углекислоты возрастает с повышением содержания углекислоты в воздухе и достигает оптимума примерно около 10% углекислоты, т.-е. при таком содержании, которое в 33.333 раз более нормального содержания углекислоты в атмосфере. Такое высокое содержание углекислоты наблюдается только в почвенном воздухе в моменты наибольшего насыщения его продуктами жизнедеятельности микроорганизмов и корневой системы растений; дальнейший прирост углекислоты, повидимому, останавливает даже почвенные процессы. Возникает вопрос—не могут ли растения пользоваться углекислотой, образовавшейся при процессе дыхания и роста или заимствовать ее из почвенного воздуха и таким путем сократить газообмен с наружным воздухом и непроизводительный расход воды. К сожалению, этому препятствует несовпадение по времени наибольшей энергии различных физиологических процессов, а именно ассимиляционный процесс в связи с разложением углекислоты совершается только на свету и возрастает вместе с инсоляцией, тогда как процессы дыхания и роста совершаются преимущественно при отсутствии света. Тем не менее часть углекислоты, полученной в результате роста и дыхания, несомненно может итти на удовлетворение потребности зеленых листьев, тем более, что углекислота содержится в растворенном состоянии в почвенном растворе и в газообразном состоянии в воздушных пузырьках жаменовой цепи, образующейся в растительном соке при его восходящем движении от корней к листьям. Кроме того, углекислота почвенного воздуха, путем медленной диффузии поступающая в нижние слои воздуха, может значительно повысить содержание углекислоты в воздухе, питающем растения, а, следовательно,

усилить и энергию ассимиляционного процесса. Таким образом, недостаточное содержание углекислоты атмосферного воздуха, до некоторой степени, парализуется использованием углекислоты, образующейся внутри растения в результате его жизнедеятельности, и в почве в результате дыхания корней и жизнедеятельности микроорганизмов.

Потребность растений в кислороде в надземных органах, соприкасающихся с наружной атмосферой, не только сполна удовлетворяется, благодаря высокому содержанию кислорода в воздухе (около 21 об'ема на 100), но еще происходит на свету выделение кислорода в связи с ассимиляционным процессом, т.-е. обогащение кислородом воздуха (очищение воздуха, испорченного дыханием животных). Но в подземных органах, развивающихся в почве, содержащей только весьма ограниченный запас воздуха, притом воздуха насыщенного углекислотой и водяными парами, потребность в кислороде во многих случаях проявляется настолько резко, что вызывает образование т. н. воздушных корней или воздухоносных тканей корня, т.-е. приспособлений, свойственных водяным и болотным растениям. Само собой разумеется, что такие глубокие анатомические изменения могут быть результатом только многовекового приспособления растений к господствующим внешним условиям, а потому при возделывании культурных растений, корневая система которых не снабжена воздухоносными тканями, не приходится рассчитывать на внутренний приток кислорода чрез растения (тем более, что содержащие водяные пузырьки растительные соки движутся в обратном направлении от корней к листьям), а необходимо обеспечить газообмен почвы непосредственным воздействием на физические свойства почвы, тем болёе, что этим значительно может быть сокращен расход пластического материала на построение корневой системы, а также расход кислорода на механическую работу подземных органов.

Содержание кислорода в почвенном воздухе определяется с одной стороны энергией его поглощения при физиологических, микробиологических и химических процессах почвы, а с другой стороны — внешними условиями газообмена или почвенной аэрацией. Как велика потребность корневой системы в кислороде, можно судить по тому факту, установленному исследованиями проф. Коссовича, что в течение вегетационного периода корни сжигают втрое больше углерода, чем его содержится в корневой системе, а так как на построение корней растения потребляют до ¼ части всего ими произведенного веса органических веществ, то отсюда видно, что из почвенного воздуха поглощается громадный об'ем кислорода, во много раз превышающий об'ем воздуха, содержащегося в почве—непосредственные анализы почвенного воздуха, начатые Буссенго в первой половине XIX столетия, а в последнее время — производившиеся в Петровской Академии при разнообразных условиях полевой культуры проф. Дояренко, показали, что содержание углекислоты и кислорода в почвенном воздухе до некоторой степени взаимно дополняет друг друга, т.-е. за вычетом инертной части воздуха — азота, занимающего около $^4/_5$ всего об'ема, углекислота и кислород вместе составляют не более 20% и с возрастанием углекислоты соответственно сокращается содержание кислорода. Однако, максимальное содержание углекислоты в почвенном воздухе редко превосходит 10% и вместе с тем—редко наблюдается понижение ниже 10% содер-

жания кислорода. Общий об'ем почвенного воздуха, выраженный в %% от об'ема почвы, составляет обычно менее 50% и сокращается, главным образом, с повышением влажности и с уплотнением структуры почвы.

Главными факторами почвенного газообмена являются суточные колебания температуры, колебания влажности почвы и колебания атмосферного давления. Чем резче эти колебания, тем глубже и полнее совершается обновление почвенного воздуха. Активное участие земледельца в регулировании почвенного газообмена или аэрации—выражается в улучшении физических свойств почвы при помощи механической обработки почвы, коренных мелиораций и удобрения, мерилом действительности этих приемов могут служить непосредственные определения во 1) порозности и об'ема воздуха в определенном об'еме почвы и во 2) содержание углекислоты и кислорода в почвенном воздухе. Методика этих определений в самые последние годы весьма усовершенствована проф. А. Г. Дояренко и с тех пор стала предметом массовых наблюдений на многих опытных станциях.

Хотя потребность растений в азоте количественно выражается в величинах несравненно меньших, чем в углекислоте и кислороде (в среднем сухое вещество растений содержит 40% углерода, 53% кислорода, 6% водорода и 1% азота), а содержание азота в атмосферном воздухе напротив несравненно выше, чем кислорода, и тем более углекислоты, однако, в действительности она проявляется гораздо резче, чем потребность в кислороде и в углекислоте. Причина этого на первый взгляд парадоксального явления заключается в том, что сам по себе газообразный атмосферный воздух, недоступен растениям, благодаря своей инертной химической природе, и может сделаться питательным веществом лишь после превращения в более сложные соединения—аммиак и азотную кислоту. Факт этот был известен химикам и физиологам уже в первой половине XIX века (благодаря классическим опытам Буссенго), и тем не менее еще Ю. Либих, знаменитый основатель теории минерального питания растений, был уверен в том, что растения обеспечены азотом, благодаря постоянному содержанию в атмосферных осадках аммиака и азотной кислоты, образующихся частью в результате процессов гниения и разложения растительных и животных организмов, частью в результате прямого окисления атмосферного азота в моменты разрядов атмосферного электричества.

Многочисленные точные определения количества «связанного азота» в атмосферных осадках, выполненные в течение второй половины XIX в. под влиянием смелых и парадоксальных утверждений Либиха—сначала Лоозом в Ротгамстеде (явившимся первым и главным противником учения Либиха), затем Баралем и Шлезингом в Париже, Петерманом в Бельгии, Вельбелем на Плотянской опытной станции (в Подольской губ.) и мной на Шатиловской станции в Тульской губ.—показали, что утверждения Либиха об обеспеченности растений связанным азотом атмосферы далеко не оправдываются в действительности. Хотя содержание аммиака и азотной (а также азотистой) кислоты в атмосферных осадках подвержено большим колебаниям и зависит как от вида и количества осадков (их силы и повторяемости), так и от многих других почвенных и климатических условий (напр., близости океанов или направления ветра, температуры, от напряжения атмосферного электричества, вида растительного покрова, от почвы и т. д.), однако, во всех

случаях—общее количество связанного азота, поступающего в почву вместе с осадками в течение года—никогда не достигает количества азота, содержащегося в нормальных урожаях культурных растений. Количество это в лучшем случае достигает одного пуда на десятину, (на Плотянской оп. ст. только ¼ пуда), тогда как с нормальным урожаем хлебных злаков из почвы уносится 3—4 пуда азота, а при высоких урожаях до 8 пудов.

Мало того, потребность в азоте в большинстве случаев не удовлетворяется и теми азотистыми соединениями, которые образуются в почве, в связи с разложением растительных остатков, тогда как прочие минеральные питательные вещества или т. н. зольные элементы, о полном возврате которых так горячо увещевал хозяев Либих, гораздо чаще оказываются в количестве, достаточном для производства высоких урожаев.

Таким образом, именно тот элемент атмосферного воздуха, который всегда находится в громадном избытке не только в атмосфере, но и в почвенном воздухе, вызывает наибольшую заботу земледельца и, только благодаря участию микроорганизмов, способствующих превращению атмосферного азота в связанную форму, а также, благодаря успехами техники, выработавшей способ искусственного приготовления селитры и некоторых других азотистых соединений из атмосферного азота, в настоящее время устранен один из важнейших тормазов развития растений—найдено средство к обеспечению растений азотом, при том без прямого возврата всего азота, потребленного урожаями.

Потребность растений в зольных элементах удовлетворяется почвой более или менее полно в зависимости от ее состава и способности к образованию растворимых солей. Корни растений воспринимают минеральные вещества исключительно в растворенном состоянии, избирая из почвенного раствора преимущественно те соли, которые поглощаются при ассимиляционном процессе; такое одностороннее извлечение солей обусловливается именно интенсивностью их потребления, т.-е. перехода в нерастворимые соединения, вследствие чего растительный сок приобретает первоначальные осмотические свойства и вызывает новую диффузию солей из почвенного раствора в корни. Этим механизмом вполне об'ясняется избирательная способность корней в извлечении нужных растению минеральных элементов, способность, довольно сильно варьирующая у различных групп растений, и обусловливающая довольно резкие различия в химическом составе золы. Уже со времени Либиха принято разделять растения по характеру химического состава золы на три группы: 1) поташные, в золе которых более половины золы составляют щелочные соли—калий и натрий (к этой группе относятся корне-и клубне-плоды, 2) известковые, в золе которых преобладают соли извести (сюда относятся бобовые и табак), 3) кремнеземистые, в золе которых кремнекислота составляет свыше 50% золы (к этой группе относятся все хлебные злаки). Группировка растений по химическому составу золы, занимавшая агрикультурхимиков в течение первой половины XIX столетия, при дальнейшем изучении почвы и физиологической потребности растений в зольных элементах была оставлена, так как именно те соединения, которые положены в основу группировки, обычно встречаются в почвах в достаточном или даже избыточном количестве, а с

другой стороны — некоторые из них (как кремнезем и соли натра) оказались даже совсем ненужными для питания растений. Только с применением физиологического метода в определении роли отдельных зольных элементов—метода, получившего широкое применение со времени усовершенствования Кнопом, Ноббе и Гельригелем т. н. водных и песчаных культур, стало возможным провести строгое разграничение между элементами, абсолютно необходимыми для питания растений, и элементами, случайно поступающими в растения с почвенным раствором. Такой синтетический метод совершенно иначе осветил практические выводы из теории минерального питания растений для земледелия, чем это было сделано на основании данных аналитического метода Либихом и его последователями, выводы которого на первых же шагах оказались в резком противоречии со многими эмпирическими наблюдениями сельских хозяев.

При помощи культуры растений в искусственных почвах физиологам удалось установить, что из 30 зольных элементов, постоянно встречающихся в сухом веществе растений, только 7 элементов могут считаться абсолютно необходимыми и незаменимыми для нормального питания растений, а именно: калий, кальций, магний и железо—из металлов, фосфор, сера и хлор—из металлоидов, не считая азота, который на ряду с углеродом, водородом и кислородом является составной частью сгораемых органических веществ и потому не содержится в золе растений. Однако, по минеральному характеру солей, служащих источниками азотистого питания, и азот должен быть причислен к числу минеральных элементов, поступающих в растение с почвенным раствором и, таким образом, в последнем приходится считаться с 4-мя кислотами (серной, фосфорной, азотной и соляной) и с четырьмя основаниями (кали, известью, магнезией и железом), не считая воды и углекислоты, играющих в почвенном химизме и при поглощении минеральных веществ растением первенствующую роль. Из восьми элементов минерального питания растений два элемента—железо и хлор играют хотя и весьма важную физиологическую роль (без железа невозможно образование хлорофила, главного органа ассимиляционного процесса, а при отсутствии хлора не происходит передвижения из листьев продуктов синтеза), однако, потребность в этих элементах так ничтожна, и в то же время они содержатся во всех почвах в таком избытке, что в практике удобрения эти элементы не имеют никакого значения. Остаются, следовательно, только шесть элементов из тридцати, которые действительно играют важную роль, как факторы произрастания растений; по размеру потребления эти шесть элементов могут быть расположены в таком порядке: из трех металлоидов на первом месте следует поставить азот, на втором фосфор, и на третьем серу (содержание последней в большинстве почв так велико, что вопрос о возврате серы тоже не представляет практического значения), а из трех металлов на первом месте следует поставить калий, на втором—известь и на третьем—магнезию. Следует еще заметить, что металлоиды, азот и фосфор, в природе гораздо чаще оказываются в недостаточном количестве, чем металлы, и из последних для прямого питания растений не хватает на некоторых почвах только калия, тогда как известь и магнезия всегда находятся в почвах в достаточном количестве и, если в практике удобрения извести принадлежит весьма важная роль, то не в качестве отсутствующего питательного вещества, а только исключительно в качестве химического возбудителя многих важных почвенных процессов, но в этом отношении, как увидим, еще более важная роль принадлежит углекислоте, представляющей главный растворитель всех минеральных соединений, находящихся в почве в неудобоусвояемом состоянии. Таким образом, в качестве факторов произрастания растений из всех минеральных веществ в конце-концов сохраняют важное значение только три элемента: азот, фосфор и калий. Все прочие элементы содержатся в почве, в количествах, вполне обеспечивающих нормальное питание растений, а потому о их возврате с точки зрения сохранения плодородия почвы хозяину не приходится заботиться. При рассмотрении вопросов удобрения мы встретимся, правда, с внесением целого ряда таких материалов, которые кроме трех недостающих питательных элементов (азота, фосфора, и кали) содержат целый ряд других веществ, полезных для химизма почвы, но в конце-концов внесением этих веществ достигается именно обеспечение растения тремя основными элементами, и с этой точки зрения удобрение навозом, торфом, зеленой массой растений, известью, мергелем, гипсом, золой и поваренной солью нужно рассматривать преимущественно, как способы косвенного воздействия на физические и химические свойства почвы.

При изучении количественной стороны нужно различать, как и при других факторах произрастания, три момента в действии минеральных питательных веществ, а именно минимум, при котором прекращается нормальное отправление физиологических процессов, оптимум, при котором эти процессы достигают наибольшей интенсивности, и максимум, при котором прекращается рост растений или замечаются болезненные явления от вредного влияния избытка солей. Так как растения черпают минеральную пищу из почвенных растворов, то эти три величины, казалось бы, следует выражать в виде титра раствора или % содержания данной соли в питательном растворе, и подобные определения производились физиологами, как при водных, так и при песчаных культурах и установили, что общее содержание минеральных солей в питательном растворе не должно превышать при водных культурах трех граммов на литр воды (0,3%) и пяти граммов на литр воды при песчаных культурах, при чем участие трех главных элементов (фосфора, азота и кали) в питательной смеси приблизительно соответствует пропорции 3: 4: 5, тогда как содержание тех же элементов в сухом веществе растений приближается к пропорции: 1: 2: 3, а именно в 100 гр. сухого вещества хлебных злаков в среднем содержится 0,5 гр. фосфорной кислоты (P_2O_5), 1 гр. азота (N) и 1, 5 гр. кали (K_2O).

Максимум концентрации колеблется для отдельных солей в широких пределах, но в совокупности все соли не должны содержаться в количестве свыше 10 граммов на литр или 1%. С другой стороны понижение концентрации вдвое против оптимума, т.-е. с 5 до 2,5 гр. на литр понижает растительную массу вдвое (при песчаных культурах), а при концентрации ниже 1% замечается ненормальное развитие растений. Таким образом, в грубых чертах концентрация почвенного раствора должна колебаться между 1—10 граммам на литр, при чем в этом растворе должны содержаться все питательные элементы в пропорции, более или

менее приближающейся к потребности растений. Питательная смесь, дававшая у Гельригеля наилучшие результаты при песчаных культурах, содержала 3,5 гр. азотнокислого кальция, 0,6 гр. кислого фосфорно-кислого кали, 0,6 гр. хлористого кали, 0,2 гр. сернокислого магния и 0,1 гр. фосфорно-кислого железа, а всего— 5 гр. на литр. воды, при чем раствор этот вносился в количестве, соответствующем ½ влагоемкости песка (на 4 кило песка—400 гр.). К сожалению, самый тонкий химический анализ почвенного раствора не может установить действительной концентрации питательных солей и их соотношения в почве, так как благодаря поглотительной способности почв, т.-е. переходу солей в нерастворимое состояние, и растворяющему действию корней (выделяющих в большом количестве—в качестве растворителя—углекислоту и некоторые органические кислоты) количество солей подвержено постоянным весьма резким колебаниям; тем-менее может дать представление о действительном химизме почвы валовой химический анализ почвы, при помощи которого составные части почвы подразделяются на вещества—нерастворимые, растворимые в сильных кислотах (серной и соляной) или в слабых растворителях (уксусной и лимонной). Непосредственное испытание плодородия почвы при помощи вегетационного метода, хотя и дает более правильное суждение о потребности растений в главных питательных элементах, но создает искусственно оптимальное условие для почвенных процессов, а следовательно, выводы вегетационных опытов не могут быть перенесены на обычные естественные условия, при которых накопление питательных веществ и их поглощение корнями может существенно измениться под влиянием неблагоприятных внешних факторов произрастания (влажности, аэрации почвы, температуры и проч.), а с другой стороны, при вегетационном опыте по необходимости приходится ограничивать испытание— только верхним пахотным слоем почвы, при том более или менее ограниченном весе и об'еме почвы, тогда как при естественных условиях растения укореняются в об'еме, значительно превышающем рост их надземных органов, черпая влагу и некоторые питательные вещества не только из пахотного слоя, но и из подпочвы. И потому для правильной оценки потребности растений в питательных веществах приходится учитывать эту потребность при помощи полевых опытов в тех конкретных условиях, которые являются типичными для хозяйства.

На ряду с вегетационными и полевыми опытами познание потребностей растений в минеральных веществах на различных почвах может достигаться более подробным изучением почвенных процессов при различных естественных условиях в культурных состояниях—и эта задача в настоящее время успешно разрешается целой сетью сельско-хозяйственных опытных станций, благодаря тому, что они применяют для этой цели всю совокупность научных методов (физических, химических и микробиологических) и ограничивают свою задачу немногими определенными климатическими и почвенными типами, преобладающими в районах их деятельности.

В виду того, что минеральные питательные вещества растений служат также для питания микроорганизмов, населяющих почву, количество доступных растениям веществ находится в сильнейшей зависимости от жизнедеятельности микроорганизмов. Некоторые из них способствуют разложению сложных органических

веществ и накоплению легкоусвояемых минеральных солей, другие наоборот поглощают минеральные соединения и превращают их в сложные органические вещества, создавая временные препятствия для минерального питания высших растений. Первый процесс при благоприятных физических условиях является преобладающим и принимает нежелательное направление только при избытке влаги и недостаточной аэрации почвы. Второй процесс, хотя и выводит часть минеральных солей из сферы прямого воздействия корневой системы, однако, имеет и благотворные последствия, так как предотвращает выщелачивание солей в подпочву и в некоторых случаях (а именно при поглощении атмосферного азота) ведет к прямому обогащению почвы ценными, питательными веществами. Органические вещества, происходящие в почве в результате жизнедеятельности микроорганизмов, после их смерти сравнительно легко разлагаются с выделением минеральных солей, а потому временное поглощение минеральных солей микроорганизмами в общем играет тоже положительную роль в экономии природы. А потому чрезвычайно важной задачей культуры является создание благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов в почве. По счастью, микроорганизмы нуждаются в тех же самых внешних условиях—в отношении тепла, влаги, воздуха и зольных элементов, как и высшие растения (исключение составляет только световой фактор, в котором микроорганизмы не нуждаются). Следовательно, создавая благоприятные условия для произрастания культурных растений, мы в то же время обеспечиваем желательное направление и наибольшую интенсивность микробиологических процессов почвы.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ.

Рассматривая условия минерального питания растений, мы в конце предшествующей лекции отметили выдающуюся роль микроорганизмов почвы, подготовляющих своей жизнедеятельностью минеральную пищу для высших растений, и таким образом, незаметно подошли к обширному кругу явлений, относящихся к биологическим факторам произрастания. Насколько тесно связаны химические факторы роста с биологическими, видно из того, что без деятельности микроорганизмов немыслимо было бы восстановление плодородия почвы при помощи того естественного возврата извлеченных из почвы питательных веществ, который совершается в природе без всякого участия человека, благодаря постепенному сгоранию растительных материалов, отчасти при помощи животных, но, главным образом, при участии микроорганизмов. **Минерализация** органических веществ является космической сущностью того длинного ряда превращений, которые претерпевают отмершие растения прежде, нежели подготовят почву для жизни новых поколений высших растений. Животным принадлежит в этом процессе сравнительно весьма скромная доля участия, так как они используют для своей жизнедеятельности лишь легко усвояемые органические вещества — белки, углеводы и жиры, оставляя почти незатронутыми грубые наружные покровы растения (эпидер-

мис, кору, семенные оболочки) и его механические ткани (луб, сосудистые пучки, древесину), по весу значительно преобладающие во всех органах, за исключением семян,—да и в переваренных частях растительных материалов, в результате животного химизма, получаются не минеральные, а тоже органические вещества, главным образом, в виде мочевины, дальнейший распад которой не обходится без участия микроорганизмов. Чтобы показать, в чем выражается влияние животных на процесс минерализации растительных материалов, достаточно сопоставить средний химический состав сухой растительной массы хлебных злаков с средним составом сухой части свежего навоза, напр., конского, в приготовлении которого одинаково участвуют все надземные части злаков.

	Орг. вещ.	Золы	Азота (в форме орг. вещ.)
Хлебные злаки	95	5	1
Свежий конский навоз	85	15	2,5

В результате пищеварительного процесса животных содержание в сухом веществе органических веществ понижается на 10% и настолько же возрастает содержание зольных элементов, т.-е. происходит относительное обогащение растительных материалов минеральными составными частями, выражающееся втрое более высоким содержанием золы. Вместе с тем происходит и относительное обогащение этих материалов азотом (с 1 до 2,5%, т.-е. в 2½ раза).

Однако, и зольные элементы, и азот в свежем навозе находятся в соединениях, далеко еще не доступных высшим растениям, и освобождаются лишь постепенно по мере дальнейшей минерализации при участии микроорганизмов. Если сравнить далее абсолютные количества сухих веществ, уносимых с поля и затем возвращаемых с навозом, то при условиях более или менее нормального навозного удобрения полей (когда 2.400 пуд. сырого навоза или 600 п. сухого вносятся через каждые два оборота трехполья или после снятия четырех хлебных урожаев, общим весом не более 800 пудов) в почву возвращаются примерно около двух третей произведенного урожая (⅓ соответствующая весу зерна, обычно отчуждается из хозяйства). Кроме того, в почве остаются все подземные части растений, составляющие вместе с пожнивными остатками (нижними коленами стеблей, опавшими листьями и осыпавшимися семенами) не менее ⅓ веса урожая надземных частей.

Переработать в минеральные вещества всю массу корней, пожнивных остатков и отбросов животных в виде навоза, вносимого в почву, составляет задачу почвенных микроорганизмов и из одного весового сопоставления того количества материалов, которые минерализуют низшие организмы, с тем количеством материалов, которое обогащают минеральными элементами и азотом животные, легко усмотреть, что на 0,9, если не на 0,99, процесс минерализации совершается благодаря жизнедеятельности микроорганизмов, которым наши культурные растения и обязаны осуществлением на практике—знаменитой теории возврата Либиха. Существенная разница между Либиховским возвратом и естественным заключается однако в том, что микроорганизмы обеспечивают возврат 0,9 минеральных веществ, произведенных растением, притом без внесения в почву посторонних материалов, тогда как Либих настаивал на возврате той небольшой доли минеральных веществ, которые отчуждаются из хозяйства в города, при том непременно в форме искусственных туков, т.-е. материалов, которых прежде не содержалось в почве.

Вторая стадия минерализации растительных материалов происходит при хранении животных отбросов или навоза до их внесения в почву и сопровождается за полгода потерей ½ сухого вещества, связанной с разложением и окислением органических соединений и абсолютной потерей ¼—⅓ части азота, улетучивающегося в атмосферу в форме аммиака и газообразного азота. В результате перепревший навоз отличается от свежего более высоким содержанием зольных элементов, а в некоторых случаях и азота, как можно видеть из следующего сопоставления химического состава свежего и за год перепревшего коровьего навоза (по данным Э. Вольфа).

	Воды.	Сух. вещ.	Золы.	Азота.	Орг. вещ.
Навоз свежий	72,3	27,77	3,9	0,5	23,9
Навоз перепрев. за год	79,8	20,2	7,4	0,4	12,8
Абсол. потеря		66,0%	10%	54%	75%

За год навоз потерял две трети своего первоначального сухого веса, в том числе органических веществ 75%, азота 54% и зольных веществ 10%. В смысле минерализации произошло вдвое более резкое изменение, нежели при пищеварительном процессе, а именно в сухой массе свежего навоза зольные элементы составляли 14%, а в перепревшем навозе 36%, т.-е. произошел прирост в 25% (при пищеварительном процессе минерализация выразилась, как мы видели, в приросте 10% золы). В отношении азота, вследствие его больших абсолютных потерь, произошло только небольшое увеличение относительно содержания в сухой массе (а именно, с 1,6 до 2,1% или на 0,5%).

Третья стадия минерализации растительных материалов протекает уже после внесения навоза в почву и, благодаря лучшей аэрации почвы (по сравнению с навозной кучей или навозохранилищем) и лучшему нагреванию, обычно совершается гораздо быстрей и сопровождается еще более полным сжиганием органических веществ и более сильным накоплением зольных элементов, а также азота, абсолютные потери которого, благодаря поглотительной способности почвы, при отсутствии избытка влаги, сравнительно ничтожны.

Таким образом, почва является во многих отношениях средой, более подходящей для процессов минерализации растительных материалов, гарантирующей более полный возврат потребленных питательных веществ и в то же время усиливающей и многие другие почвенные процессы, благодаря освобождению большего количества углекислоты, этого основного растворителя всех минеральных соединений почвы. Вот почему запашка свежей растительной массы, при, так наз., зеленом удобрении дает иногда (на легких почвах) результаты, превосходящие действие навоза, внесенного в том же количестве (не следует забывать, что с зеле-

ным удобрением обычно вносится только одна четверть—одна треть сухой массы, которая содержится в так наз. нормальном навозном удобрении, так как в таком количестве навоза содержится без малого четыре урожая. Однако, по мере разложения органических веществ способность их к дальнейшему разложению и окислению все более и более ослабевает и потому, несмотря на оживленную деятельность микроорганизмов, образуется в почве нерастворимый неразлагаемый остаток органических веществ в виде гумуса или перегноя, дальнейшая минерализация которого совершается весьма медленно и слабо. Но и этот конечный продукт, как увидим дальше, играет весьма важную роль в почвенных процессах, а потому до некоторой степени оправдывается известная теория А. Тэера, приписывавшая гумусу главную роль в плодородии почвы; существенная поправка к этой теории заключается в том, что гумус сам по себе не представляет питательного вещества и при своей химически инертной природе даже не способен освобождать нужных растениям зольных элементов и азота, но он является важным фактором регуляции физических свойств почвы и, благодаря этому, действительно способствует улучшению и сохранению плодородия почвы. Итак, конечными продуктами неполной минерализации являются гуминовые соединения, между которыми важнейшее значение в химизме почвы и в минеральном питании растений принадлежит гуминовой кислоте, образующей с зольными элементами легко разлагающиеся соли.

В отношении азота—постепенные превращения органических веществ за последние полвека были предметом особенно тщательных микробиологических исследований, в виду громадной космической роли связанного азота. Блестящие открытия Пастера и Бертело, Шлезинга и Мюнца, Гельрителя, Бейринга и Виноградского раз'яснили сложную проблему азотистого равновесия и круговорота азота в природе и доказали, что в различных этапах этого круговорота участвуют микроорганизмы чрезвычайно разнообразные по своей физиологической природе. В этом круговороте наиболее выдающуюся роль играют нитрифицирующие, денитрифицирующие и азотфиксирующие бактерии, из которых первые окисляют аммиачные соединения в азотистую кислоту, а затем в азотную, вторые разрушают азотистые соединения и нитраты с выделением газообразного азота и третьи вызывают синтез белков из газообразного азота, при чем, белки эти, в случае сожительства бактерий с мотыльковыми растениями, используются ими (из корневых клубеньков), или же происходит распадение белков под влиянием микроорганизмов гниения с образованием аммиака, который в свою очередь или прямо используется высшими растениями (древесными породами, луговыми травами), или предварительно нитрифицируется и воспринимается высшими растениями в виде азотнокислых солей. Таким образом, благодаря микроорганизмам почвы, минерализация азота из растительных и животных материалов доводится до конца и в то же время открываются пути прямого обогащения почвы связанным азотом с участием или даже без участия высших растений и этим путем до некоторой степени компенсируются потери азота, неизбежно происходящие при разложении органических веществ. Попутно при изучении микроорганизмов, участвующих в минерализации азота, Виноградским сделано открытие чрезвычайной важности: найдены виды бактерий, обладающие способностью ассимилировать углерод из углекислоты воздуха, т.-е. разрешена загадка о простейших организмах, являющихся связующим звеном между минеральным и растительным царством, и создающих органическое вещество из минеральных солей и атмосферы, подобно зеленым растениям, однако, без участия солнечного света.

Именно нитрифицирующие бактерии оказались способными к ассимиляции углерода из углекислоты воздуха, так как процесс окисления аммиака, как реакция сильно экзотермическая, является источником энергии, достаточным для разложения углекислоты, и следовательно, заменяет собой солнечную энергию, затрачиваемую на тот же процесс зелеными растениями.

Из краткого обзора микробиологических факторов произрастания видно, что ими обусловливается известное равновесие в производстве органических веществ и в их разрушении для питания новых поколений и этим путем достигается постоянство плодородия почвы, как единственного источника минерального питания растений. Но первый фазис развития высших растений требует особых условий питания, не имеющих ничего общего с питанием взрослых организмов, так как до установления прямой связи с почвой и атмосферой растению необходимо построить органы, приспособленные к извлечению и использованию питательных веществ из почвы и из атмосферы, а именно усвояющую корневую систему и ассимиляционную, а так как обе системы не могут сообщаться без посредствующих органов и тканей, то в сущности до начала нормального питания за счет особого резерва готового пластического материала должны быть построены все вегетативные органы растения, хотя бы в минимальном масштабе. Репродуктивные органы—соцветия, плоды и семена—и берут на себя задачу обеспечить питание зародышей и прострение молодых растеньиц—в этот первый как бы утробный фазис развития, при чем эти органы одновременно стремятся обеспечить за новым поколением растений возможно большую площадь и с этой целью вырабатывают возможно большее число семян и снабжают их особыми приспособлениями для сохранения живучести и для более широкого распространения. При этом растения вынуждены до известной степени примирить два противоположных требования—большую численность семян с возможно большим запасом пластического материала в каждом семени, и у различных видов, в зависимости от преобладающих биологических моментов, получает лучшее удовлетворение то одно, то другое требование. Так, например, у табака, мака и многих сложноцветных и зонтичных, мелкость семян компенсируется их необычайной численностью, у верновых злаков и зерновых бобовых, наоборот—при сравнительно малой численности достигается наибольший средний вес семян.

В связи с абсолютным размером семени поэтому находятся и те требования, которые пред'являют растения к внешним условиям развития. Чем мельче семена, тем благоприятней должны быть условия развития в первую стадию, для образования зеленых листьев, т.-е. должны быть сведены до минимума затраты пластического материала на механическую работу и на построение первых органов, а потому такие семена мирятся только с самой поверхностной заделкой и нуждаются в притоке почвенной влаги до самой поверхности; но и крупные семена, допуская более глубокую заделку, дают растения тем более мощные, чем меньше непроизво-

дительные затраты пластического материала на построение подземных органов и на механическую работу по передвижению зачаточных листочков на поверхность почвы, где они под влиянием первых же лучей солнца начинают вырабатывать пластический материал для дальнейшего роста подземных и надземных органов. Чем больше средний вес семени, тем легче растению преодолеть неблагоприятные внешние условия в течение первого фазиса развития и тем меньшее число семян должно быть затрачено на обсеменение, и наоборот—при мелких семенах приходится возмещать неблагоприятные условия, компенсировать более густым посевом, более густым, конечно, по численности семян, а не по их общему весу. Так, напр., на обсеменение одной десятины хлебных злаков затрачивается обычно от 6 до 12 пуд. семян, со средним весом 100 зерен от 20 до 40 гр., другими словами, около 5 миллионов семян, тогда как при обсеменении одной десятины клевером приходится высевать около 10 миллионов семян, содержащихся в 1 пуде при весе 1.000 зерен в 1,64 гр. Если в отношении почвенной влажности в среднем условия складываются тем благоприятнее, чем глубже заделаны семена, то в отношении затраты пластического материала, температуры и аэрации или притока кислорода к прорастающим семенам, наоборот, выгодней более мелкая заделка, и земледельцу приходится в каждом частном случае взвешивать, какой из этих факторов является более важным и решающим успех посева. Не следует, однако, забывать того, что ослабление молодых растеньиц, которое вызывается глубокой заделкой, зачастую отражается на мощности растений чрезвычайно долго, а при неблагоприятных условиях роста не сглаживается даже на урожае. Неравномерная и глубокая заделка семян вполне может быть уподоблена высеву несортированных и мелких семян, ибо она вызывает одни и те же последствия. Если на мощности растений чрезвычайно резко отражается абсолютный вес семян, то то же самое нужно сказать и про влияние глубины заделки. Особенно наглядные результаты получены в опытах Лемана с горохом, семена которого дают наиболее широкие колебания в абсолютном весе. Опыт ставился параллельно при одинаковом весе и при одинаковом числе зерен на делянку (к сожалению, неодновременно, а в 2 последовательных года).

При одинаковом числе (528 зерен на 8,5 кв. м. в 1869 г.).

Вес 1.000 зерен.		Число растен.		Урож. зерна.	
Крупн.	273 гр. (123)	480	(48)	1.814	(121)
Средн.	221 гр. (100)	478	(50)	1.495	(100)
Мелк.	160 гр. (72)	423	(105)	998	(67)

При одинаковом весе (188 гр. на 8.5 кв. м. в 1870 г.)

Число зерен.		Число растений.		Урожай зерна.	
Круп.	384	360	(24)	2.307	(104)
Средн.	530	505	(25)	2.224	(100)
Мелк.	780	680	(100)	1.590	(72)

В этом опыте влияние абсолютного веса семян выразилось резче при высеве одного и того же числа семян, прирост в урожае зерна в случае крупных семян почти пропорционален увеличению среднего веса (по сравнению с семенами средней крупности) и наоборот—убыль урожая в случае мелких семян почти пропорциональна уменьшению среднего веса семян. При высеве одного и того же веса благотворное влияние крупных семян почти парализовано, сильным изреживанием посева (очевидно, не вполне благоприятные внешние условия не позволили растениям использовать слишком большой площади питания), тогда как мелкие семена и при сгущении посева не были способны использовать площади наравне с средними семенами и дали урожай пониженный пропорционально абсолютному весу семян. В смысле полноты всходов оба опыта обнаруживают большую убыль только в случае мелких семян и одинаковую убыль в случае средних и крупных. При испытании того же фактора, т.-е. крупности семян на почве сильно удобренной, влияние его проявилось не так резко, но все же вполне отчетливо и при том не только на количестве урожая, но и на его качестве, т.-е. на среднем весе зерен, в особенности на содержании в нем зерен различной крупности. Точно так не удалось внесением сильного удобрения компенсировать ущерб от употребления мелких семян, и, следовательно, плохие условия утробного питания не могли быть исправлены последующим более сильным питанием взрослых растений. Чтобы судить о влиянии глубины заделки, необходимо учесть количество пластического материала, затрачиваемого на построение более длинных подземных стеблей и на производство лишней механической работы при переносе зачаточных листьев на поверхность почвы. Мерилом может служить—с одной стороны, предельная глубина, при которой на поверхность выходят только единичные растения, с другой стороны—средний вес посевных семян. Так, например, для большей части хлебных злаков, таким пределом является глубина в 10 сант., для кукурузы 15 сант., для клевера и злаковых трав—5 сант. В зависимости от физических свойств почвы эти пределы, разумеется, могут колебаться, но в среднем они все же дают верное представление о значении веса семян.

На ряду с абсолютным весом, жизнеспособность семян зависит от целого ряда других внутренних факторов, определяющих их всхожесть и химический состав; но более подробный разбор этих условий составляет предмет одной из последующих глав курса земледелия (общие приемы полевой культуры).

В данном случае нам остается рассмотреть в общих чертах другой биологический фактор произрастания, а именно способность растений к борьбе за существование, понимая под этим не только прямую борьбу с другими живыми организмами растительного и животного царства, но и способность противостоять вредным внешним воздействиям. И этот биологический фактор находится в неразрывной связи со всеми прежде рассмотренными факторами, так как выносливость взрослых растений в борьбе за существование, очевидно, зависит, прежде всего, от индивидуальной мощности, а следовательно, и от всех тех факторов, которыми она обусловливается, а именно физическими или метеорологическими, химическими и микробиологическими почвенными свойствами, а ближайшим образом и свойствами семян. Но к влиянию этих факторов, как уже рассмотренных, нам нет надобности возвра-

щаться, и здесь мы имеем в виду только внутренние биологические свойства растений, выработанные отдельными видами в процессе приспособления к естественным условиям природы или отдельными сортами и расами—при искусственном отборе и выведении. В этом отношении мы отметим, прежде всего, быстроту развития или продолжительность вегетационного периода, как признак, едва-ли не наиболее важный как в биологическом, так и в сельско-хозяйственном отношении, и в то же время как признак, подверженный наиболее широким колебаниям в пределах одного и того же вида. Быстротой развития и скороспелостью или позднospелостью определяются, как географические пределы возделывания различных видов культурных растений, так и преимущества или недостатки сортов и рас, отличающихся резко различной продолжительностью вегетационного периода. В общем сокращение вегетационного периода влечет за собой и сокращение максимальной производительности, но при неблагоприятных внешних условиях произрастания, напротив, могут оказаться более продуктивными именно скороспелые сорта и виды. Так, например, в нечерноземной полосе России часто наблюдается преимущество сортов культурных растений, происходящих из крайнего севера (рожь, ячмень и овес—из Финляндии, Швеции и Норвегии, клевер—из Пермской губ., тимофеевка—из Вологодской губ.). С другой стороны в черноземной полосе России неоднократно наблюдались неудачи от возделывания сортов с очень продолжительным вегетационным периодом, заимствованных из Западной Европы. В первом случае, т-е. в северной половине России, более короткий вегетационный период является выгодным, благодаря краткости теплого сезона, во втором случае, в черноземной полосе, благодаря сухости лета, препятствующей нормальному вызреванию поздних сортов. Но высшие урожаи, при благоприятных внешних условиях повсюду получаются от сортов, способных к более продолжительному росту, а следовательно, и к более полному использованию световой энергии.

На втором месте по значению — следует поставить засухоустойчивость, как биологический фактор, тесно связанный с наиболее важным физическим фактором, количеством влаги. Известно, что в отношении засухоустойчивости разные виды и сорта культурных растений представляют большие колебания, и это явление проявляется иногда настолько резко, что в засушливые годы обращает на себя общее внимание. Так, например, при полном неурожае ржи, овса, пшеницы—часто получаются вполне удовлетворительные урожаи проса, сорго, кукурузы, картофеля, тыквы, костра, житняка, люцерны и эспарцета.

В пределах одного и того же вида, например, сахарной и кормовой свеклы, яровой пшеницы, кукурузы, клевера и других можно встретить сорта, резко различающиеся в отношении потребности во влаге. До сих пор, правда, при изучении сортов и даже видов культурных растений их засухоустойчивость и водная потребность не подвергалась точному наблюдению и учету, но в ближайшем будущем, в связи с организацией на селекционных опытных станциях систематических работ по сортоведению и по выведению новых сортов, более точное изучение культурных растений в отношении их биологических свойств станет одной из самых очередных и насущнейших задач опытного дела.

На третьем месте по значению, в соответствии со значением внешних факторов произрастания — приходится поставить **зимовыносливость** или морозоустойчивость растений. Этот признак имеет значение не только для многолетних и озимых растений ,но и для многих однолетних, если принять во внимание, как поздно иногда прекращаются весенние заморозки и как рано наступают заморозки осенью. Свободный от заморозков период ставит наиболее тесные рамки для выбора видов и сортов культурных растений, так как именно этими пределами ограничивается их вегетационный период в северных широтах. Если бы при помощи повышения морозоустойчивости удалось раздвинуть эти пределы, то тем самым,несомненно, был бы достигнут и большой выигрыш в продуктивности культивируемых растений.

Следующим признаком, имеющим не маловажное значение в сельско-хозяйственной культуре, является крепость соломы или **устойчивость против полегания.** При рассмотрении светового фактора уже было отмечено, что этот признак находится в зависимости от силы солнечной инсоляции и от взаимного затемнения растений при густом посеве. Но, тем не менее, крепость соломы зависит и от внутренних свойств растений и в пределах одного и того же вида весьма заметно колеблется у различных сортов, а, следовательно, может быть предметом искусственного отбора и селекции. Наиболее поразительным примером успеха селекции в этом направлении может служить выведенный Д. Л. Рудзинским в Петровской Академии штамбовый горох. Надлежащая крепость соломы в данном случае выработана у вида, отличающегося несравненно большей слабостью стеблей, нежели все злаки, и обычно полегающего даже при весьма редком посеве. Едва ли нужно пояснять, что для урожайности и хорошего качества зерна устойчивость растений против полегания в наших северных широтах с избытком влаги, слабым светом и частыми ветрами имеет чрезвычайно важное значение.

Итак для более успешной борьбы с неблагоприятными физическими или метеорологическими факторами необходимо на ряду с усилением мощности растений регулировать продолжительность вегетационного периода, засухоустойчивость, морозоустойчивость и устойчивость против полегания. Эти биологические свойства представляют тем большее значение для культуры, что непосредственное регулирование внешних метеорологических факторов почти недоступно для земледельца, и только косвенным воздействием на почву, как среду, видоизменяющую влияние некоторых метеорологических факторов, ему удается до некоторой степени смягчить или ослабить их вредное влияние.

После краткого обзора биологических факторов, обусловливающих устойчивость растений в борьбе с неблагоприятными физическими факторами или метеорологическими условиями, нам следует перейти к рассмотрению биологических факторов, от которых зависит устойчивость растений в борьбе с неблагоприятными химическими факторами или почвенными условиями.

При обзоре химических факторов было отмечено, что из четырех органогенов, т.-е. главных элементов органических веществ, растения испытывают недостаток только в двух, а именно в кислороде и азоте, при чем влияние этих элементов проявляется только в почве. Недостаток кислорода в почвенном воздухе

вызывается чаще всего пересыщением почвы влагой, а потому главным средством растений в борьбе с избытком влаги — является, на ряду с усиленной транспирацией, снабжение подземных органов воздухоносными тканями и каналами, при помощи которых атмосферный кислород или кислород, выделенный зелеными листьями при ассимиляционном процессе, передается подземным органам, нуждающимся в кислороде,—для процессов дыхания и роста. Особенно поучительные изменения в анатомическом строении подземных органов обнаружены в этом отношении ботаником Швенденером при изучении целого ряда видов осок, различающихся по степени устойчивости против избытка влаги, начиная от сухопутных видов, произрастающих в лесах и лугах (снабженных слаборазвитыми воздушными каналами) и кончая болотными осоками, строение которых по ширине и непрерывности воздушных каналов — напоминает строение водных растений. Известно также, что в смысле устойчивости против избытка влаги — и культурные растения обнаруживают значительные различия, начиная с полуводного растения риса, выносящего продолжительное затопление, и кончая такими засухоустойчивыми видами, как сорго и просо. Но и в пределах одного и того же рода—напр., клевера можно встретить виды сухопутные, как клевер культурный, многолетний, пашенный, горный, виды типичные для влажных лугов и лесов (клевер белый и гибридный) и виды, типичные для заболоченных лугов и торфяных болот.

Насколько культурные растения способны приобретать устойчивость против избытка влаги в почве путем систематической селекции еще не установлено, но этот путь во всяком случае, судя по аналогии с результатами естественного отбора, — вполне возможен и обещает выработку новых рас, лучше приспособленных к неблагоприятным почвенным условиям обширных заболоченных пространств Северной России, тем более что прямая борьба с избытком влаги путем коренной мелиорации на полевых угодьях, представляет громадные трудности и нередко сопровождается чрезмерным понижением почвенной влажности, а следовательно, понижением возможных максимальных урожаев.

Недостаток азота тоже принадлежит к условиям, хотя и устранимым путем внесения соответствующих удобрительных материалов, — однако на практике труднодостижимым, вследствие дороговизны азотистых удобрений. И в этом случае более выгодным средством борьбы с недостатком азота — следует признать непосредственное воздействие на биологическую природу культурных растений, в особенности же введение в культуру видов, отличающихся способностью к использованию атмосферного азота или азота аммиачных и органических соединений. При обзоре микробиологических факторов питания растений мы уже отметили, что новейшими исследованиями физиологов и бактериологов открыт целый ряд различных азотфиксирующих микроорганизмов, способных самостоятельно или в сожительстве (симбиозе) с высшими растениями—переводить газообразный азот почвенного воздуха в форму органических соединений или азотсложных органических веществ в форму аммиачных или азотнокислых солей, при чем и в том и в другом случае достигается нормальное азотистое питание высших растений. Гельригелю удалось выяснить истинную причину благоприятного влияния мотыльковых растений в плодосмене при чем ближайшее исследование клубеньков,

образующихся на корнях мотыльковых, — произведенное Бейринком и Пражмовским, — обнаружило своеобразный вид симбиоза бактерий с цветковым растением; в первую стадию этот симбиоз имеет характер паразитизма (т. е. одностороннего использования высшего растения—хозяина бактерий), но затем по мере гипертрофического развития бактерий — паразитизм принимает обратное направление и переродившиеся бактерии или бактероиды становятся пластическим материалом для питания растения-хозяина.

Казалось странным, что из обширного растительного царства такое в высшей степени полезное биологическое свойство, как способность симбиоза с азотфиксирующими бактериями, является особенностью только одного семейства мотыльковых, которое впрочем именно благодаря этой редкой особенности приобрело на земном шаре исключительно широкое распространение, на ряду со злаками и сложноцветными, не обладая при этом выдающейся репродукционной силой (отличающей, напр., сложноцветные). И поэтому внимание ботаников стали привлекать различные другие виды симбиоза, относящиеся к представителям других семейств. Немецкому ботанику Франку удалось установить, что, многие древесные породы, (напр., из семейства плосконосных, каковы ольха и бук), обладают способностью питаться аммиачными соединениями, благодаря симбиозу с грибками, поселяющимися на корнях (близ растущей вершины корня) и заменяющими при помощи многочисленных разветвлений ризоида (т.-е. ложного корня) корневые волоски дерева.

Способность к усвоению аммиачных солей, повидимому, принадлежит не только многим лесным породам, но и луговым травам в виду того, что на луговых почвах, как и на лесных, нитрификационный процесс протекает весьма слабо или даже совсем отсутствует (быть может в связи с кислой реакцией и слабой аэрацией этих почв), а между тем и древесные породы и луговые травы образуют из года в год громадную растительную массу, не получая никаких других источников азота, кроме органических веществ и аммиачных солей. Попытки искусственной прививки почвам азотфиксирующих бактерий, — производившиеся в Германии и в Америке, до сих пор не дали благоприятных результатов, как и поиски особых видов микроорганизмов, способных к симбиозу с хлебными злаками. Тем не менее эти первые неудачи еще не позволяют признать данный путь исследования безнадежным. По мере того, как ближе будут изучены требования различных азотфиксирующих бактерий и условия их сожительства с высшими растениями, найдутся и такие виды, которые окажутся подходящими симбионтами для растений, не принадлежащих к семейству мотыльковых, и таким образом откроется путь к более полному обеспечению азотистого питания растений, так как одними мотыльковыми — даже при самом широком их использовании для этой цели—все же не удается обеспечить азотом всех других культурных растений.

Переходя далее к биологическим факторам, облегчающим борьбу растения с недостатком зольных элементов, мы остановимся на фосфорной кислоте и кали,—как важнейших питательных элементах, в которых сильнее и чаще всего нуждаются культурные растения. И в данном случае мы встречаемся с очень рез-

ко выраженной неодинаковой усвоящей способностью корневой системы у различных видов культурных растений. Так напр., новейшие исследования проф. Прянишникова и Коссовича по фосфоритному вопросу установили целую шкалу усвоящей способности корней, начиная от люпина, способного нормально развиваться при таком трудно усвояемом источнике фосфорной кислоты, каким являются серые фосфориты, и кончая льном, требующим растворимых солей фосфорной кислоты. Позднейшими опытами проф. Коссовича удалось найти главную причину — неодинаковой усвоящей способности корней, а именно интенсивность процесса корневого дыхания, так как обильно выделяемая корнями углекислота является главным растворителем минеральных солей. Может возникнуть сомнение, не проще ли доставить растениям фосфорную кислоту и кали в усвояемой форме, не вынуждая растения построением богатой корневой системы и форсированным дыханием производить работу растворения, вполне осуществимую техническим путем (напр., переработкой фосфоритов в суперфосфаты). Если подсчитать, какую урожайную массу растениям приходится затрачивать на достижение указанной цели, то действительно такое сомнение может оказаться вполне основательным. Тем не менее—это обстоятельство не мешает с выгодой использовать большую усвоящую способность многих видов культурных растений и попутно при возделывании разнообразных растений, благодаря целесообразному плодосмену, значительно сократить потребность почвы в минеральных удобрениях. На ряду с усвоящей способностью корней в минеральном питании растений—не менее важную роль играет и количественное развитие корневой системы, т.-е. общая длина или усвоящая поверхность корней и в особенности глубина их распространения. В этом отношении особенно резко выделяются многолетние кормовые травы из семейства мотыльковых, а между ними первое место принадлежит люцерне. К сожалению, использование подпочвы—при помощи глубокой корневой системы не может быть достигнуто при возделывании однолетних растений, так как они за короткий вегетационный период не успевают образовать большой корневой системы, а кроме того затрата пластического материала на эту цель при краткости вегетационного периода и одном урожае даже и не оправдывается, так как задерживает развитие других органов и растягивает вегетационный период в ущерб качеству урожая. Кроме того более мощное развитие корневой системы в пахотном слое имеет важное значение в смысле восстановления благоприятной комковатой структуры почвы, а потому на ряду с многолетними растениями, глубоко коренящимися, вполне целесообразно возделывание однолетних растений, хотя и мелко коренящихся, зато сильнее пронизывающих и обогащающих корнями культурный слой. Впрочем и мелко коренящиеся однолетние растения, после продолжительной культуры многолетних трав находят благоприятные условия для более глубокого укоренения и таким образом достигается постепенное увеличение мощности культурной почвы.

В минеральном питании растений, кроме наличности питательных веществ, не маловажную роль играют такие химические факторы, как реакция почвенного раствора (кислого, нейтрального и щелочного), его концентрация и осмотическое давление. И в этом отношении культурные растения проявляют заметные различия, позволяющие им лучше приспособиться к естественным условиям и выделиться поэтому среди других видов более высокой продуктивностью. Так напр., только немногие виды способны мириться с щелочной реакцией почвенного раствора, немногие выносят сильное известкование, другие напротив страдают от кислой реакции раствора. В отношении концентрации и осмотического давления резко выделяются растения, способные произрастать на солонцеватых почвах (напр., житняк, желтая люцерна, твердая пшеница). Повышение солевыносливости культурных растений засушливых районов путем естественного отбора и селекции имеет поэтому важное практическое значение, как это и доказали долголетние работы В. С. Богдана в Самарской губ.

С другой стороны — в районах избыточного увлажнения напротив более ценным, казалось бы, следует признать лучшую избирательную способность корней при слабой концентрации и при низком осмотическом давлении почвенного раствора. Однако в случае применения дешевых средств к увеличению осмотического давления почвенного раствора (напр. внесением растворимых непитательных солей или даже известкованием), та же цель, быть может, с большей выгодой будет достигнута прямым воздействием на неблагоприятные химические условия.

Последнюю группу биологических факторов составляют те внутренние свойства растений, которые играют роль в прямой борьбе их с посторонними организмами животного и растительного царства.

Растения подвергаются нападению уже с первых моментов жизни, т.-е. с обсеменения. Семена, оставшиеся на поверхности или закрытые недостаточно толстым слоем почвы, склевываются птицами, а более крупные семена, напр., гороха и кукурузы, такими смышлеными птицами, как грачи, при недостаточно тщательной заделке, извлекаются из почвы даже после прорастания. Растения борются с этой опасностью исключительно увеличением количества семян, но при культуре такой экстенсивный способ, очевидно, приходится заменить более совершенной заделкой семян, достигаемой при машинном рядовом посеве.

Затем, находясь в почве, семена легко подвергаются нападению плесневых грибков и гнилостных бактерий, благодаря тому, что при продолжительной задержке прорастания в холодной сырой почве в почвенный раствор переходит часть органических веществ семени, представляющих для микроорганизмов подходящий питательный субстрат. Семена, имеющие трудно проницаемую оболочку, как, напр., пленчатые хлеба (овес, ячмень, просо, тимофеевка) в этом отношении подвергаются меньшей опасности, хотя с другой стороны обладают, благодаря той же оболочке, меньшей скоростью прорастания. Во всяком случае семена, от природы снабженные покровной пленкой, не должны высеваться ошелушенными, и при сортировании посевного материала на отделение голых семян должно быть обращено внимание. Точно также следует избегать повреждения оболочки семян и при молотьбе, так как такие семена в сырой холодной почве легко подвергаются заплеснению и загниванию. Кроме того для уменьшения риска от загнивания—семена должны обладать полной спелостью и высшей энергией прорастания, так как незрелые семена, хотя и способны к прорастанию, но

содержат органические вещества в легче растворимых соединениях и обладают более слабой энергией прорастания. В следующей стадии роста—от прорастания до появления зеленых листьев—растения находятся в наиболее критическом, беззащитном состоянии и легче всего подвергаются нападениям паразитных грибов, и потому особенную опасность представляет потребление семян, зараженных спорами грибков (головни, ржавчины, спорыньи), а также обсеменение почвы вскоре после внесения в нее неперепревшего соломистого навоза, обыкновенно изобилующего спорами паразитных грибков. — Протравливание семян представляет вполне надежное средство для предохранения растений от паразитов в наиболее уязвимом молодом возрасте.

В последующих стадиях роста растения сами вырабатывают защитные приспособления, ограждающие их, если не абсолютно, то относительно,—от покушений паразитов и вредителей.—К числу таких приспособлений относится анатомическое строение покровных тканей, отложение в них лигнина, пробки, воска, кремнекислоты, извести, щавелевой и муравьиной кислоты, эфиров и пр. Благодаря таким изменениям в анатомическом стремлении покровных тканей—растения главным образом приобретают большую устойчивость против грибных болезней, но отчасти ограждаются и от некоторых вредителей животного царства. При селекции культурных растений в настоящее время принимаются во внимание все эти анатомические особенности, тем более что техника еще не выработала надежных способов прямой борьбы с паразитными грибками или лечения заболевших растений. Как в медицине и ветеринарии, так и в фитопатологии—центр тяжести должен быть перенесен в область санитарии и гигиены, т.-е. сводиться к предупредительным мерам и в особенности к мерам, укрепляющим индивидуальную мощность растения.

Особую группу врагов культурных растений представляют дикорастущие виды местной флоры, или т. н., сорные растения, обладающие во многих отношениях преимуществами в биологических свойствах и лучшей приспособленностью к местным естественным условиям. Быстро растущие широколиственные виды культурных растений наиболее успешно справляются с сорными травами, лишая их прежде всего света, а потому для очистки особенно сильно засоренных земель—рекомендуются густые посевы (по свежему удобрению) вики с овсом, гречихи, шпергеля, рапса, уборку которых на зеленый корм или запашку на зеленое удобрение следует производить в момент наиболее пышного развития, отнюдь не дожидаясь их вызревания. При выработке специальных приемов борьбы против отдельных видов наиболее злостных сорняков—приходится исходить из возможно более детального изучения (в местных условиях) их биологических особенностей, а затем принимать во внимание и биологические свойства и способы возделывания тех культурных растений, которым предстоит бороться с этими сорняками. Поэтому кроме самых общих принципов—не может быть дано шаблонов для борьбы даже с вполне определенными видами сорных растений; способы борьбы должны видоизменяться в зависимости от местных естественных условий и в зависимости от видов и способов возделывания культурных растений.

Остается еще упомянуть о взаимной конкуренции особей внутри одного и того же вида культурных растений. В этом отношении—даже при весьма тщательном сортировании семян и равномерном посеве,—не удается вполне устранить больших колебаний в индивидуальной мощности взошедших растений, что в свою очередь ведет к дальнейшему подавлению слабых растений более сильными, и в результате получается более изреженный и неравномерно вызревающий посев, ослабленный лишней конкуренцией растений внутри одного и того же вида. Такое явление выступает особенно при условии чрезмерного сгущения посева и может быть устранено только при помощи удачного выбора густоты посева в соответствии с прочими условиями произрастания. На ряду с влиянием биологических свойств семени и внешними условиями—тут приходится еще считаться с неоднородностью в биологическом отношении не только в пределах одного и того же вида культурных растений, но и в пределах одного и того же сорта, если последний является не продуктом индивидуальной селекции, а продуктом естественного или массового отбора. При изучении т. н. «местных» сортов селекционные станции всегда обнаруживают необычайное разнообразие ботанических форм, и этому разнообразию морфологических признаков несомненно соответствует еще большее разнообразие в биологических свойствах, которые, хотя и не видимы на глаз, но в природе ведут к постоянной изменчивости «местных» сортов и к преобладанию то одних, то других ботанических форм в зависимости от изменения внешних физических и химических факторов произрастания, из года в год в одном и том же месте или при возделывании в различных местах.

До некоторой степени такую пестроту местных сортов можно рассматривать как выгодное биологическое свойство, представляющее как бы средство взаимного страхования, при наступлении неблагоприятных внешних условий, которые в одном случае могут требовать от культурного растения одних биологических свойств, в другом случае—свойств почти противоположных. Полная однородность сорта в биологическом отношении при крайней изменчивости внешних условий произрастания во многих случаях оказалась бы в несоответствии с этими условиями. Только путем глубокого изучения всех требований, пред'являемых к культурному растению в данной естественно-исторической обстановке,—может быть правильно оценено направление односторонней селекции. Пока такое изучение не закончено, нельзя ожидать от селекционных сортов больших преимуществ перед смешанными пестрыми «местными» сортами, представляющими результат долголетнего естественного отбора, а потому и не удивительно, что так часто наблюдаются неудачи от введения высококультурных селекционных сортов и преимущество оказывается на стороне туземных.

ЗАКОНЫ ДЕЙСТВИЯ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ.

До сих пор мы рассматривали значение вегетационных факторов **в качественном** отношении. Для более точного учета действия вегетационных факторов, взятых в отдельности и в различных сочетаниях, необходимо обратиться к рассмотрению **количественной** стороны их действия. Физиологи за-

нимались почти исключительно установлением количественных взаимоотношений между вегетационными факторами и отдельными физиологическими процессами, (прорастанием семян, ростом корней или стеблей, разложением углекислоты, дыханием, транспирацией и проч.). При этом обнаружилось, что для всех процессов, без исключения, существует одна и та же закономерность в количественном действии вегетационных факторов, как физических, так и химических, выражающаяся в том, что всякий физиологический процесс совершается, начиная с известного минимума вегетационного фактора, и по мере возрастания вегетационного фактора действие его сопровождается быстрым, почти пропорциональным усилением энергии процесса, но затем действие это постепенно ослабевает и достигает наибольшего напряжения или оптимума физиологического процесса. При дальнейшем наростании вегетационного фактора—процесс или очень быстро совсем прекращается (наступает максимум для данного фактора) или в лучшем случае держится на одном и том же уровне. Для иллюстрации приведем данные, характеризующие эти два главных типа количественного соотношения между вегетационными факторами и физиологическими процессами: а именно 1) влияние интенсивности солнечной инсоляции на разложение углекислоты (по опытам К. А. Тимирязева), представляющее тип без максимума, 2) влияние температуры на развитие ячменя (по опытам Гельригеля), представляющее наиболее распространенный тип с резко выраженным оптимумом; и в 3) влияние влажности почвы на развитие ячменя (по опытам Гельригеля), с кривой того же типа.

I. Влияние интенсивности солнечной инсоляции.

Градации света в % % от прямого	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Количество разложенной углекислоты в % %	40	65	80	90	95	100	100	100	100	100

II. Влияние температуры на развитие ячменя.

Температура почвы	10°	15	20	25	30	40
Урожай зерна ячменя	180	344	367	420	350	36
Тоже в % % от оптим.	43%	82%	90	100	83	63%

III. Влияние влажности почвы на развитие ячменя.

Влажность почвы в % % от влагоемкости	5	10	20	30	40	60	80
Урожай зерна ячменя	0	3,3	7,7	9,7	10,5	10,0	8,8
Тоже в % % от опт.	0	31	73	92	100	95	84

Такого же характера данные получаются и для главнейших химических факторов—кислорода, азота, фосфора и кали.

И так, наличность трех предельных величин — минимума, оптимума и максимума — составляет основную и важнейшую особенность действия всех физических и химических вегетационных факторов. Действие биологических факторов, — несомненно, тоже подчиняется этой общей закономерности и если количественно еще не удалось установить для них трех предельных величин, то только потому, что биологические факторы не так легко поддаются изолированию и учету, как факторы физические и химические. Простейший из биологических факторов — абсолютный вес семени, более других по своему значению и действию приближающийся к действию питательных веществ, — обнаруживает пропорциональности с мощностью растения только в известных пределах, зависящих от потребности растения в пластическом материале при данных внешних условиях развития; при дальнейшем возрастании абсолютного веса — мощность растений или остается на уровне оптимума или даже сокращается, вследствие того, что избыток резервных веществ в семени сопровождается подавлением зародыша, ослаблением его энергии жизнеспособности, подобно тому, как у слишком упитанных животных ослабевает воспроизводительная способность; с другой стороны, существует, очевидно, такой минимум абсолютного веса семени, при котором растение неспособно пробиться к свету с своими зачаточными листочками. И таким образом, для данного биологического фактора не трудно установить такую же кривую действия, как для любого питательного элемента.

Второй из рассмотренных нами биологических факторов — продолжительность вегетационного периода — тоже подчиняется закону минимума, оптимума и максимума, ибо с сокращением вегетационного периода неизбежно сокращается произведенная растением масса органического вещества, а с удлинением вегетационного периода дальше оптимума — наступают внешние условия, которые могут не только ослабить, но и совсем прервать жизнь растения (суховей, осенние заморозки) иногда раньше, нежели растение успело образовать семена. Само собой разумеется, что данный биологический фактор находится в полной зависимости от всей совокупности прочих факторов произрастания, а потому минимумы, оптимумы и максимумы его действия не представляют чего-либо постоянного, изменяясь для каждого вида и сорта и для каждой новой комбинации вегетационных факторов.

Такие же соображения нужно применить и к ряду других биологических факторов, определяющих жизнеспособность растения в борьбе с неблагоприятными внешними влияниями. Каждый полезный признак может дать оптимум полезного действия только при известной средней степени, — при ослаблении же этого признака, как и при чрезмерном усилении — развитие растения подавляется или становится совершенно невозможным. Так, напр., засухоустойчивость есть признак желательный только в известной средней степени, соответствующей средним условиям влажности; при более резком проявлении этого признака развитие растения без нужды ограничивается или обрывается, так как механизм засухоустойчивости по существу сводится к подавлению физиологических процессов, напр., транспирации, с чем неразрывно связано ограничение газообмена, а следовательно и ассимиляционного процесса. Если этот механизм в своем действии заходит слишком далеко, то засухоустойчивость вместо положительного влияния

окажет отрицательное, т.-е станет вредным признаком, тогда как являлся полезным до известной средней степени, составляющей для данной совокупности условий — оптимум. С другой стороны, малая засухоустойчивость может, напротив, привести к полной гибели посева, и тогда обнаружится минимум засухоустойчивости. Кроме того, нельзя упускать из виду также тех качественных изменений, которые вызываются в растениях по мере их приспособления к неблагоприятным внешним влияниям или в обороне от паразитов и вредителей. Все эти приспособления обычно представляют лишнюю затрату пластического материала и ухудшают качества произведенного урожая, а потому—с ними приходится мириться лишь постольку, поскольку они действительно необходимы при данных условиях произрастания. Чем благоприятней эти условия, тем более излишними и невыгодными являются регрессивные биологические свойства растения. А потому неудивительно, что каждому району — приходится вырабатывать свои сорта и расы культурных растений, приспособленные к местным условиям, а не заимствовать их ни из более благоприятных, ни из более суровых условий.

Очевидно также, что селекция не должна себе ставить таких целей, которые могут быть с большей выгодой достигнуты прямым улучшением внешних условий при помощи коренной мелиорации, механической обработки и удобрения, а с другой стороны — было бы не менее ошибочно — вырабатывать у культурных растений слишком высокую продуктивность, недостижимую при данных естественных условиях несмотря на все культурные улучшения. Такое одностороннее направление селекции уже во многих случаях давало результаты, обесценивавшие всю затраченную долголетнюю и кропотливую работу. Селекционер должен исходить в своей работе из правильной оценки той равнодействующей вегетационных факторов, которая определяет при данных местных условиях и при рациональной культуре наиболее выгодные биологические свойства и максимальную возможную производительность сорта.

Нелегко, разумеется, сделать такую оценку, особенно в том случае, если местные естественные условия еще недостаточно глубоко изучены, а вместе с тем не выработаны и приемы рациональной культуры. Поэтому-то селекционная работа и выбор подходящих сортов вполне естественно составляют не первый, а один из последних этапов — в улучшении техники полеводства.

И в действительности наблюдается, что только с под'емом общего уровня культуры—становится выгодным применение высоко-культурных селекционных сортов, тогда как в условиях примитивной культуры лучшие результаты достигаются от возделывания неподвергавшихся систематическому улучшению туземных сортов, успевших путем естественного отбора приспособиться к господствующим тяжелым условиям произрастания. С улучшением физических и химических факторов роста значение туземных сортов существенно изменяется, они уже не оправдываются по своей низкой продуктивности и должны уступить место высоко культурным расам, выведенным путем систематического индивидуального отбора и способным к производству более высоких урожаев лучшего качества.

Рассматривая действие каждого вегетационного фактора в отдельности, мы постоянно встречаемся с невозможностью изолировать это действие от влияния других сопутствующих факторов, а именно: этой неразрывной связью всех вегетационных факторов обыкновенно об'ясняется то, на первый взгляд странное, явление, что оптимум действия достигается значительно раньше возможного максимума, то-есть фактор без видимой причины как бы прерывает свое действие или даже извращает его в обратную сторону. Так действует избыток света, избыток тепла, избыток влаги, избыток питательных веществ. В чем же заключается вредное влияние избытка? Ведь зачастую этот избыток сам по себе не представляет опасности для жизни растения, и вредное его влияние проявляется только потому, что ему не сопутствует какой-либо другой необходимый вегетационный фактор. Лучшим наиболее наглядным примером в этом отношении является действие почвенной влаги, которая могла бы и при 100% влагоемкости вызвать полезный эффект, если бы не нарушался в почве газообмен, если бы не проявился в почве недосаток кислорода.

Точно также не могло бы возникнуть вредного влияния избытка питательных солей, если бы не примешивалось влияние недостатка влаги, вредное действие повышенной концентрации почвенного раствора, нарушающей поступление солей в корни и вызывающей даже отрицательное осмотическое давление, то есть переход солей из клеток растения в почвенный раствор. По существу такой характер действия вегетационных факторов вызывается, следовательно, ничем иным, как неразрывной связью и **равноценностью** всех факторов произрастания, и потому избыток одного фактора при отсутствии или недостатке другого является не только бесполезным, но даже вредным. Эта законосообразность была впервые установлена Ю. Либихом в его знаменитом сочинении «Основы агрономической химии», вышедшем в 1855 году и заканчивавшемся 50 тезисами.

21-й тезис Либиха гласит: «Необходимые для растения питательные вещества равноценны, то-есть, если одного какого-либо из этих веществ недостает, растение развиваться не может». И затем тезис 40-й: «Если одного из необходимых питательных веществ недостает или имеется меньше, чем нужно, то растение или совсем не развивается, или развивается ненормально. Питательное вещество, находящееся в полном или частичном недостатке, делает все остальные питательные вещества бесполезными, недействительными». И, как логический вывод, отсюда вытекает тезис 41-й: «Если недостающее питательное вещество будет внесено в почву или образуется в ней из нерастворимого запаса, то и все остальные питательные вещества снова получают свою питательную силу. Благодаря отсутствию или недостатку одного какого-либо необходимого питательного вещества и при наличности всех других почва становится неплодородной и начинает снова давать хорошие урожаи только после того, как недостающее питательное вещество будет внесено в почву в достаточном количестве и в надлежащей форме». Эти тезисы выражают сущность того, что в земледелии принято называть законом минимума, т. к. они с полным правом могут быть распространены не только на все питательные вещества, но и на все физические и биологические факторы произрастания. Закон минимума, провозглашенный Либихом в отношении питательных элементов, в настоящее время формулируется в следующем общем виде: «Высота урожая определяется тем вегетационным фактором, который наименее всего благоприят-

ствует развитию растений или имеется в относительно наименьшем количестве». Для иллюстрации этого закона Добенек предложил изображать вегетационные факторы в виде клепок бочки неодинаковой высоты, при чем уровень воды в бочке, соответствующий высоте урожая, будет находиться в зависимости от высоты наименьшей клепки. Гейнрих характеризует закон минимума следующим примером:

Если почва содержит:

азот в колич., достаточном для урожая в 45 пудов.
фосфорную кислоту » » » » » » 75 пудов.
кали » » » » » » 90 пудов.
известь » » » » » » 150 пудов.

то урожай не повысится выше 45 пуд. при внесении ф. к., кали и извести, но зато при внесении азота повысится до 75 пуд., при внесении азота и ф. к.—до 90 пуд. и при внесении азота, ф. к. и кали до 150 пуд.

Экспериментальную иллюстрацию закона взаимодействия нескольких вегетационных факторов представляют некоторые опыты Вольни. Он изучал, напр., совместное влияние на урожай рапса—удобрения и влажности почвы.

Урожай зерна ярового рапса (7 растен. в граммах).

Влажность	10%	20%	40%	60%	80%	100% влагоемкости.
Почва удобрения:	1,3	5,2	11,2	21,2	15,2	3,2.
Почва неудобренная:	0,4	1,2	3,6	6,0	4,8	1,6.
Эффект удобрения:	+0,9	+4,0	+7,6	+15,2	+10,4	1,6.

В обоих случаях—как при удобрении, так и при отсутствии удобрения, оптимум влажности оказался при насыщении почвы до 60 проц. от полной влагоемкости почвы и эффект удобрения, выражающийся в приросте урожая, подчиняется той же законосообразности, т.-е. достигает максимума для оптимальной влажности. В то же время опыт показывает, что оба фактора (влага и удобрение) являются равноценными и не могут заменить или восполнить друг друга, хотя в действительности фактор «влага» гораздо чаще бывает в минимуме, чем фактор «удобрение» и потому последнее может быть с выгодой применено лишь при достаточном обеспечении растения влагой. На урожае соломы также законосообразность выражена в опыте Вольни совершенно в том же смысле, как на урожае зерна, а именно:

Урожаи соломы ярового рапса при

(7 растен. в грам.)	10%	20%	40%	60%	80%	100% влагоем.
Почва удобренная:	10,0	14,0	30,8	51,2	37,2	10,8
Почва неудобренная:	2,8	6,0	13,2	26,0	23,6	10,0
Эффект удобрения:	+7,8	+ 8,0	+17,6	+25,2	+13,6	+ 0,8

При недостатке влаги удобрение часто не только не дает приростов урожая, но даже может вызвать понижение, вследствие вредного влияния слишком большой концентрации почвенного раствора.

Другой опыт Вольни иллюстрирует совместное действие трех факторов—света, влажности и удобрения.

Об'ектом опыта служила яровая рожь (в сосуде 7 растений), влажность испытывалась в трех градациях на неудобренной почве и при оптимальной градации на удобренной почве, свет регулировался частичным затенением.

Урожай зерна 7 растений яровой ржи в граммах:

Без удобрения	—20%	—40%	—60%;	с удобр. 60% от влагоемкости
Полный свет	—4,1	—8,1	—11,9	18,4.
Средний свет	—3,3	—6,6	—10,0	13,0.
Слабый свет	—2,2	—5,9	—7,3	6,9.

Урожаи соломы:

Полный свет	—6,9	—23,9	—28,4	40,0.
Средний свет	—6,2	—15,2	—17,4	22,0.
Слабый свет	—6,6	—12,6	—13,5	15,4.

И в этом опыте максимальный эффект удобрения (плюс 6,5 гр.) получен при сочетании оптимального освещения с оптимальной влажностью: при слабом свете замечается даже убыль в урожае зерна от удобрения. Вольни формулирует вывод из этих опытов в следующих выражениях: «продуктивность культурных растений и в количественном отношении зависит от того вегетационного фактора, который находится в минимальном или избыточном (максимальном) количестве». Рациональная культура должна основываться на правильной оценке тех вегетационных факторов, которые находятся при данных естественных условиях в минимуме, и сводится к устранению этих минимумов. Опытные учреждения, обслуживающие определенные естественные районы, и стремятся поэтому прежде всего ориентироваться в количественном соотношении важнейших вегетационных факторов, чтобы на этом фундаменте строить рациональную культуру применительно к условиям своего района. Многочисленные наблюдения и опыты, производившиеся за последние полвека, при самых разнообразных условиях, уже выяснили важнейшие особенности отдельных районов в смысле относительного значения отдельных вегетационных факторов. Так, напр., в черноземной полосе России опытные учреждения установили наибольшую зависимость урожая от почвенной влажности, которая там и признается важнейшим фактором произрастания, т. е. фактором, который во всей черноземной полосе России обыкновенно находится в первом минимуме.

Однако, этот общий вывод не исключает случаев, когда в первом минимуме оказывается целый ряд других факторов, напр. при удачном распределении осадков—урожаи могут оказаться в зависимости от состояния плодородия почвы и, так как использование благоприятных метеорологических условий особенно выгодно для земледельца, то он должен заранее обеспечить посевы таким удобрением,

которое позволит при благоприятной погоде достигнуть максимальных урожаев и максимального эффекта удобрения. Таким образом, на ряду с прямым воздействием на фактор, находящийся в первом минимуме, хозяину необходимо приготовиться к регулированию и всех других факторов, находящихся во втором, третьем, четвертом минимуме, т.-е. считаться с действием всех тех вегетационных факторов, которые под влиянием разнообразных случайных причин могут оказаться в минимуме. На ряду с регулированием почвенной влажности и почвенного плодородия необходимо заботиться всегда и о регулировании биологических факторов, благодаря которым как бы достигается страхование посевов от всех случайностей атмосферных влияний и от всевозможных повреждений и болезней, страхование тем более необходимое, что прямым воздействием на почву земледельцу далеко не всегда удается обеспечить посевы оптимальным количеством физических факторов.

СПОСОБЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ.

В физиологии растений действие вегетационных факторов изучается порознь в отношении отдельных физиологических процессов и при том более или менее в искусственной обстановке и в течение коротких периодов или отдельных моментов. Таким способом изучения, очевидно, нельзя подойти к выяснению роли вегетационных факторов в естественных условиях, так как в природе все факторы находятся в неразрывной связи и в постоянном взаимодействии, не говоря уже о том, что в земледелии—имеет значение конечный результат всей жизни растения—продуктивность в виде количества и качества урожая, а не отдельные физиологические процессы. Дальнейшим шагом в изучении вегетационных факторов в обстановке, более приближающейся к естественным условиям произрастания культурных растений, является т. н. вегетационный метод, заключающийся в выращивании растений в искусственных средах—с точным регулированием и учетом факторов в течение всего вегетационного периода и с определением количества и качества урожая. При помощи этого метода, особенно тщательно разработанного немецкими физиологами и агрикультурхимиками—Кнопом и Ноббе—в отношении «водных» культур, Гельригелем—в отношении «песчаных», Вольни и Вагнером—в отношении «почвенных» культур,—удалось раз'яснить множество основных вопросов о действии вегетационных факторов в более сложной обстановке, во многих отношениях приближающейся к естественным условиям. И тем не менее даже вегетационный метод не давал возможности выяснить роли вегетационных факторов в том виде, в каком они проявляются в природе, вследствие чего не все выводы, полученные при помощи вегетационных опытов, могли быть распространены на обычные условия возделывания культурных растений. Прежде всего—вегетационный метод естественно видоизменял действие физических факторов произрастания, т.-е. действие света, тепла, влаги и аэрации почвы, так как растения обыкновенно выращивались в сосудах (стеклянных или цинковых), выставленных на открытый воздух на столах и платформах вагонеток, при помощи ежедневной поливки влажность почвы поддерживалась на одном и том же уровне, предохранялись от дождя и ветра, с этой

целью во время бурь и ненастия, а также ночью, с вагонетками вкатывались под стеклянную крышу теплиц или вегетационных домиков—в результате растения пользовались гораздо большим количеством тепла и влаги, чем в природе, а вместе с тем и большим количеством питательных веществ (независимо от их внесения в виде питательных солей или удобрительных материалов) так как благодаря более высокой температуре почвы, благодаря благоприятной влажности и сильной аэрации (неизбежно вытекающей из постоянного газообмена в связи с резкими суточными колебаниями, не только температуры, но и запаса влаги),—почвенные процессы, как химические, так и микробиологические, совершались в сосудах несравненно интенсивней, чем в естественных условиях. Только в отношении одного физического фактора, и именно света—вегетационный метод не давал возможности поставить растения в более благоприятные условия, в виду невозможности искусственного увеличения количества солнечного света и непригодности для растений других источников света (напр., электрического, лучи которого принадлежат преимущественно фиолетовой половине спектра, т.-е. мало полезны для ассимиляционного процесса). И если действие света все же служило предметом опытного исследования, то количество света по необходимости регулировалось исключительно в сторону ослабления света, тогда как несравненно больший интерес в наших широтах представляло бы изучение более продолжительного освещения, т.-е. увеличения количества света. Не удивительно поэтому, что именно в отношении важнейшего физического фактора произрастания, т.-е. света, мы до сих пор не имеем ясного представления о том, получают ли растения в наших широтах достаточное количество света и не обусловливается ли высокая продуктивность растений в некоторые годы именно более благоприятными условиями освещения. Даже точные физиологические эксперименты К. А. Тимирязева не могли исчерпать вопроса о действии наиболее сильной солнечной инсоляции и этим, быть может, об'ясняется особый характер его диаграммы, выражающей зависимость ассимиляционного процесса от интенсивности солнечного света, а именно—отсутствие максимума инсоляции, при котором прекращался бы процесс ассимиляции и хотя бы замечалось ослабление процесса после оптимума, наступавшего уже при половинной инсоляции. В отношении регулирования теплового фактора—вегетационный метод далек от совершенства, так как не говоря уже о сложности и громоздкости приспособлений, поддерживающих определенную постоянную температуру в культурах, при постановке подобных опытов невозможно освободиться или от побочного влияния ослабленного света (если растения выращиваются под стеклянными колоколами или в оранжерее) или от побочного влияния слишком влажной атмосферы. Поэтому вполне понятно, что до настоящего времени—число опытов по вопросу о влиянии теплового фактора (и в частности по вопросу о действии низких температур)—весьма невелико и опыты эти только в самых общих чертах устанавливают зависимость развития растений от температуры (опыты Гельригеля по данному вопросу мы раньше уже цитировали). Между тем так наз. морозоустойчивость растений заслуживала бы, несомненно, более подробного изучения, в особенности в отношении озимых и многолетних растений.

Наконец и третий физический фактор—влажность почвы—при вегетационном методе трудно поддается регулированию в тех широких пределах, в каких она

колеблется в природе. Вегетационный метод, благодаря лучшим условиям аэрации почвы, не обнаруживает, напр., резко отрицательного влияния избытка влаги, так часто наблюдаемого в северных широтах, а с другой стороны, повидимому преувеличивает вредное влияние низкой влажности, вследствие чрезмерного сокращения об'ема корневой системы и абсолютно слишком малого запаса влаги в сосудах (емкостью в 3—5 кило почвы при глубине, обыкновенно не превосходящей глубины пахотного слоя).

Несовершенство вегетационных опытов в отношении изучения водного фактора вытекает из того, что вегетационный метод создает с одной стороны более благоприятные условия тепла и аэрации почвы, а с другой, подавляет именно те биологические свойства растения, которые играют роль в борьбе с недостатком влаги, т.-е. как бы понижает естественную засухоустойчивость растений. Если таким образом вегетационный метод не позволяет ближе изучить действия физических факторов произрастания,—по крайней мере с сохранением той взаимной связи этих факторов, которые так характерны для природной обстановки, то остается выработать новые методы изучения физических факторов в более или менее неизменной естественной обстановке. Этой задачей, как известно, за последнее время занималась сельско-хозяйственная метеорология, более других наук заинтересованная во всестороннем выяснении роли климатических факторов в жизни растений. К сожалению, и сельско-хозяйственная метеорология до настоящего времени не выработала вполне удовлетворительных методов, так как она не располагает точными способами и приборами для учета вегетационных факторов (света, тепла, враги), о чем в своем месте уже было сказано, а во вторых, не имеет возможности получать вполне сравнимых данных о развитии и урожайности растений, так как к влиянию метеорологических факторов неизбежно примешивается целый ряд химических и биологических факторов, не говоря уже о невозможности соблюдения полного тождества в приемах возделывания растений, что весьма заметно отражается на результатах опыта.

Инициатором полевых опытов по сельско-хозяйственной метеорологии у нас является известный метеоролог проф. Броунов, и благодаря его инициативе, программам и инструкциям—многие русские опытные учреждения занялись постановкой полевых опытов с параллельным учетом метеорологических факторов и с течением времени при сохранении одних и тех же приемов культуры и способов наблюдений, несомненно, этот метод дает ряд новых и важных выводов по вопросу о роли климатических факторов в жизни культурных растений. Дальнейший шаг в усовершенствовании метода изучения физических факторов—представляет метод периодических определений прироста сухого вещества растений, мною выработанный на Шатиловской опытной станции в 1900 году; этот метод позволяет построить для всех наблюдаемых культур кривые роста или кривые приростов и путем сопоставления этих кривых с ходом метеорологических факторов ближе изучить влияние последних на развитие растений (урожай в этом отношении является слишком грубым мерилом, отражающим на себе совокупность многочисленных влияний за весь вегетационный период.)

Впрочем и этот метод требует строгого соблюдения тождества культурных приемов, что достигается сравнительно легче, чем при полевой культуре, при помощи опытов на небольших делянках, с ручной обработкой, ручным посевом, ручной уборкой и т. д. Влияние химических и биологических факторов, если не вполне устраняется при этом, то во всяком случае поддается более точному наблюдению и может быть учтено при помощи ряда поправок (напр., на изреживание и повреждение посева вредителями и болезнями). Наиболее точным методом для изучения метеорологических факторов нужно признать лизиметрический, представляющий переход от точного полевого опыта (мелкоделяночного) к вегетационному опыту. Лизиметрами называются ящики или цилиндры более или менее значительных размеров (как по поверхности и об'ему, так и в особенности по глубине), наполненные почвой и подпочвой, по возможности с сохранением их естественного сложения, служащие обыкновенно для учета и химического анализа просачивающихся атмосферных осадков (или дренажных вод), при чем для изучения влияния растительного покрова лизиметры засеваются различными культурными растениями, а для изучения влияния почвы наполняются почвами различных типов. Преимуществом лизиметров по сравнению с вегетационными опытами является более полное сохранение естественных почвенно-метеорологических условий, в отношении к свету, теплу и влаге, а также в отношении аэрации, микробиологических и химических процессов; по сравнению же с полевым опытом лизиметры представляют то преимущество, что позволяют соблюсти тождество всех культурных условий почти с такою же строгостью, как при вегетационных опытах, при чем облегчается учет многих факторов (напр., учет прихода, расхода и общего запаса влаги в любой момент).

Неудобством лизиметров является их громоздкость и дороговизна, вынуждающая или чрезмерно сокращать их число (при поверхности в один кв. метр. и глубине в 1 метр лизиметры уже с большим трудом поддаются взвешиванию на специальных весах с блоками и палиспастами, как напр., на Бромбергской опытной станции в Германии) или же приходится сокращать их размеры (обычно взвешиваемые лизиметры имеют поверхность дождемера, т.-е. 500 кв. сант.), как по об'ему, так и по глубине (наполнение лизиметров глубже 1-го метра представляет большие технические трудности).

Между тем надежные данные при лизиметрических опытах могут быть получены так же, как и при полевых и вегетационных опытах, только при повторности или контроле одноименных культур; и если в полевом опыте обыкновенно удовлетворяются двух-трех-четырех-кратной повторностью одноименных делянок, а при вегетационных опытах, благодаря их большей точности, обыкновенно соблюдается только двукратная повторность, то и в лизиметрических опытах, благодаря неоднородности почвы в естественном сложении и трудности однообразного снаряжения больших лизиметров, следовало бы в отношении повторности приблизиться скорей к полевому методу, нежели к вегетационному. Требование это, к сожалению, по техническим условиям, обыкновенно не соблюдается, а потому и точность лизиметрических опытов пока значительно уступает точности вегетационных опытов. Но несмотря на все несовершенство постановки лизиметрических опытов и малочисленности таких опытов, они все же дали чрезвычайно ценные выводы по многим вопросам, напр., по вопросу о влиянии растительного покрова на баланс влаги в почве (исследования проф. Эбермайера и Вольни), исследования

азотного баланса в почве (проф. Вольфа в Германии и проф. Дегерена во Франции), исследование почвенного воздуха и количества углекислоты, выделяемой корнями растений (проф. Баракова в Ново-Александрийском Институте). Все эти важные выводы едва ли могли бы быть получены при полевых и вегетационных опытах, и во всяком случае потребовали бы несравненно более сложных приспособлений и более продолжительных наблюдений.

В том случае, когда задачей опыта является изучение вегетационных факторов без отношения к приемам культуры, методы физиологический, вегетационный и лизиметрический могут оказаться вполне целесообразными и точными: но для земледелия представляют особый интерес те изменения вегетационных факторов, которые обусловливаются теми или другими приемами культуры. В этом случае ни один из этих методов не гарантирует правильных выводов, прежде всего потому, что не гарантирует точного воспроизведения тех условий, которые наблюдаются в природе. Единственным методом для изучения зависимости вегетационных факторов от приемов культуры остается поэтому полевой опыт и современное опытное дело, в особенности в России, посвятило усовершенствованию этого метода особенно большое внимание. Недостатки примитивного полевого опыта в той форме, в какой его применяет всякий любознательный хозяин, заключается, главным образом, в следующих моментах: 1) для того, чтобы судить о влиянии испытуемых приемов культуры, необходимо уравнять сравниваемые посевы в отношении всех прочих условий, а это требование при крайней неоднородности почвы и при неравномерном воздействии атмосферных и в особенности биологических факторов произрастания —почти невыполнимо, как при малых, так и в особенности при больших делянках; 2) один и тот же культурный прием может давать из года в год резко различные и даже противоречивые результаты, а потому невозможно ограничиваться опытами одного года и приходится один и тот же опыт повторять в течение нескольких лет, чтобы получить более или менее устойчивое и верное среднее; 3) для правильной оценки культурных приемов необходимо получить данные не только о средней урожайности сравниваемых посевов, но и данные об условиях развития растений, т. е. произвести учет метеорологических и почвенных условий, а также тех биологических моментов, которые могли оказать существенное влияние на результаты опыта; 4) для об'яснения полученных результатов необходимо возможно глубже проникнуть в изучение вегетационных факторов, как они складываются в полевой обстановке и как они отражаются на развитии растений и на ходе почвенных процессов, химических и микробиологических. Само собой разумеется, что все эти требования непосильны не только для хозяйства, но и для рядового опытного поля; а потому результаты полевых опытов, несмотря на всю их громоздкость и трудность, только в редких случаях дают отчетливые и правильные выводы о значении тех или других культурных приемов, и во всяком случае не дают материала для об'яснения полученных результатов, а, следовательно, и для распространения или обобщения их на другие условия и другие местности. Усовершенствование полевого опыта направлялось в соответствии с его обычными недостатками—во 1) в сторону выяснения наиболее выгодного размера и распределения делянок, в связи с числом одноименных делянок или повторностью опыта,

во 2) в сторону выработки более точных и более удобных способов учета урожая; в 3) в сторону выработки приемов наблюдения над развитием посевов и их состояния в наиболее интересные моменты; в 4) в сторону более точного учета вегетационных факторов в условиях полевых посевов, в особенности же тех факторов, изменение которых составляет задачу испытуемых культурных приемов; и в 5) в сторону выяснения степени погрешности опыта и устойчивости или достоверности полученных выводов.

Здесь не место входить в более подробное рассмотрение методики полевого опыта, так как оно возможно лишь после ознакомления со всеми научными основами земледелия в курсе опытного дела. Отметим только, что дружными усилиями многих русских опытников в течение последних 20 лет методика полевого опыта настолько усовершенствована во всех указанных направлениях, что полевой опыт стал несравненно более продуктивным методом исследования, чем считался прежде, и оказался одним из наиболее действительных и надежных средств к разрешению многочисленных и разнообразных вопросов земледелия.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Учение о механической обработке почв

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕГЕТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ ПО ФИЗИКОГЕОГРАФИЧЕСКИМ И ПОЧВЕННЫМ ЗОНАМ.

Ознакомившись в первой части курса с основными вегетационными факторами, обслуживающими произрастание растений, мы обратимся к обзору условий, характеризующих различные земельные угодия в отношении вегетационных факторов, а затем к способам коренного улучшения земельных угодий, с целью создания нормальных условий произрастания. — Так как наиболее резкие изменения вегетационных факторов вызываются всей совокупностью физикогеографических условий (климатических, почвенных и биологических), то исчерпывающий очерк этих изменений, встречающихся в природе, может быть проще всего обоснован на обзоре важнейших физикогеографических зон и районов. Громадное разнообразие физикогеографических областей на земном шаре не позволяет, однако, в сжатом очерке представить все встречающиеся в природе комбинации вегетационных факторов, и мы ограничимся описаним физикогеографичских зон — преимущественно в пределах нашего отечества, что впрочем позволит захватить предмет с достаточной широтой, в виду того, что в состав России входят все физикогеографические зоны, начиная от полярных и кончая субтропическими (от 70 до 40 параллели).

Если рассматривать физикогеографические зоны с точки зрения **современного** состояния вегетационных факторов, то наиболее верным отражением их должны быть признаны ботанико-географические зоны, при том — именно те зоны, которые стремится установить так называемая **экологическая география** растений, т.-е. наука, изучающая растительные сообщества в связи с внешними факторами произрастания. Одним из лучших сочинений по экологической географии растений, при том дополненным специальным очерком растительных областей России, является сочинение **Вармингa,** профессора ботаники в Копенгагенском университете. Сочинение это в 1902 году издано на русском языке (издательством Брокгауза) с обширными дополнениями известного знатока растительности России геоботаника **Г. И. Танфильева,** предложившего собственную схему ботаникогеографических областей России, наиболее согласованную с современным состоянием знаний.

В дальнейшем кратком очерке естественных областей России мы и придерживаемся, главным образом схемы, предложенной Танфильевым *). Другим источником сведений для характеристики вегетационных факторов различных естественных областей—может служить совершенное генетическое почвоведение, изучающее и классифицирующее почвы по их происхождению, а следовательно, и по, так называемым, почвообразующим факторам, среди которых едва ли не главное значение принадлежит именно вегетационным факторам, так как ими обусловливается накопление органических веществ, а также быстрота и характер их разложения в почве. Однако существенной особенностью почвенных зон и областей является их более продолжительное возникновение и более отдаленное происхождение, вследствие чего во многих случаях современные условия уже более не соответствуют условиям, существовавшим в период основного почвообразовательного процесса. Таковы, например, некоторые типы почв черноземных и переходных к чернозему, обнаруживающие связь с степной или лесной растительностью, характеризовавшей переходные зоны в момент почвообразования, но совсем не соответствующей современной флоре и современным климатическим условиям. Таким образом, почвы дают представление об условиях почвообразования и о вегетационных факторах — не столько для современной действительности, сколько для более или менее отдаленной предшествующей эпохи почвообразования, но все же могут служить существенным дополнением к ботаникогеографическим данным, если находятся в согласии с современными условиями климата и растительности. Климатические данные, при всей их важности, не представляют достаточно полного материала для характеристики климатических факторов произрастаний, главным образом, потому, что климатические факторы действуют на растительность не непосредственно, а через посредство почвы, сильно видоизменяющей тепловой и водный режим в зависимости от физических условий и проч., а потому климатические данные только в самых общих чертах могут быть использованы для характеристики вегетационных факторов различных естественных областей или различных земельных угодий одной и той же области. Главнейшие ботаникогеографические подразделения принято называть **растительными областями,** а главнейшие экологические подразделения **растительными формациями.** Последние до некоторой степени соответствуют общепринятым видам земельных угодий, так как различают формации водной, болотной луговой, степной и лесной растительности с разновидностями формаций тундровой, песчаной, солончаковой и некоторых обнажений (пород каменистых, меловых, известковых, глинистых и пр.).

В России различают обыкновенно четыре растительных области — арктическую или **тундровую** (безлесную), **таежную** или лесную, **степную и пустынную.** Переходный характер носит лесостепь (предстепье) и полупустыни (юго-востока), а также горные области, представляющие зональное распределение всех упомянутых областей по мере возвышения (начиная от степей или пустынь и кончая безлесными гольцами, т.-е. формацией, вполе аналогичной тундре).

*) В более кратком изложении схема ботанико-географических областей Танфильева помещена также в полной энциклопедии Русск. Сел.-Хоз., изданной 1900 г. Девриеном („География растений").

Остановимся сначала на характеристике вегетационных факторов тундровой области, занимающей в Европейской России большую часть Архангельской губ. (уезды — Кольский, Кемский, Мезенский и Печорский) примерно до 65° параллели, а в Азиатской России—в Восточной Сибири за Байкалом спускающейся до 55° параллели, почти до Николаевска в устьи Амура. Главной особенностью тундры, об'ясняющей ее безлесие, по Танфильеву, является **вечная мерзлота** почвы, которая даже в течение летних месяцев, несмотря на непрерывную солнечную инсоляцию, не оттаивает на глубину, достаточную для укоренения лесных пород. По наблюдениям Танфильева, даже в южной части тундры между Мезенью и Печорой песок к концу лета оттаивает на 2 аршина (150 сант.), а торф, покрывающий большую часть равнинной тундры, только на ½ аршина. Грунтовая вода круглый год находится в твердом состоянии. Лучшие условия произрастания создаются в области тундры или дренирующим влиянием речных долин, к которым и приурочиваются леса, или хорошо обогреваемыми выступами горных пород — буграми, которые покрываются сплошным растительным покровом, постепенно нарастающим и образующим мощные отложения торфа, разделенные мокрыми моховыми болотами или «ерсями». По исследованиям Амурской экспедиции Переселенческого управления, произведенным на опытных полях по Зее, главным условием улучшения теплового и водного режима тундровых почв является удаление мохового покрова, поглощающего на испарение громадное количество тепла и влаги. Обнаженная почва, даже торфянистая, обогревается и оттаивает на значительную глубину, вполне обеспечивающую нормальное развитие корневой системы не только однолетних травянистых растений, но и древесных пород. К таким же результатам пришла и Печорская опытная станция, организованная в 1910 г. по инициативе А. В. Журавского близ Усть-Цильмы и уже в 1913 г. представившая на выставку по сел.-хоз. опытному делу в Петрограде обширную коллекцию культурных растений, прекрасно развившихся почти на широте полярного круга. Заболачивание почвы в области тундры не может быть приписано избыточному количеству осадков, так как эта область, напротив, отличается весьма малым количеством осадков (от 200 до 300 мм. в год), почти одинаковым с наиболее сухой полупустынной и пустынной областью юго-восточной России. И в смысле освещения и нагревания области тундры или дренирующим влиянием речных долин, к которым и приурочисолнечной инсоляции в течение вегетационного периода. Избыток влаги вызывается здесь исключительно непроницаемостью мерзлой почвы, а слабое нагревание и оттаивание в свою очередь обусловливается влиянием мохового покрова. Как происходит на севере постепенное вытеснение леса тундрой — путем образования даже на хорошо проницаемых песчаных почвах мохового покрова и заболачивания, — показывает следующая выдержка из описания тундры Танфильева: «По всем окраинам леса, примыкающим к торфяной тундре, можно в тундрах Архангельской губернии, иногда на пространстве всего нескольких сажен, проследить все переходы от сухого соснового или елового бора к мокрому торфянику. В самой опушке, но еще на местах сухих, прямо на песке, появляются обыкновенно: злак Aira flexuosa (щучка) и осока Carex canescens, растения с густым пучком щетинистых

низовых листьев, прекрасно собирающих атмосферную влагу и создающих почву для настоящих торфообразователей, особенно для мха Polytrichum strictum (кук. лен). Этот мох, растущий по опушкам леса в громадных количествах, покрывает почву уже чрезвычайно плотными дерновинками (кочками), дающими сразу слой торфа в 1—2 дюйма толщины. Ко мху вскоре присоединяются другие болотные растения, особенно морошка (Rubus chamae morus), клюква (Vaccinium oxycoccus), гоноболь (Vaccinium uliginosum) и мох Sphagnum. Образовавшийся таким путем рыхлый торфяной слой способствует увлажнению песчаной почвы и, как плохой проводник тепла, не дает почве оттаивать на достаточную для развития леса глубину, который поэтому гибнет. Заболачивание леса об'ясняет нам, почему в открытой торфяной тундре часто попадаются, далеко за опушками леса, торчащие из торфа, мертвые, выветрившиеся стволы ели. Пни березы и ели можно находить и на дне мерзлых торфяных бугров и на естественных обнажениях по берегам рек и озер, на дне торфяников, достигающих мощности в несколько метров». Отступание северной границы леса к югу и погребение дерев под слоем торфа наблюдается и во многих других странах арктической области и представляет последствие не опустошительной деятельности человека, а совершенно естественного и неизбежного процесса заболачивания, постепенно расширяющего область тундры в сторону таежной области.

Из этого описания видно, что главным условием улучшения вегетационных факторов в области тундры является удаление и уничтожение мохового покрова, что проще всего может быть достигнуто сжиганием его, после сдирания и сгребания моха в валы и просушки на солнце. Таким способом могут быть созданы благоприятные условия для луговой растительности, мирящейся с некоторым избытком влаги и не требующей глубокой почвы для укоренения, а со временем, когда луговая растительность углубит мерзлоту, создаются условия и для постепенного заселения лесных пород, а отчасти и для хлебопашества. Коренным улучшением тундры могут быть созданы прекрасные пастбища, обеспечивающие развитие полярного оленеводства. Однако, эти улучшения, как они ни просты сами по себе, очевидно, возможны лишь с заселением пустынных побережий Ледовитого океана и в особенности Печорского края, по своему природному богатству обещающего произвести коренной перелом в экономических условиях Севера, а потому и не даром придается такое важное значение проведению новых железных дорог из Сибири и Архангельска через Печорский край и по Тиманскому хребту до Ледовитого океана, где намечен конечный пункт полярных дорог в Индигской бухте (между Чемской и Печорской губой).

Вторая растительная область — лесная или **таежная**—характеризуется господством леса, который на Севере ведет борьбу за существование именно с тундровой и болотной флорой, а на южной окраине со степной и солончаковой флорой. Для всей северной полосы лесной области и для сибирской тайги характерно преобладание хвойных пород и обилие моховых или сфагновых болот, приуроченных к плоским водоразделам и пологим горным склонам. В южной половине лесной области, границей которой может служить северная граница распространения дуба,

болота появляются только в низинах и значительно реже. (Сев. граница дуба проходит от Финского залива на восток вдоль Тихвинского водного пути по Волге и Каме до Перми). Вместе с уменьшением количества и размеров моховых болот в лесной области начинают попадаться крупнолиственные породы (кроме дуба, клен, вяз, липа, ясень, граб и бук) и дикие плодовые деревья (яблоня и груша), лес приобретает смешанный характер и перемежается чаще не болотами, а **суходолами;** хотя все же и здесь преобладающими лесными породами остаются ель (на глинистых и суглинистых почвах) и сосна (приуроченная к менее плодородным песчаным почвам). В лесной области особенно большой интерес представляют два естественных процесса, связанных с вытеснением одного растительного сообщества другим, а именно: 1) образование болот из озер и водоемов и 2) образование заливных или пойменных лугов по долинам рек. Первый процесс имеет ближайшее отношение к познанию болотных почв и к болотной культуре, заслуживает самого пристального внимания агронома. Остановимся на более подробном описании этого процесса, по схеме, изложенной в известном сочинении по культуре болот проф. Берша, директора Австрийской центральной болотной опытной станции. Сочинение это было переведено и издано по инициативе Департамента Земледелия в 1912 г.

«Глубокие болота образуются чаще всего в прудах, озерах, обширных котловинах, лежащих на непроницаемой подпочве. В таких бассейнах поселяются сначала типичные водные растения (под водою—настоящие водоросли, Myriophyllum, лучицевые, на поверхности воды (с плавающими листьями—Potamogeton Nuphar, Ramunculus). Их жизнь или исключительно протекает в воде или же в целях размножения они выпускают соцветия над поверхностью. Остатки водных растений осаждаются на дне озера. Здесь размельченные водными животными и смешанные с песчаными и глинистыми частицами, отделенными от берегов прибоем волн или принесенными притоками, они образуют слой, лежащий на минеральной породе и содержащий органические вещества, хотя все же с сильным преобладанием минеральных частиц. По мере своего наслоения, этот осадок вызывает постепенное обмеление бассейна, при чем минеральные части начинают уступать органическим веществам. На более мелких местах и по краям озера поселяются растения с более сложной организацией, также приспособленные к сырым местам. Сюда относятся, прежде всего, тростник (Phragmite communis), крупные виды осоки (Carices), ситники (Iunius), рогозы, хвощи (Equisetum) и др. Все они обладают свойством быстро размножаться, образовать сплошные заросли. Ежегодно эти растения отмирают до корня, их остатки погружаются на дно, и здесь, также, как отмершие корневища и корни, превращаются в торф. Таким образом, по краям озера образуется слой торфа, лежащий на осадочной перегнившей почве, с убывающим к низу содержанием перегноя. Береговой слой торфа, однако, не остается ненарушенным, так как прибой волн и гонимые ветром льдины и некоторые водные животные вызывают разрыхление и отделение частиц торфа, которые впоследствии осаждаются на дне озера и обогащают осадочную породу органическим веществом, пока последнее не станет преобладать над минеральной частью. По мере обмеления бассейна пояс растений, окаймляющий берег, постепенно вдвигается к середине водного

бассейна. Наиболее глубокие места покрываются тростником, корневища и стебли которого нередко образуют слои торфа мощностью в несколько метров. **В тростниковом торфе** ясно различаются остатки торфообразующих растений; цвет такого торфа в свежем состоянии светло-желтый, но на воздухе он быстро темнеет и превращается в землистую массу. На местах с обильными отложениями тростникового торфа обыкновенно поселяются высокорастущие осоки, которые в свою очередь образуют новые слои торфа. Цвет **осокового тофра** темнее тростникового (от светло до темно-коричневого), но в молодом возрасте и этот торф легко разлагается на воздухе и образует рыхную землистую массу.

Отложения тростникового, а затем осокового торфа мало-по-малу совершенно заполняют водный бассейн, а вместе с тем на них поселяются растения, выносящие сравнительно более сухие места. Сначала появляются ветвистые зеленые гипновые мхи, образующие характерные слои **гипнового торфа.** Вместе с ними поселяются более низкорослые виды осок и менее требовательные злаковые травы. В этом же периоде образования торфа появляются и некоторые древесные породы, напр., ольха и ива, образующие сплошные заросли. Листья, ветви и стволы этих древесных пород тоже образуют торф, **древесный торф,** в котором древесные остатки ясно различимы; на воздухе эти мягкие древесные остатки, пропитанные водой, быстро загнивают и распадаются.

Наслоения гипнового и древесного торфа обусловливают возвышение торфяника над первоначальным уровнем воды и становятся с повышением суше. На место растений, более требовательных в отношении минерального питания (тростника, осоки), поселяются менее требовательные (гипновый мох, древесные породы), а с дальнейшим уменьшением избытка влаги появляются растения, предпочитающие бо́льшую сухость и мирящиеся с малым запасом минеральных питательных веществ. В этом фазисе развития болото начинает сильно зарастать лесом, преимущественно сосной и березой. Хотя ежегодный прирост этих лесных пород весьма ничтожен, однако корни их распространяются поверхностно во всем более сухом верхнем слое торфа и из опавшей хвои и листьев, веток и стволов постепенно образуется новый слой древесного торфа, который в зависимости от преобладающей породы называется сосновым или березовым (белая кора березы особенно долго сохраняет свое строение и ясно различима даже в старом торфе). Однако и этот лес, служащий переходной ступенью к дальнейшему торфообразовательному процессу, еще не образует конечной стадии развития болота, а потому называется переходным лесом.

В тени леса почва снова становится более влажной, образуются даже скопления воды в небольших впадинах и, таким образом, создаются условия, более благоприятствующие заселению почвы влаголюбивыми растениями. Однако, вследствие бедности торфа питательными веществами, на нем поселяются наименее требовательные виды мхов из рода сфагнум. На ряду с настоящим белым торфяным мхом в той же стадии появляются два болотных растений, нередко самостоятельно образующие мощные отложения торфа, а именно шейхцерия (Scheuchzeria palustris) и пушица (Eriophorum vaginatum).

Сфагнум, переселившийся в лес, покрывает пространства между стволами

деревьев сплошным густым покровом, пропитанным водой и затрудняющим доступ воздуха к корням деревьев, вследствие чего деревья постепенно отмирают. На границе мохового покрова стволы, вследствие переменной влажности, загнивают, падают и погребаются под надвигающимся на них моховым покровом.

Сфагновый покров, распространяясь все далее и далее по окружности, может выйти за края озера, из которого возник торфяник, и, поднимаясь по пологим склонам, завоевывает обширные пространства. В последнем случае, однако, образуется болото совершенно иного характера, так как в нем не наблюдается описанной смены различных видов торфа, начиная с наиболее требовательных растений—тростника и осоки и кончая белым мхом, наименее требовательным и в отношении влаги и в отношении питательных веществ. Тогда как зарастание озера идет от краев к середине и имеет центростремительное направление, чисто сфагновое болото, напротив, распространяется от середины к периферии, т.-е. характеризуется центробежным направлением роста.

В зависимости от того, в какой стадии развития находится болото, главным образом различают болота подводные, **низинные или травяные,** образовавшиеся ниже уровня воды, болота **переходные или древесные** и болота надводные, **возвышенные или моховые.** По содержанию минеральных веществ и извести наиболее богатыми являются все виды травяного торфа, наиболее бедным—моховой торф из сфагнума. На разрезах любого болота с законченным торфообразовательным процессом можно видеть все стадии и виды этого процесса, при чем, конечно, в зависимости от местных условий, мощность отдельных видов торфа может колебаться в широких пределах, как и общая мощность всего торфяного слоя.

Представленный очерк образования болот показывает весьма наглядно, как резко видоизменяется характер растительности в зависимости от внешних условий произрастания и главным образом в зависимости от большего или меньшего избытка влаги. На протяжении длинного торфообразовательного процесса наблюдается смена не только различных представителей водной и болотной флоры, но и двукратное заселение болота лесом первоначально породами полуводными (ольхой и ивой), затем и суходольными (сосной и березой), при чем последний фазис этой борьбы между лесом и болотной флорой все же кончается господством последней. Вмешательство человека, разумеется, может дать совсем иное направление этому процессу, и чаще всего оно выражается в истреблении всякой растительности при помощи лесных пожаров или пожогов, при разработке леса под лядины. Огонь является той стихией, которая сразу и радикальным образом изменяет действие вегетационных факторов. Истребление мохового покрова и лесной подстилки, как и в случае коренного улучшения тундры, устраняет избыток влаги и недостаток тепла, а в то же время создает и сильное минеральное удобрение (в виде золы), и на некоторое время обеспечивается нормальное развитие не только естественных луговых растений, но и довольно требовательных хлебов (как ячмень, пшеница, рожь). Однако, в отличие от тундры, характеризующейся сравнительно слабой мощностью торфяного слоя с бо́льшим богатством почвы минеральными веществами (в виду отсутствия выщелачивания солей в подпочву), болотные почвы лесной

области, в особенности ее северной половины (с обилием глубоких озер и водоемов), напротив отличаются настолько мощными скоплениями торфа, что путем обжигания удается достигнуть только поверхностной мелиорации кратковременного значения. Уничтожение глубоких слоев торфа, очевидно, возможно лишь путем его технической разработки, а этот способ требует прежде всего обеспеченного сбыта торфяного топлива, след., близости к путям сообщения. Не удивительно поэтому, что культура болот в связи с технической разработкой торфа получила распространение только в таких густо-населенных странах, как Дания и Голландия. Там и выработался впервые особый тип болотной культуры, под названием культуры фён (veen по фрисландски—болото), заключающийся в осушке торфяных болот при помощи широких судоходных каналов, в разработке и силаве всего годного на топливо торфа и в последующей обработке подпочвы, хотя и торфянистой, но менее влагоемкой и более богатой минеральными составными частями, по сравнению с моховым торфом (впрочем культура фён все же требовала широкого применения минерального удобрения или городских отбросов).

Другой тип болотной культуры, выработанный на крайнем севере, в Финляндии и Норвегии,—в странах, отличающихся в связи с выходом или близостью кристаллических горных пород сравнительно малой мощностью торфяного слоя,—заключается в пережигании торфа, после предварительной осушки, и в использовании торфяной золы в качестве удобрения. В центральной и восточной части Германии, где торфяные образования тоже не имеют большой мощности и часто подстилаются песком, выработался особый тип насыпной культуры болот, заключающийся в том, что извлеченный со дна осушительных канав песок разбрасывается по поверхности торфа слоем в 3 вершка, достаточным для мелкой обработки почвы конными орудиями и для достижения большей твердости грунта. При этом способе, впервые примененном известным прусским хозяином Римпау, главные недостатки в физических свойствах торфа устраняются песчаной покрышкой, достигается легкая проницаемость почвы для воздуха и влаги, сильное обогревание и быстрота всех почвообразовательных процессов. Но этот способ, очевидно, требует не только близости минерального и именно песчаного грунта (не превышающей глубины осушительных канав, т.-е. 1—1½ арш.), но и сравнительно высокой интенсивной культуры, оплачивающей громадные затраты (на мелиорацию) труда и капитала.

Наконец, четвертый способ, разработанный в новейшее время болотными опытными станциями Германии (сначала Бременской, возникшей в Ганновере в 1876 г., затем Баварской и Австрийской) носит более универсальный характер и заключается в уничтожении после поверхностной осушки (на ¾ арш.) верхнего мохового покрова путем мелкой запашки и в применении сильного известкования (или мергелования) и минеральных удобрений (томасшлака и калиита). Все четыре способа культуры болот, разумеется, прежде всего требуют осушки при помощи открытых канав (закрытый дренаж на болотных почвах неприменим, вследствие неизбежной осадки почвы и невозможности укрепления дренажных труб на определенном уровне), а потому не удивительно, что использование болотных почв под культуру становилось возможным лишь после того, как были исчерпаны все другие

виды земельных угодий, более пригодных для культуры. В первую очередь в северной половине лесной области используют минеральные почвы, расположенные по буграм и склонам, так как заболачивание таких почв устраняется поверхностным или естественным подземным стоком избыточной воды. На втором месте следует поставить слегка заболоченные минеральные почвы, избыточная влажность которых вызывается характером естественного растительного покрова; с уничтожением последнего и с применением рационального удобрения и ухода, такие почвы превращаются в удовлетворительные луга и выгоны, при чем, однако, эти угодия подвергаются постоянной опасности нового облесения, под влиянием окружающего и надвигающегося на них леса, который на минеральных почвах легко одерживает победу над травянистой растительностью, благодаря более глубокому укоренению и меньшей зависимости от плодородия почвы.

Если северный предел лесной области определяется постепенным вытеснением леса болотной растительностью тундры, то и внутри лесной области, в особенности в ее северной половине, изобилующей водными бассейнами, тоже замечается постепенное заселение водных бассейнов водными и болотными растениями, заполняющими эти бассейны залежами торфа. Лесу принадлежит в этом процессе торфообразования сравнительно скромное участие, только в период переходный— от завершения процесса образования, так наз., низинного или травяного болота до начала последнего фазиса торфообразовательного процесса, в котором главное участие принадлежит различным видам мха, постепенно вытесняющим древесную растительность. Но и в тех участках леса, которые были заняты древесной растительностью до начала заболачивания минеральной почвы, благодаря продолжительному влиянию леса создаются такие условия водного и теплового режима, которые более благоприятствуют луговой или болотной растительности, вследствие чего и здесь замечается постепенное вытеснение леса болотом или лугом. Накопление на поверхности почвы лесной подстилки из хвои, листьев, сучьев и заглушенных трав создает мертвый покров, трудно проницаемый для воздуха и тепла, и защищающий почвы от испарения, вследствие чего разложение растительных остатков леса совершается в среде, пересыщенной влагой, почти лишенной воздуха и кислорода; в результате происходит выщелачивание верхних слоев почвы водой, пересыщенной углекислотой и растворимыми перегнойными веществами, вода эта в свою очередь растворяет питательные вещества, железистые соединения и цеолиты почвы и, таким образом, вызывает обеднение и истощение почвы в отношении важнейших минеральных элементов. По мере углубления почвенного раствора в подпочву из него выпадает в результате обменного разложения часть минеральных и органических веществ и на некоторой глубине (чаще всего 1 фута) образуется плотная, непроницаемая железистая горная порода—рудяк или **ортштейн,** мощностью в несколько вершков, производящая закупорку подпочвы и вызывающая поэтому постепенное отмирание древесных пород, вследствие заболачивания почвы. Однако характер растительности, завладевающей заболоченным лесом, несколько иной, по сравнению с болотной растительностью, характеризующей торфяные залежи озерного происхождения. Благодаря сильному затенению кроной деревьев и истощению почвы в отношении минеральных питательных веществ, заболоченная ортштейно-

выми образованиями лесная почва не может производить таких мощных ных для какие заселяются по берегам водных бассейнов; появляется более тощ щелоч- растительность из злаков, осок и различных болотных и сорных растен показы- терная для северных пустошей и заболоченных кислых лугов. И если кул х ям в фяных болот, после осушки и правильной разработки, сторицей вознагра е воды земледельца, то улучшение угодий заболоченных ортштейновыми обра замет- хвойного леса, представляет почти непреодолимые трудности, благодаря трудов, близости непроницаемой породы (препятствующей осушке почвы обычн у степ- емами), и благодаря сильному истощению и ухудшению физических сво ет, что вы, в результате подзолообразовательного процесса. Такие почвы мог Да оно использованы только под кормовые угодия и лишь в связи с сильным удоб почвы известкованием, под влиянием корневой системы некоторых кормовых ра ерных и вследствие накопления перегноя, приобретают проницаемость и рыхлость, выно ходимую для полевой культуры. Введение в культуру пустошных и бросов пересе ль, как известно, привлекло особое внимание А. Н. Энгельгардта, хозяина С носа ской губ., видевшего в их использовании главное средство развития крестья появл хозяйства нечерноземной полосы России. И действительно, превращение п выще ей в производительные естественные покосы и пастбища может обеспечить по м йства кормовыми средствами, которых не в состоянии доставить ограниченн но олевые запашки, а обеспечение хозяйства кормами равносильно лучшему удоб ию полей. Разработка пустошей поэтому в глазах А. Н. Энгельгардта и явилась рычагом, при помощи которого легче всего достигалось коренное улучшение всего северного хозяйства.

Таким образом, северная половина лесной области характеризуется двумя процессами, обусловливающими естественную смену растительности, а именно торфообразовательный процесс, приуроченный к водоемам, и подзолообразовательный процесс, распространяющийся на все избыточно влажные лесные почвы, и оба эти процесса в конце-концов приводят к уничтожению леса, к замене леса моховыми болотами или заболоченными лугами.

Совсем иначе складываются взаимоотношения растительных формаций в южной половине лесной области, отличающейся от северной половины лучшими тепловыми условиями, что при том же или еще меньшем количестве осадков устраняет избыточную влажность почвы и, вместе с тем, ослабляет подзолообразовательный процесс. В результате получаются более нормальные условия развития лесной растительности, которая поэтому и господствует здесь безраздельно до тех пор, пока вмешательство человека не вызовет смену лесной растительности луговой или полевой.

Луга южной половины лесной области отличаются характером, так наз., **суходолов,** т.-е., образуются растениями, хорошо произрастающими на умеренно влажных или даже сухих почвах. Благодаря сильному просушиванию верхних слоев почвы на задернелых суходольных лугах, лесная растительность не так легко заселяется на них, но все же—при наступлении влажных периодов—наблюдается обсеменение и зарастание лесной порослью лугов и заброшенных пашен, прилегающих к лесным опушкам. Лес надвигается на луга и пашни и захваты-

виды земел
верной пол
по буграм
или естест
поставить
рых вызы
последнего
щаются в
гаются по
двигающе
беду над
ченьшей

в
н
вс
ни
вн
общ
чески
говым.

ые пространства и процесс этот в период, когда вмешательство человека
ировало взаимоотношение земельных угодий, проявился в облесении зна-
й полосы степной области. Исследование почв переходной, так называемой
ной зоны показывает, что типичные черноземы степного происхождения
ие продолжительного периода подвергались подзолообразовательному про-
д влиянием леса; образовались на ряду с типичными лесными суглинками,
ываемые, **деградированные** черноземы: от светлосерых до нормально окра-
, но с более или менее ясно выраженным горизонтом железисто-известковых
ий за пределами обедненного слоя чернозема. Благодаря тому, что лес
ет в почве неизгладимые следы своего пребывания, почвоведам нетрудно
становить, до каких пределов на севере простирались степи и эти исследо-
установили с несомненностью, что не только не произошло в исторические
е естественного вытеснения леса степной растительностью или искусствен-
требления лесов в теперешней степной области, но что наоборот—почти
ходная полоса предстепья, первоначально занятая типичной степью, с тече-
мени покрылась лесом и лишь под влиянием человека в лесостепной полосе
становилось господство луговой и полевой растительности. На ряду с
вижением леса в глубь степи—в зависимости от почвенных и орографи-
словий—леса в пределах всей степной области завладевают многими лу-
угодиями по всем балкам, речным долинам и песчаным оазисам.

Таким образом, тот ущерб, который испытывает лесная область на северном пределе, вследствие наступления тундры и болот, до некоторой степени компенсируется на южном пределе продвижением леса в степную область. Граница доисторических степей по Танфильеву проходит значительно северней границы чернозема и именно начинается на западе—у Ново-Александрии, Люблинской губ., проходит через Красностав, Луцк, Киев, по северной границе Черниговской губ. на Брянск минуя полосу придеснинских песков, идет на Карачев, Белев, Калугу, следует по Оке, с небольшими перерывами в Тамбовской и Нижегородск. губ. до Волги, потом по Волге до Казани.

В чем же заключаются условия, гарантирующие господство степи? Или другими словами—чем обусловливается отвечное безлесие степей, а вместе с тем и все неудачи искусственного облесения степей? Отвечая на этот вопрос, Танфильев указывает на почвенные особенности степной области, отличающие ее от лесной гораздо резче, нежели климатические условия. «Если недостаток дождя и может быть причиной безлесия наших степей, то только разве на юге, где осадков выпадает в год менее 400 мм., потому что в северной части степной полосы, более богатой осадками (до 500 мм.), степи существуют рядом с лесами, при одних и тех же климатических условиях. Изучение лесов степной полосы показывает, что они встречаются или в заливных долинах рек (так наз. поймах) или на высоких степных местах, изрезанных балками или ярами. Северная часть степной полосы, особенно богатая ярами, богата и лесами, тогда как на юге, где нет яров, нет и лесов, за исключением лесов пойменных». «Причина приуроченности крупнолиственных лесов к наиболее высоким и изрезанным ярами местам станет нам понятной, если познакомимся с составом лёсса и лессовидных глин. Глины эти содержат, кроме

углекислой извести, еще более или менее значительные количества вредных для древесной растительности хлористых и сернокислых щелочей и вероятно щелочных земель. Что материнские породы степи более или менее солоноваты, показывают не только прямые анализы их и появление выцветов солей на стенках ям в лёссе, но и состав грунтовых или колодезных вод. Очень часто колодезные воды степей бывают прямо солены на вкус, анализ же всегда показывает в них заметное содержание хлора и особенно серной кислоты, тогда как воды степных прудов, питающихся снеговой водой, обыкновенно совершенно лишены солей». «Всюду степные воды богаче минеральными веществами, чем воды лесные, из чего следует, что и почвы и подпочвы лесные беднее солями, чем почвы и подпочвы степей. Да оно так и должно быть, потому что на ровных степях выщелачивание почвы и подпочвы затруднено отсутствием удобного стока для просачивающихся сверху атмосферных вод, тогда как в местах, изрезанных ярами, вода скорее находит выход и выносит наружу растворимые соли. Возвышенные места, высокие берега рек и пересеченные поверхности представляют поэтому весьма удобные условия для выноса из почвы вредных для крупнолиственных деревьев солей, а вместе с тем и для появления леса». «Если так, если отсутствие леса на степи об'ясняется слабой выщелоченностью почвы и подпочвы ее, то мы вправе ожидать, что леса способны, по мере выщелачивания почвы, без какого-либо вмешательства человека, постепенно надвигаться на степь. Уже одна приуроченность лесов к участкам, изрезанным ярами, образующимися только в местах безлесных, приводит нас к заключению, что леса северной половины степной полосы, так называемого, предстепья, появились в местности, первоначально безлесной. Во-вторых, по опушкам лесов, где больше скопляется снега, создаются условия для лучшего промывания и выщелачивания почвы, почему здесь лес стремится раздвинуть свои пределы в сторону степи. Канавы, проведенные на опушках степных лесов, обнаруживают поэтому нередко характерную картину разрезов степных почв, с кротовинами и журавчиками, которые однако здесь на опушке оказываются уже совершенно лишенными углесолей. В опушках степных лесов удается иногда находить курганы, насыпанные, очевидно, в степи, но впоследствии обросшие лесом.

Поступательное движение леса встречает, однако, помимо воздействия человека, препятствие, в солонцах, создающих иногда даже внутри сплошного леса безлесные поляны. Центральные части таких полян бывают в подобных случаях заняты солонцеватой растительностью, а на окраинах можно наблюдать деревья с признаками угнетенного роста и даже совсем отмершие экземпляры. В течение ряда лет, деревья эти, очевидно, боролись с неблагоприятными почвенными условиями, но потом погибли».

Опыты степных лесничеств (в особенности Великоанадольского в Екатеринославской губ. близ Мариуполя) показали, что никакими культурными приемами не удается создать на типично степных почвах условий, обеспечивающих нормальный рост лесных пород. Искусственный лес может расти в степи лишь весьма непродолжительное время, пока корни еще находятся в верхних достаточно влажных и выщелоченных слоях почвы. Чем влажнее почвы, чем более они выщелочены, тем легче искусственное облесение, что и наблюдается в предстепьи. С другой сто-

роны, существование крупных сосновых боров на песках в центре степной области (напр., в Екатеринославской и Самарской губ.) тоже указывает на почву, как на главную причину безлесия наших степей, потому что при совершенно одинаковых климатических условиях, пески оказываются облесенными, а степные лёссовые почвы—лишенными леса. Если бы наш юг был покрыт не лёссовидными породами, а песками, то он был бы покрыт лесами, а не степью. Замечательным подтверждением такого об'яснения южного предела распространения леса является совпадение с северной границей лёссовидных пород южной границы еловых лесов. Хвойных, еловых лесов совсем нет на степных грунтах; сосновые леса встречаются редкими оазисами только на песках или на приречных известковых и меловых обнажениях.

Итак, в отличие от северного предела лесов, который определяется избытком влаги и заболачиванием почвы, южный предел леса определяется избытком солей и недостатком влаги в почве. Но в обоих случаях—дренаж, т.-е. отвод избыточной воды или избыточных солей, оказывается главной мелиорацией, создающей благоприятные условия для леса, с той, впрочем, разницей, что дренирующее воздействие в степях достигается не искусственным осушением, а овражистым рельефом, при чем наиболее резко этот рельеф выражен в переходной полосе предстепья, более богатой осадками и слабее напряженной, а следовательно, и менее испаряющей, чем почвы степи. Сама природа в грандиозном масштабе производит коренную мелиорацию земельных угодий, на севере—осушая многочисленные водные бассейны при помощи торфообразовательного процесса, а в предстепьи—промывая и дренируя избыточно солевые лёссовые породы при помощи балок и оратов. Но оба вида естественной мелиорации земель, непригодных для произрастания леса, требуют слишком продолжительных геологических процессов; техника достигает тех же целей в короткий промежуток времени, но зато требует громадного напряжения труда и постоянного внимания со стороны земледельца. Усилия техники впрочем направляются не столько на пользу леса, сколько на пользу луговой и полевой растительности, а потому ограничиваются более поверхностным слоем почвы и подпочвы, служащим средой для развития травянистых растений и только при садовой культуре древесных пород, напр., плодовых деревьев, должны простираться на всю корнеобитаемую часть подпочвы. Впрочем при садовой культуре гораздо чаще хозяин пользуется естественной мелиорацией, приурочивая сады к склонам, на которых плодовые деревья самой природой поставлены в более благоприятные условия влажности, тепла, и минерального питания.

Растительная формация, которой принадлежит победа в борьбе с лесом на его южном пределе, не имеет ничего общего с теми тощими суходольными лугами, которые наблюдаются в современной стадии степи, резко видоизменившей свой облик под влиянием распашки. Чтобы получить представление о первоначальном характере степной растительности, необходимо изучить флору и биологию **целинной степи.** Вследствие почти полной распашки степи, в настоящее время можно только в редких случаях в виде оазисов встретить участки первобытной степи или целины, к которой далеко не в полной степени более всего приближается по всему ботаническому составу растительность долголетней залежи.

Приводим описание целинной степи Харьковской губ., которое в своем очерке

растительности России дает Танфильев. «Ранней весной, как только сойдет снег, обыкновенно не позже начала апреля, на целине можно заметить между желтыми, еще безжизненными пучками злаков, густую и яркую зелень мелкого мха Barbula, а рядом с ним темнозеленые, величиною с палец прямо стоящие, волнистые пластинки широко распространенной в степях водоросли Nostac commune, густой щеткой покрывающей черную почву в промежутках между остатками прошлогодней растительности. На местах, где смыта почва и близка подпочва, появляются, обыкновенно около середины апреля первые весенние цветы. Это степной тюльпан Tulipa gesneriana) и сон-трава (Pulsatilla patens и pratensis), а несколько позже крупные, шаровидные, усыпанные белыми цветами кусты катрана (Crambe tatarica). К концу апреля на черноземной целине выделяются пятна мелкого, но крупноцветного степного касатика (Iris primula), горицвета (Adonis vernalis), лапчатки (Potentilla opaca), мызника (Pedicularis lacta), резеды (Reseda lutea), фиалки (Viola hirta) и некоторые другие. Местами, напр., большие площади одеты роскошным степным пионом (Paeonia temufolia), степным гиацинтом (Hyacinthus leucophaens), Anemone silvestris и др. Наиболее характерный и роскошный вид целина приобретает в начале июня (ст. ст.), когда она одевается в сплошной голубой ковер из цветущего шалфея (Salvia mutans) или покрывается волнующимися на ветру серебристыми перьями ковыля (Stipa pennata). Главная масса растительности состоит из злаков (Stipa, Festuca, Koeleria), сидящих пучками, с промежутками черной почвы между ними. Сплошного, связного дерна, подобно дерну на севере России, здесь нет.

К концу лета большинство степных трав отцветает и степь приобретает общий сероватый колорит, с отдаленными друг от друга пятнами цветущих растений. Этот третий период можно назвать периодом тирсы (Stipa capillata), которая из всех степных растений наиболее бросается в глаза своим обилием. Осенью на черноземкой целине, кроме некоторых летних, цветут преимущественно сложноцветные (Echium rubrum, Centaurea oricuterlis, Inula germanica, Senecio Jacobea, Scabiosa ochroleuca, Eryngum campestre).

Отсыхая, некоторые растения обламываются у корня и, благодаря своей более или менее шарообразной форме, легко перекатываются ветром по степи, рассевая по пути свои семена. Подобные „перакати поле“ образуют Eryngium campestre, Crambe tatarica, Salsola kali, Serratula xeranthemoides, Cerato carpus arenarius, Phlomis pungens и др. К концу сентября на целине остаются почти исключительно пучки злаков, между которыми проглядывает голая почва. Но еще до снегов целина одета (там, где она не служит пастбищем) высокими, теперь уже сухими пучками тирсы с плодами и целой щеткой засохших стеблей последних летних и осенних растений. Среди этой мертвой обстановки неожиданно появляются вызванные к жизни осенней влагой первые представители весенней флоры, мох Barbula и водоросль Nostoc, роскошно вегетирующие на целине до выпадения снега. Кроме травянистых растений на целине довольно часто встречаются густые кустарные заросли, достигающие высоты около 1½ арш. и поперечника в несколько десятков аршин. Заросли эти, называемые дерезняками или вишарниками, состоят обыкновенно из дерезы

(Caragana frutescens), бобовника (Amygdalus nana), степной вишни (Prunus chamae cerasus), таволги (Spirea crenifolia), ракитника (Cytisus biflorus), терна и тернослива (Prunus spinosa и Prunus instricia). Между ними встречается целый ряд степных трав и шиповник (Rosa cinna mouea), а нередко и более крупные кустарники и деревца, чаще всего крушины (Rhamnus catpartica), яблоки и груши.

Из этого описания видно, как велико разнообразие степной растительной формации и как много растительных сообществ сменяется в течение вегетационного периода на одном и том же месте и с каким совершенством используется почва для целого ряда последовательных сменяющихся сообществ. Получается как бы естественный плодосмен дико растущих представителей разнообразных групп растений, резко различных по своим требованиям и времени наибольшего развития. В результате такого сложного симбиоза и плодосмена достигается, с одной стороны, максимальная производительность степи, в смысле производства растительной массы, с другой стороны — накопление громадного количества пожнивных и корневых остатков, дающих материал для образования перегноя и в то же время создающих наиболее благоприятную структуру целины. Чрезвычайно пористая зернистая структура целинного чернозема представляет идеальное сочетание всех физических свойств почвы в отношении поглощения и расхода влаги, в отношении к теплу и газообмену. Благодаря зернистой стуктуре, целина наилучшим образом использует атмосферную влагу и обеспечивает нормальное питание богатой степной флоры. С распашкой степи разрушается эта идеальная структура; под влиянием атмосферных осадков, морозов, земледельческих орудий и пастьбы чернозем распыляется, становится труднопроницаемым для влаги и воздуха, легко подвергается разрушительному действию полой воды и ливней, производит недостаточное количество питательных веществ и, просыхая на большую глубину, выносит на поверхность соли, не играющие роли в питании растений, но зато вызывающие образование твердой корки, которая останавливает газообмен и разложение в почве растительных остатков. Таким образом, распашка и однообразная зерновая культура степи самым радикальным образом нарушает то гармоническое соединение вегетационных факторов, которым характеризуется первобытная целинная степь. При одних и тех же климатических и почвенных условиях, вместо роскошного и почти непрерывного развития растений получаются скудные урожаи нескольких хлебных посевов, после которых земледелец вынужден забрасывать поля, предоставляя природе восстановить нарушенное хищнической культурой плодородие почвы, и после продолжительной залежи вновь принимается за свою разрушительную работу. Целительное действие природы требует обычно не менее 5—6 лет, чтобы хотя отчасти исправить структуру чернозема. О полном восстановлении тех свойств, которыми характеризуется целинная почва, конечно, уже не может быть речи, так как степная флора, в особенности при сплошной распашке окружающих земель, восстанавливается чрезвычайно медленно и даже самые старые залежи весьма существенно отличаются по своему ботаническому составу от девственной степной флоры. Главным препятствием для быстрого заселения залежной растительности и для восстановления дернистой структуры почвы является **пастбищное пользование** заброшенной пашней в виде многолетнего зеленого пара-выгона или, так называемые, **толоки.** Постоянное истребление подрастающих растений в самом молодом возрасте и вытаптывание, утрамбование почвы ногами животных ведет к сильному распылению и уплотнению поверхностного слоя, который превращается в настоящий ток и препятствует аэрации и просачиванию атмосферных осадков, а также прорастанию и укоренению дикорастущих растений. Толока заселяется поэтому преимущественно сорными травами. В первый год после хлебов обыкновенно заселяются **корневищные злаки—пырей** (Triticum repens) **и костер** (Bromus inermis) **и крупные** бурьяны Cirsium arvense, Cardunsacantroides, Onopordon Acantium, Sonchus arvensis, Centaurea Jacea **и пр. сложноцветные и полыни.** Artemisia Absintium, Scoparia vulgaris **и различные сорные травы полевых посевов (мышей** Sefaria viridis, **ширица** Amaranthus retrofleus, **вьюнок** Convolvulus arvensus **и** Polygonum Convolvuleus, **молочай** Euphorbia gerardiana, **курай** Salsola Kali, **горчица** Sinapis arvensis, **гулявник** Sisymbrium pannonicum, **чаполодь** Hierochloa odorata, **донник** Mellilefor, **ромашка** Maxricurta inodora, **полевые сокирки** Delfinium Consolida, **медвежье ухо** Verbascum Lychitis, **белена,** Hyosciamus niger, **тысячелистник** Achillea Millefolium **и** др.).

Под влиянием уплотнения почвы и стравливания, через 2—3 года корневищные злаки и бурьяны исчезают, постепенно передавая господство целинным многолетникам, преимущественно злаковым, выносящим плотные сухие почвы. **Наиболее типичные степные злаки—ковыли** (Stipa pennata **и** St. capillata), **овсяница** (Festuca ovina sulcata) **и типцы** (Kohleria cristata) получают преобладание только по истечении 10—20 лет. Под влиянием пастьбы толочная степь значительно обогащается такими видами, которых скот не поедает, а именно — молочаи, полыни, кураи, донники, шалфеи, щавели и пр. Значительное ухудшение ботанического состава залежной растительности по сравнению с растительностью целины обусловливается также истощением почвы под влиянием односторонней хлебной культуры. Чем сильнее истощение, тем продолжительней период восстановления залежи.

Чтобы ускорить процесс восстановления залежной структуры, на юго-востоке России выработаны различные виды, так называемой, **скороспелой залежи.** Благодаря трудам В. С. Богдана, на Костычевской опытной станции (в Самарской губ.) и позднее Н. М. Тулайкова, на Безенчукской опытной станции (той же губ.) удалось выяснить, что некоторые виды злаков и в наибольшей степени солевыносливый и засухоустойчивый **житняк** (Triticum cristatum) способны в кратчайший срок восстановить зернистую структуру, а в сочетании с засухоустойчивыми видами мотыльковых (между ними в особенности желтой серповидной люцерны (Medicago fallusa) в сравнительно короткий срок восстанавливается также запас питательных веществ (на счет фиксированного из воздуха азота и солей, поглощенных глубокими корнями из-под почвы). Чем мощнее развитие названных кормовых трав, под влиянием орошения, тем быстрей образуется плотная дернина, а следовательно, тем раньше почва приобретает так называемую **залежную спелость.**

Само собой разумеется, что успех от возделывания кормовых трав прежде всего зависит от рациональной полевой культуры, как самих трав, так и их предшественников, а также—и от последующих, так называемых, **пластовых посевов,** в первую очередь использующих свежий пласт и способных сохранить, или напротив в короткий срок разрушить зернистую структуру и связанное с ней плодородие почвы.

Таким образом, в целесообразной культуре многолетних трав нужно видеть коренную мелиорацию пахотных земель, испорченных в отношении физических свойств и истощенных в отношении запаса питательных веществ продолжительной культурой хлебов.

В зависимости от степени истощения и распыления почвы, а также свойств возделываемых кормовых трав, продолжительность травяной культуры колеблется в пределах от 2 до 6 лет, при чем травы непременно включаются в общий плодосмен всех полевых посевов и должны быть использованы, главным образом, на укос. а не на семена, и не на выгон. Производство семян и пастьба одинаково ослабляют кормовые травы и быстро изреживают травостой, а вместе с изреживанием посевных трав почва заселяется нежелательными сорными растениями, вследствие чего получается не плотный дерн, а пласт, истощенный и сильно засоренный, т.-е.. цель травяной культуры совсем не достигается.

В зависимости от климатических и почвенных условий следует различать, главным образом, два типа, травяной культуры: на северном пределе степи, где почвы сильнее выщелочены и нуждаются главным образом в обогащении азотом, в травяной степи должны преобладать травы **мотыльковые,** как азотособиратели (в нечерноземной и черноземной лесостепи, главным образом, красный клевер, южнее — в черноземной полосе — люцерна и эспарцет); на южном пределе степи, где почвы изобилуют солями и богаты азотом, но сильнее страдают от недостатка влаги, преимущество должно быть дано **злакам** (тимофеевке, костру и житняку), как растениям, быстрее образующим плотный дерн и зернистую структуру почвы.

Что касается соотношения земельных угодий, т.-е. площади кормовых растений и пашни, то оно должно определяться главным образом **производительностью** кормовой площади. Если при тощих естественных лугах на сбор кормов, необходимых для содержания скота и нормального удобрения полей, требуется площадь в несколько раз превосходящая площадь пашни, то при рациональной полевой культуре кормовых трав и плодосмене бывает достаточно извести от ⅓ до ½ пашни, чтобы получить такое же количество кормов и содержать прежнее количество животных, но возможно и дальнейшее сокращение кормовой площади в случае замены навоза искусственными удобрениями и введения так называемых концентрированных кормов.

Мы рассмотрели естественную смену растительных формаций и земельных угодий в лесной и в степной области и, в связи с изучением этих естественных процессов, указали на важнейшие культурные мероприятия, при помощи которых достижимо коренное улучшение земельных угодий и регулирование их взаимоотношений в соответствии с потребностями человека.

Нам остается рассмотреть условия, присущие четвертой растительной области, пустыне, и выяснить, чем определяются естественные границы этой области и возможность ее сокращения в пользу смежной степной области.

Пустынная область характеризуется преобладанием наиболее солевыносливых и засухоустойчивых видов или даже полным отсутствием растительности. Если степная флора отличается чрезвычайной пестротой и разнообразием постоянно сменяющихся растительных сообществ, то пустынная флора, напротив, отличается полным разобщением, раз'единением отдельных видов, занимающих только часть поверхности и оставляющих обнаженную почву на значительном пространстве.

Вот как характеризует растительность пустынь Танфильев:

«Пустыни часто называются также степями, хотя между обоими этими видами поверхности земли существует несколько существенных отличительных признаков. Общей для степей и пустынь особенностью является их безлесие в естественном состоянии и незаливаемость речными водами. Кроме того, почвы степей и пустынь более или менее богаты растворимыми солями, особенно карбонатами, но также сульфатами и хлоридами. Но в степях легко растворимые соли не достигают такой концентрации, как в пустынях, отступая на второй план перед углекислой известью. В связи с этим находится и более обильная в течение лета растительность, одевающая степи более или менее сплошным покровом, хотя отдельные растения и могут при этом сидеть пучками с небольшими промежутками голой почвы. Отмирающие части растений окрашивают верхние горизонты почвы в более или менее темный цвет (чернозем, бурые земли). Пустыни или совершенно лишены сплошного растительного покрова или он держится только ранней весной; летом же и осенью почва бывает обнажена от растительности или она одета далеко отстоящими друг от друга растениями с деревянистым или отмирающим к зиме стеблем и с узкими, жесткими, мало испаряющими воду листьями. Дерна на пустынной почве нет, нет здесь и окрашенного почвенного слоя. Почва обыкновенно очень богата растворимыми солями, которые часто прямо выкристаллизовываются на поверхности. Промежуточное место между степями и пустынями занимают лёссовые пустынные степи. Отсутствие заметно окрашенного почвенного и постоянного растительного покрова, также значительная соленосность лёсса сближают их с пустынями, но густая растительность весною и тождество лёсса пустынных степей с лёссом, на котором в южной России уже образовался чернозем, позволяют эти лессовые пространства отнести к степям (или, как в настоящее время принято, выделить переходную так называемую полупустынную зону). Северные участки пустыни имеют чрезвычайно пестрый вид, благодаря постоянной смене пустынных пятен степными и этих последних снова пустыней. Кроме того, вдоль рек и речек пустыня местами далеко вдается в степные места. Подобная пестрота обусловли-

вается по исследованиям В. С. Богдана в значительной степени обилием, порой едва заметных, блюдцеобразных понижений среди солонцевато-глинистой пустыни, при чем в этих понижениях, благодаря лучшему промоканию почвы, уносятся легко растворимые соли и образуется более или менее темноцветный почвенный слой, иногда ничем не отличающийся от чернозема. В более глубоких понижениях — воронках, достигающих даже 2 слишком аршин глубины, чернозем замечается только по бокам, тогда как на дне воронок, где почва подвергается особенно сильному промачиванию, она превращается в белесоватую, сильно оподзоленную массу. На дне подобных воронок с оподзоленной почвой появляются влаголюбивые луговые растения, напр., лютик (Ranunculus Ficaria), Myosurno minimus, Nasturtium, amphilium, Reckmannua cruciformis, Triticum repens, и др.

На черноземных участках воронок и на дне мелких блюдец растут степняки Stipacapilata, Festuca ovina, Triticum cristatum, Kohleria cristata, Artemisia austriaca и др.

Рядом с блюдцами на участках солонцевато-пустынных обыкновенно растут солончаковые Camphorosuia rutlenicum, Kochia prostrata Poa Bullosa, а на настоящих солонцах здесь особенно часты, кроме Kochia, Artemisia maritima, Echinopsilon sedoides, Statice Gmelini, Salicornia Crynsis и др.

Пестрота растительного покрова в связи с такой же пестротой почвы и побудили назвать почвы полупустынной зоны «комплексными». Эта пестрота обусловливается неравномерным распределением влаги и чрезвычайно резким воздействием соленосного почвенного раствора на химический состав и физические свойства почвы. Единственным регулирующим и нивеллирующим фактором здесь могло бы явиться периодическое увлажнение, а потому в полупустынной зоне и пустыне орошение приобретает значение, как коренная мелиорация, направленная однако не столько на обеспечение посевов влагой, сколько на ослабление концентрации почвенного раствора и на удаление из почвы избытка солей. Опыты орошения на Костычевской опытной станции наглядно показали, что одним орошением не только не могут быть достигнуты удовлетворительные результаты при возделывании полевых растений, но орошение, не сопровождаемое удалением солей, напротив, может привести к еще большему засолению почвы, вследствие капиллярного под'ема солей, отложившихся в подпочве, и таким образом, вместо мелиорации солонцеватых почв может получиться искусственное засоление пашни, превращение ее в злостный солонец, непригодный для культуры. Такие же результаты получены в Египте и в Соединенных Штатах Сев. Америки, где культуре солончаковых почв уделяется особое внимание, в связи с их широким распространением в западных штатах (Калифорния, Аризона, Техас, Колорадо, Н. Мексика, Юта, Иоминг). В результате опытов выяснилось, что орошение солонцеватых почв требует или весьма экономного и осторожного пользования водой (для предупреждения под'ема подпочвенных солей, смачивание должно ограничиваться почвенным слоем) или же, наоборот, при наличности больших запасов воды, орошение должно преследовать растворение и удаление солей, содержащихся не только в почве, но и в подпочве, а это возможно лишь при сочетании орошения с дренажем. Однако далеко не все растения ока-

зываются способными произрастать на орошаемых солонцеватых почвах и в этом отношении опыты установили целый список растений, пригодных для культуры при различных условиях засоления. Имеется немало видов у кормовых растений, хорошо растущих даже без всякого орошения на сухих солонцеватых почвах, между ними в особенности выделяются различные американские и австралийские виды лебеды (Atriplex semmibaccata, Atriplex pamparum, Atr. canescens, Atr. Nuttali truncata), затем некоторые австралийские виды Kochia на влажных солонцах Bescmania cruciformis, Agropyrum repens. В юго-восточных степях лучшие результаты получены В. С. Богданом при возделывании житняка и ребрика (Triticum cristata и Triticum desertorum) и серповидной люцерны (Medicago falcata). Из культурных растений более солевыносливыми являются хлопок, сорго, подсолнечник, земляная груша, свекла (сахарная и столовая), шпинат, спаржа, лук, чеснок; из древесных пород—финиковая пальма, тутовое дерево, платан, тамарикс, айва, фиги, оливки. Само собой разумеется, что и эти растения, выделяющиеся среди других своей солевыносливостью, развиваются значительно роскошней при коренной мелиорации солонцеватых почв, а потому и приходится прибегать к поверхностному орошению, по возможности без проникновения оросительной воды глубоко в подпочву и с возможно более быстрым ее использованием растительным покровом.

Другой мерой улучшения солонцеватых почв является гипсование, косвенное удобрение при помощи известковой соли, понижающей ядовитое действие наиболее опасной растворимой соли черных солонцов, а именно углекислого натра. Но полезный эффект гипсования, очевидно, может проявиться только при достаточной почвенной влажности, на что в большинстве случаев без орошения в пустынной области нельзя расчитывать. Столь же мало действительной мерой борьбы с солонцеватостью являются различные приемы механической обработки почвы (глубокая перепашка в конце сухого периода, с целью углубления наиболее соленосного слоя, частое разрыхление поверхности, с целью предупреждения испарения и скопления солей у поверхности).

Среди различных способов орошения, комбинированного с удалением солей, в американской практике и в Египте пользуются применением три способа, а именно: 1) непродолжительное, но многократное затопление солонцеватого участка с последующим поверхностным удалением оросительной воды, поглотившей растворимые соли почвы; 2) более продолжительное затопление—с просачиванием воды в подпочву и удалением ее путем естественного подземного стока (в реки, балки) и 3) затопление солонцов и отвод оросительной воды вместе с растворенными солями при помощи подземного дренажа или открытых канав.

Первый способ дает хорошие результаты только на связных труднопроницаемых почвах при большом скоплении солей у поверхности и при глубоком уровне грунтовых вод. На легко проницаемых почвах оросительная вода успевает проникнуть до соленосного слоя подпочвы или даже до уровня соленосной грунтовой воды и в результате—вместо удаления избытка солей, получается еще худшее засоление почвы солями почвы и грунтовых вод, так как эти соли выносятся на

поверхность капиллярным движением после удаления оросительной воды, тогда как до орошения сухой слой подпочвы препятствовал их под'ему к почве.

Второй способ, очевидно, возможен лишь при особенно благоприятных орографических условиях, когда грунтовые воды имеют естественный сток по достаточно крутому уклону непроницаемой водоудерживающей породы в выход в речную долину или глубокую балку; но как раз в пустынной области отсутствие рек и балок препятствует широкому применению такого способа коренной мелиорации солонцеватых угодий. Наиболее надежным и универсальным является, конечно, третий способ мелиорации, заключающийся в полном промывании почвы и подпочвы, при помощи одновременного орошения и дренажа. Но, к сожалению, именно этот способ является и наиболее дорогим, доступным лишь при весьма интенсивной эксплоатации земли в густонаселенных и высококультурных странах, к каковым едва ли в настоящее время могут быть причислены пустынные окраины юго-восточной России (киргизские и калмыцкие степи и вся Арало-Каспийская низменность). Более счастливыми в этом отношении являются две другие окраины России — Туркестан (с примыкающей Хивой и Бухарой) и Закавказье (с полупустынными степями Муганской, Ширванской, Каразской и др.), где орошение уже получило широкое применение в связи с развитием в этих странах хлопковой и рисовой культуры. Следует, однако, заметить, что первые опыты колонизации Закавказских солонцеватых степей привели к результатам весьма плачевным, именно—вследствие неосторожного применения орошения без сопутствующего дренажа, и громадные пространства пахотной земли (например, в Муганской степи) оказались засоленными настолько сильно, что дальнейшая их эксплоатация потребовала полной реорганизации всей системы орошения, к которой однако русское правительство не успело приступить до войны и до выделения Кавказа в ряд самостоятельных государств.

Примером особенно удачного применения третьего способа мелиорации солонцов может служить превращение в цветущие плантации хлопка бывшего Абукирского озера в Египте (25 тыс. акров или около 8 тыс. десятин), произведенное английской кампанией в конце 80-х годов и стоившее в то время, при крайне низкой стоимости работ, около 100 руб. на дес., при чем почти ничего не стоившие земли поднялись в цене до 1.600 р. за дес., а ежегодные дивиденты Абукиркомпании достигли 20% на затраченный капитал.

Особый вид представляют в пустынной области песчаные степи, особенно развитые в Закаспийской области, на восточном побережьи Каспийского моря. «Преобладающие в песчаной степи кустарные формы во многих местах густо покрывают огромные песчаные холмы и придают им вместе с разнохарактерной и красивой флорой травянистых растений чрезвычайно заманчивый вид. Весною, в апреле и мае, бугристые пески—совершенный сад. Холмы усеяны различных пород Lalligonum, бросающимися в глаза своей шарообразной формой, яркой зеленью и оригинальным расположением ветвей. К ним присоединяются кусты колючки (Halimodendron argenteum) породы Amnodendron с серебристыми

листьями и черно-фиолетовыми цветами, саксаул (Haloxylon Amnodendron) своей странной и вместе величественной осанкой напоминающий несколько сосну и гребенщики (Tamarix), в которых нежнорозовые гроздья цветов так хорошо гармонируют с матовой зеленью листочков и красноватым оттенком гибких ветвей. Кое-где проглядывают и небольшие рощицы джиды (Elaagnus hortensis), усыпанной золотистыми, сильно пахучими цветами, и несколько пород древовидных астраганов. Область бугристых песков по справедливости можно назвать лесной областью пустынной флоры». По Коржинскому «все эти древовидные или кустарные формы представляют много оригинального и по своему наружному виду и по способу роста. Их ствол, по большей части, невысокий, корявый, часто неправильной формы от глубоких продольных борозд. Ветви, большей частью, белые или сероватые, листья узкие, серозеленые, чаще же листьев совсем нет и их роль выполняют молодые веточки, заключающие в себе хлорофил. Большая часть древесных пород растет весьма медленно, имеет древесину чрезвычайно твердую, но хрупкую, чем в особенности отличается саксаул. Эти деревца стоят весьма редко одно от другого и не дают ни малейшей тени, так что почва под ними столь же суха и бесплодна, почти столь же накаливается лучами солнца, как если бы их вовсе не было. Эти заросли нельзя сравнивать ни с лесами, ни с кустарниками умеренной полосы и вообще к ним нельзя применить ни одного из употребительных в литературе и науке терминов. Они составляют совершенно особый тип растительности, столь самобытный и оригинальный, что он никогда не изгладится из памяти того, кто хоть раз в жизни имел случай его видеть». Сравнительное богатство растительности более или менее неподвижных бугристых песков об'ясняется, прежде всего, близостью грунтовой воды, по крайней мере, весною, так как пески впитывают в себя воду тающих снегов. Зато пески подвижные, или барханы, совершенно лишены растительности и только разве в углублениях между барханами изредка появляются далеко отстоящие друг от друга кусты Calligonum и немногих других песчаных растений».

Итак, благоприятные физические свойства песчаных почв, их легкая проницаемость для весенней и зимней влаги, их слабая капиллярность и в связи с тем слабое испарение почвенной влаги, а также отсутствие скопления у поверхности солей позволяет при некотором притоке влаги извне (хотя бы в виде тающих ранней весной снежных скоплений) развиться весьма роскошной растительности, не только травянистой, но даже древесной (благодаря более глубокому ее укоренению и питанию грунтовой водой). Недостатками песчаных почв, препятствующих их использованию для культуры травянистых растений, является их бедность питательными веществами и чрезмерное нагревание поверхности. Оба эти недостатка более или менее устраняются при помощи особого способа орошения, связанного с внесением питательных веществ в виде взвешенных в оросительной воде иловатых частиц. Классическим примером такого орошения с отложением ила представляет затопление долины Нила, известной своим необычайным и неистощимым плодородием. К сожалению, далеко не всегда речные воды содержат достаточное количество взвешенного ила, так как содержание солей, свойственное оросительным

водам пустынной области, вызывает осаждение ила в виде хлопьев, а вместе с илом осаждаются и тонкие частицы песка. Реки, берущие начало далеко за пределами пустынной и степной области, например, Волга, собирающая воду, главным образом, в пределах лесной области, несут полые воды, весьма богатые взвешенными частицами, а потому вполне пригодны для орошения песков, например, в нижнем течении — между Царицыном и Астраханью, где, действительно, культура песков с орошением дает богатейшие сады, бахчи и огороды. Еще более распространенный вид орошения с отложением ила представляют заливные луга степной области, славящиеся особенным богатством флоры и роскошным развитием (напр., по Оке, Дону, Днепру). В пределах лесной области заливные луга, благодаря их более торфянистому заболоченному характеру, отличаются меньшей производительностью, хотя и здесь весьма заметно проявляется улучшающее действие ила и песка, отлагающегося из полой воды, и в гораздо меньшей степени — благотворное влияние самого орошения. Орошение с отложением ила в европейской технике получило название **кольматажа** и дает особенно блестящие результаты в Ломбардии (северной Италии, в долине реки По). Кольматаж производится при помощи затопления всей поверхности, разделенной валиками на ряд участков, орошаемых в известной последовательности; для более полного осаждения ила, требуется медленное движение оросительной воды и задержка ее для более или менее продолжительного отстоя. В зависимости от характера взвешенных частиц кольматаж может иметь значенее не только для песчаных и хрящевых (грубозернистых) почв, но также и для почв связных и торфянистых, так как отложение песчанистого ила улучшает физические свойства таких почв. Особый вид кольматажа представляет орошение при помощи канализационных вод, содержащих городские отбросы, частью в растворенном, частью во взвешенном состоянии. Такое орошение представляет не столько водоснабжение, сколько сильное удобрение и может вызвать вредное засоление почвы, если не сопровождается отводом воды при помощи подземного дренажа. Для обезвреживания и очистки возможно большего количества канализационных вод, орошаемая площадь должна обладать возможно лучшей проницаемостью, а потому городские поля орошения устраиваются преимущественно на песчаных и супесчаных почвах. Главная масса взвешенных частиц канализационных вод органического происхождения, а потому может оказывать полезное действие и на более связные сутлинистые почвы, улучшая их физические свойства. Для этих почв, однако, представило бы гораздо большее значение использование твердого осадка канализационных вод, который получается при так называемой **биологической очистке** в отстойных бассейнах. В последнее время при очистке канализационных вод в крупных городах предпочтение отдается, именно, биологической очистке, для которой не требуется устройства трубоотводов к более или менее удаленным полям орошения (расположение которых вблизи городов в санитарном отношении представляет неудобство). Процесс биологической очистки по существу представляет аналогию с тем процессом, который совершается в почве при процеживании через нее канализационной воды, но, к сожалению, сопровождается значительной потерей азота, который в виде раствора азотнокислых и аммиачных

солей выносится с прозрачной чистой водой из отстойных бассейнов и песчаных фильтров биологической станции.

Закончив краткий обзор естественных условий, характеризующих растительные области России, начиная с полярной тундры и кончая пустынями прикаспийской низменности, мы вместе с тем исчерпали описание важнейших случаев естественной смены земельных угодий и способов их коренного улучшения. Более подробное рассмотрение способов улучшения и эксплоатации различных земельных угодий, представляет задачу целого ряда других курсов, а именно — по мелиорации, по болотоведению и луговодству, лесоводству, садоводству и частной полевой культуре, отчасти же входит в другие главы курса общего земледелия, (а именно в учение о механической обработке почвы, в учение об удобрении и в учение о плодосмене).

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ПОЧВЫ.

Рассматривая естественную смену растительных формаций в различных областях России, мы могли убедиться в том, что весьма выдающаяся роль в этой смене принадлежит физическим свойствам почвы и, что свойства эти подвергаются существенным изменениям под влиянием растительного покрова. Так, например, для двух крайних растительных областей — полярной тундры и прикаспийской пустыни установлено, что наилучшие условия произрастания создаются песчаными почвами, на севере — благодаря их лучшей проницаемости, лучшему проветриванию и согреванию и большей сухости, на юге — благодаря тому, что та же лучшая проницаемость и слабая капиллярность песчаных почв способствует лучшему накоплению и сохранению влаги в подпочве и меньшему ее испарению с поверхности. В степной области, именно, к песчаным почвам, как менее соленосным, приурочены оазисы лесов, а в лесной области — те же почвы, наименее подвержены заболачиванию благодаря своей водопроницаемости и малому содержанию веществ, образующих непроницаемый осадок ортштейна. Но, с другой стороны, все эти благоприятные свойства песчаные почвы легко утрачивают под влиянием растительного покрова, так как создается на поверхности слой растительных остатков, непроницаемый для воздуха, поглощающий влагу и тепло и дающий начало сильным растворителям — гуминовым кислотам, которые лишают почву и без того в недостаточном количестве содержащихся в ней питательных веществ и, таким образом, лишают песчаную почву естественного плодородия.

Так как физические свойства почвы определяют в свою очередь то или иное сочетание вегетационных факторов и характер растительного покрова, то нам необходимо более подробно рассмотреть, какие свойства присущи различным почвенным типам в естественном состоянии и как эти свойства видоизменяются под влиянием того или другого растительного покрова.

Являясь средой для развития корневой системы растений, почва оказывает влияние не только непосредственно на развитие корней, но и на обеспечение ра-

стений водой и минеральной пищей, т.-е. участвует в круговороте воды и питательных веществ, в процессе накопления и расходования влаги, и в процессе накопления и разложения растительных остатков, или в микробиологическом процессе их минерализации. Кроме того, почва играет весьма важную роль и в постоянном тепловом обмене, поглощая теплоту солнечных лучей и отражая их в атмосферу, путем лучеиспускания. Таким образом, почва близко затрагивает важнейшие вегетационные факторы, как физические (обмен тепла, влаги, воздуха), так и химические и микробиологические (накопление и разложение органического вещества, образование и потери минеральных питательных веществ). Только свет и чисто биологические факторы произрастания не находятся в прямой связи с почвой, хотя косвенно использование света растениями и выработка ими тех или иных биологических особенностей находятся, конечно, в сильнейшей зависимости от свойств почвы. Какие же свойства почвы имеют наиболее важное значение с точки зрения их влияния на условия произрастания растений?

Вопрос этот может быть разрешен в общей форме только потому, что все вегетационные факторы, при своей полной равноценности и незаменимости, находятся между собой в неразрывной связи и взаимной зависимости, но наиболее тесную связь со всеми вегетационными факторами и наиболее резкие колебания в естественной обстановке представляет чаще всего только водный фактор. Избытком или недостатком влаги в природе определяются естественные смены растительных формаций, или же обусловливаются главные растительные области и главные направления или типы почвообразовательного процесса. А потому вполне естественно сосредоточить при изучении физических свойств почвы главное внимание на отношении почвы к воде, на тех свойствах, которыми определяется участие почвы в круговороте этой главной стихии живой природы. И, действительно, из почвоведения нам известно, что водные свойства почвы находятся в теснейшей связи и с газообменом и с тепловым обменом почвы, что никакие другие факторы, так сильно не влияют на аэрацию и температуру почвы, содержание в ней влаги, мало того, даже такие физические свойства почвы, как об'емный вес, порозность, цвет, связность, прилипание и трение—тоже сильнейшим образом видоизменяются под влиянием содержания влаги. Отношение почвы к воде, как известно, выражается в нескольких свойствах: 1) способности почвы поглощать или удерживать воду (так наз., влагоемкости); 2) способности проводить воду в подпочву (так наз., проницаемости); 3) способности поднимать воду из подпочвы (так наз., капиллярности); 4) способности к отдаче воды в парообразном состоянии (или испаряющей способности); 5) способности изменять об'ем под влиянием увлажнения или высыхания (так наз., набухания) и, наконец, 6) способности конденсировать водяные пары (так наз., гигроскопичности).

На первый взгляд может показаться, что наименее важным из этих свойств почвы с точки зрения обеспечения растений влагой является гигроскопичность, тем более, что поглощенная в парообразном состоянии влага недоступна растениям и даже во много раз меньше той предельной влажности, при которой корни способны черпать воду из почвы. Но в действительности — именно гигроскопичность является тем свойством, которое находится в наиболее тесной зависимости от основного физического признака почвы, а именно — общей поверхности почвенных частиц, определяющей максимальную поверхность соприкосновения с водой или газами, а следовательно, и максимальную силу притяжения жидких и газообразных частиц к частицам твердой почвы. Точное определение гигроскопичности при определенных условиях температуры и влажности воздуха, по новейшим исследованиям Родевальда и Митчерлиха, дает представление о внутреннем строении почвы, об'еме пор и их общей поверхности, а в связи с определением общей порозности и удельного веса почвы и о соотношении между порами различного калибра, или об'ема капиллярных и некапиллярных пор, чем в свою очередь определяются все свойства почвы в ее отношениях к воде и газам. Гигроскопичность отражает на себе не только физическое или механическое состояние почвы, но и химическую природу ее частиц, так как поглотительная способность к водяному пару изменяется для различных составных элементов почвы — перегноя, окиси железа, глины, извести, песка, достигая максимума для перегноя (и других коллоидальных веществ) и минимума для кварцевого песка (и других невыветрившихся крупинок различных минералов). Таким образом, гигроскопичность является признаком, наиболее полно отражающим на себе суммарное действие физической и химической природы почвы. Но в естественной обстановке решающее значение приобретает не общая равнодействующая физических и химических свойств почвы, а только те свойства, которые оказывают наибольшее влияние на действующий (находящийся в минимуме) вегетационный фактор. С этой точки зрения из 6 водных свойств наибольшее значение приобретает **водопроницаемость** почвы, так как от нее зависит полнота использования атмосферных осадков, быстрое накопление ее в слоях подпочвы и более полное их сохранение, благодаря удалению запасенной влаги от испаряющей поверхности и ослаблению ее капиллярного под'ема. Данное свойство не должно распространяться на большую глубину, так как в этом случае оно угрожает вывести атмосферную воду за пределы корнеобитаемого слоя. Менее важным и зачастую отрицательным свойством является **влагоемкость** почвы, так как этим свойством обуславливается задержка большей части атмосферных осадков в верхних слоях почвы, подвергающихся наибольшему воздействию атмосферы, а вместе с тем теряется непроизводительно значительная часть влаги через испарение. Благодаря высокой влагоемкости почв (даже песчаные почвы средней крупности способны задерживать до 25% своего веса, суглинки средней связности—до 50%, а перегнойник почвы—свыше 100%, и малой силе атмосферных осадков (в течение вегетационного периода большая часть дождей не достигает за сутки и 10 мм.), даже хорошо проницаемые рыхлые почвы промокают на небольшую глубину, далеко не достигающую мощности пахотного слоя, а потому и не удивительно, что большая часть летних осадков теряется непроизводительно чрез испарения и растения вынуждены черпать воду, главным образом из более глубоких слоев подпочвы, затрачивая на построение глубокой корневой системы большую массу пластического материала (пример почвы Гор. Уч. Поля 1920 г.). В связи с отрицательным значением высокой влагоемкости и положительным значением высокой проницаемости приобретает значение

капиллярность почвы, так как этим свойством регулируется влажность корнеобитаемого слоя. Однако капиллярное движение влаги может приобретать и отрицательное значение, когда оно распространяется до самой поверхности и способствует просыханию почвы и подпочвы. **Испаряющая способность** почвы—свойство тем более отрицательного значения, чем меньше растения обеспечены влагой и чем больше теряется при этом не только влаги, но и тепла. Превращение воды в парообразное состояние сопровождается громадным поглощением тепла и потому испарение отражается на температуре почвы сильнее, чем многие другие факторы (напр. цвет почвы, рыхлость или порозность, механический состав и т. д.). Наконец набухание, свойственное глинистым и перегнойным почвам, тоже является признаком отрицательного значения, в виду того, что оно вызывает чрезмерное сокращение об'ема почвенного воздуха и, следовательно, затрудняет аэрацию и газообмен.

Итак с точки зрения обеспечения растений влагой наиболее важным свойством почвы является ее водопроницаемость. Это же свойство неразрывно связано с проницаемостью почвы для воздуха, так как и газообмен обуславливается, главным образом, соотношением крупных некапиллярных промежутков и мелких капиллярных пор, из которых первые дают свободный простор движению воды и воздуха, а вторые, поглощая воду, заполняются и тем самым исключают возможность проникновения воздуха. Проницаемость почвы для воды и воздуха, представляя свойство, наиболее тесно связанное с вегетационными факторами—водой и кислородом, в то же время определяет интенсивность и характер или направление всех химических и микробиологических процессов в почве, а потому находится в неразрывной связи и с условиями минерального питания растений.

Рассмотрим поэтому более подробно, как изменяется проницаемость для различных почвенных типов и какое влияние на нее оказывают различные виды растительного покрова, живого и мертвого. Так как зональные почвенные типы генетической классификации являются конечным продуктом воздействия климатических и ботанико-географических условий, то в данном случае нам необходимо исходить из **петрографических** почвенных типов, различающихся по механическому составу и содержанию главных составных частей—песка, глины, перегноя и извести.

Проф. Петровской Академии В. Р. Вильямс, которому принадлежат новейшие и особенно тщательные исследования механического состава почв, различает 10 механических элементов, различных по петрографическому составу и физическим свойствам, а именно — 1) в каменистой части почвы — камни (крупнее 10 мм.), хрящ или гравий крупный (от 5 до 10 мм.) и мелкий (от 3 до 5 мм.); 2) в песчаной части—песок крупный (от 1 до 3 мм.), средний (от ½ до 1 мм.) и мелкий (от ¼ до ½ мм.); 3) в пылеватой части пыли крупную (от $^1/_{100}$ до 25/100 мм.), среднюю (от 5/1000 до 1/100 мм.) и тонкую (от 1/1000 до 5/1000 мм.) и 4) глинистую часть или ил с частицами мельче 1/1000 мм. На основании подробного изучения физических свойств отдельных механических элементов и их разнообразия сочетаний или смесей проф. Вильямс выработал следующую **агрологическую** классификацию почв:

А. **Минеральные почвы** разделяются на 4 основных типа, называемых по механическим элементам, подавляющим свойства прочих элементов, а именно почвы хрящевые (содержащие больше 80% хряща), почвы песчаные (содержащие не более 1% ила и свыше 60% песка), почвы пылевые (содержащие меньше 5% ила и свыше 50% пыли) и почвы иловатые (содержащие больше 7% ила и меньше 10% песка, с преобладанием пылевых частиц).

Б. **Растительные почвы** разделяются на две группы по характеру растительных остатков, а именно—торфяные или моховые и травяно-болотные. По содержанию перегноя и извести все перечисленные почвенные типы разделяются пр. Вильямсом на 5 классов, а именно—3 класса по содержанию перегноя—почвы без перегноя, почвы, содержащие много перегноя (свыше 5%), и по содержанию извести—2 класса—почвы, содержащие мало извести (меньше 5% CaO) и почвы, содержащие много извести (свыше 5%).

Сравнивая водопроницаемость различных почвенных типов этой агрологической классификации в раздельно-зернистом (а не комковатом) состоянии, мы замечаем, что во 1) часть просачивающейся воды задерживается почвой, при чем у хрящевых и песчаных почв эта часть составляет незначительную величину, соответствующую смачиваемой поверхности хряща и песчаных зерен, тогда как у пылеватых и иловатых почв—она достигает об'ема всех скважин почвы (т.-е. составляет около половины общего об'ема почвы), а у чисто растительных даже превосходит об'ем почвы, так как насыщение таких почв сопровождается набуханием (как и у чисто иловатых почв); во 2-х—быстрота просачивания воды резко падает в пылеватых почвах и просачивание почти прекращается в иловатых почвах (когда прослойки ила находятся под сильным давлением вышележащих слоев, так что не могут разбухать при увлажнении, то они становятся совершенно непроницаемыми для воды даже при толщине прослойки в несколько миллиметров); в 3-х—общая проницаемость грунта, состоящего из слоев различного механического состава, всегда определяется проницаемостью наименее проницаемого слоя, а потому улучшение проницаемости слоев может иметь значение только для увлажнения верхних слоев подпочвы. Так, например, на подзолистых почвах с непроницаемой прослойкой ортштейна—улучшение проницаемости самой почвы не может предохранить почву от пересыщения влагой, скопляющейся выше ортштейновского горизонта. Однако, в виду того, что микробиологические и механический процессы почвы, обуславливающие минеральное питание растений, по необходимости (в связи с лучшей аэрацией и лучшими нагревами) сосредсточиваются в пахотном слое, увеличение проницаемости почвы, связанное с уменьшением ее влагоемкости и улучшением аэрации, имеет все же чрезвычайно важное значение, как для почв, страдающих от избытка влаги, так и для почв (страдающих от ее недостатков; для последних, в виду того, что лучшая проницаемость позволяет запасти влагу в более глубоких слоях, и, следовательно, лучше предохраняет ее от непроизводительного испарения.

Итак, самое важное из физических свойств почвы—ее водопроницаемость складывается неблагоприятно как раз в наиболее богатых по своему петрографическому составу почвенных типах—пылеватых и иловатых, и это обстоятельство

вынуждает изыскать такие приемы коренного улучшения, которые позволяли бы использовать природное богатство этих почв. Присматриваясь к различным явлениям природы, вызывающим улучшение этих почв, мы можем подразделить способы воздействия на труднопроницаемость почвы на 1) чисто механические (как разрыхление почвы при помощи орудий, разрыхление влажной почвы при помощи мороза и распыление почвы при помощи атмосферных осадков); 2) чисто химические (действие растворимых солей, в особенности известковых, действие органических веществ, в особенности свежеосажденного перегноя) и 3) биологические, представляющие одновременное совокупное действие механическое и химическое под влиянием деятельности населяющих почву живых организмов.

Механическое воздействие на почву само по себе, хотя и влияет на порозность почвы, но влияние его оказывается или весьма непродолжительным (вследствие недостаточной прочности случайного сложения почвенных частиц, с слишком крупными промежутками и полостями) или недействительными (вследствие увеличения об'ема капиллярных пор, не играющих роли в проницаемости почвы для воды и воздуха). С другой стороны, полезное действие механической обработки постоянно парализуется вредным механическим действием атмосферных осадков. Дождевые капли, падая на почву с большой высоты, отрывают мелкие частицы, распыляют почву, вызывают образование на поверхности иловатой корки и отложение тонких пылеватых частиц внутри почвенных пор; в результате получается закупорка почвы с поверхности и совнутри, и проницаемость почвы для воды и воздуха может совершенно прекратиться. Морозы действуют разрыхляющим образом на крупные глыбы и комки, свободно лежащие на поверхности, тогда как в более глубоких слоях, находящихся под давлением окружающей почвы, замерзающая вода действует уплотняющим образом на более мелкие комочки и крупинки почвы, и в результате под влиянием мороза получается при той же общей порозности почвы, главным образом, изменение соотношения между порами различного калибра, при чем это изменение чаще оказывается благоприятным для проницаемости, так как при менее равномерном распределении пор в почве увеличивается об'ем крупных пор, легко проницаемых для воды и воздуха и сокращается количество капиллярных пор, играющих роль в отношении влагоемкости и волосности почв, т.-е. свойств зачастую отрицательного значения. Химическое воздействие в естественной обстановке тоже складывается чаще в неблагоприятную сторону, так как из растворимых солей почвы только немногие соли вызывают более или менее прочное сцепление почвенных частиц в комочки или хлопья; соли эти—щелочно-земельные (извести, магнезии) и железистые обладают как раз малой растворимостью и потому действие их парализуется обратным действием солей щелочных, легко растворимых, более подвижных (аммиачных, натровых и калиевых). Такое же соотношение наблюдается в природе и между органическими веществами: благоприятно действующие труднорастворимые и легко осаждающиеся органические соединения в силу своей малой подвижности распространяют свое влияние на небольшую поверхность почвенных частиц, тогда как легко растворимые соединения (напр., свободные органические кислоты—гуминовая, ульминовая, креновая и их щелочные соли), напротив, свое действие

распространяют на всю массу почвенных частиц и простирают на большую глубину, осаждаясь лишь в подпочвенных слоях, в которых встречаются скопления щелочно-земельных и железистых солей. И при обратном движении почвенного раствора чаще выносятся на поверхность соли легкорастворимые, щелочные, вредно отражающие[illegible]а физических свойствах почвы, вызывающие их засоление, тогда как сол[illegible]удно растворимые естественно остаются позади и оказывают более слабое влияние. Поэтому-то в природе мы встречаемся гораздо чаще с двумя отрицательными химическими процессами — **подзолообразовательными** в зоне избыточного увлажнения (при чем главную роль играют растворимые кислые органические вещества лесной подстилки) и процессом осолонения почв в зоне недостаточного увлажнения (при чем главная роль при образовании солонцев принадлежит **щелочным** минеральным солям). Не имея основания расчитывать на благоприятное влияние естественных химических процессов, земледелец вынужден оказывать химическое воздействие на почву как раз в направлении обратном естественному, а именно—вместо растворимых щелочных солей на севере вносить нерастворимые, щелочно-земельные (в форме мергелевания или известкования), а вместо кислого растворимого перегноя растительного покрова—вносить в почву нерастворимый нейтральный перегной (в виде навоза, или компоста), и на юге—действие растворимых щелочных солей парализовать: 1) извращением самого направления в движении солей, путем комбинированного орошения и дренажа и 2) внесением щелочно-земельных материалов, в виде гипса, разлагающего наиболее опасную щелочную соль злостных черных бесструктурных солонцов (углекислый натр).

Насколько механические и химические агенты природы оказываются неблагоприятными для воздействия на физические свойства почвы, настолько биологическое воздействие на почву населяющих ее животных и растений — напротив складывается в высшей степени благоприятно для почвенной физики.

В этом отношении раньше было обращено внимание на деятельность дождевых червей. В своем знаменитом исследовании Чарльз Дарвин приписывает именно дождевым червям громадную роль в почвообразовательном процессе. Питаясь растительными остатками, дождевые черви вместе с тем пропускают через свой пищеварительный канал и землистые частицы почвы, нейтрализуют кислый перегной своими пищеварительными соками, равномерно смешивают измельченные растительные остатки с минеральными частицами и в виде зернистых комочков выделяют на поверхность почвы. При благоприятных условиях влажности и достаточном количестве растительных остатков деятельность дождевых червей может принять такие обширные размеры, что, по мнению Дарвина, в течение немногих лет дождевые черви могут пропустить через себя весь верхний окрашенный гумусом слой почвы. Однако, в природе далеко не всегда встречается то сочетание условий, которое благоприятно для развития и жизнедеятельности дождевых червей: в северных широтах их развитию препятствует образование кислого перегноя и торфа, в южных—недостаток влаги. Более универсальное значение—в качестве агента воздействия на структуру и физические свойства почвы—принадлежит корневой системе растений. Корни при жизни производят

механическую работу раздвижения и сплотнения частиц, а после отмирания продуктами их разложения цементируются прилегающие сплотненные в крупинки частицы почвы, вследствие чего надолго закрепляется то пористое комковатое строение, которое вызвано деятельностью живых корней. Чем продолжительней действие растительного покрова, чем полнее пронизывается корнями почва, тем резче проявляется благотворное влияние растений и после хорошо развившихся многолетних кормовых трав или многолетней залежи—весь пахотный слой приобретает равномерно зернистую структуру, напоминающую девственные степи. Сплотнение распыленных почвенных частиц в комочки и крупинки вызывается отчасти и непосредственным воздействием продуктов разложения растительных остатков и этим обстоятельством заполняется тот важный пробел, который образуется близ поверхности почвы, вследствие углубления главной массы корней в более влажные слои. Если деятельность корней высших растений сосредоточивается в нижней половине пахотного слоя и простирается далеко вглубь в подпочву, то деятельность микроорганизмов и насекомых, напротив, локализирована в верхней половине пахотного слоя, благодаря большей зависимости ее от количества отмерших растительных остатков и от притока тепла и кислорода. В результате же совокупного действия всех естественных агентов комковатая структура восстанавливается с таким совершенством, что даже наиболее связные иловатые почвы приобретают вполне благоприятные физические свойства и прежде всего удовлетворительную проницаемость воды и воздуха.

Из краткого обзора физических свойств почвы мы пришли к заключению, что наиболее благоприятными свойствами в смысле обеспечения растений влагой и кислородом обладают хрящеватые и песчаные почвы, тогда как наиболее богатые по составу пылеватые и иловатые почвы нуждаются в коренном улучшении физических свойств, при чем в природе это улучшение достигается, благодаря растительному покрову.

Рассмотрим теперь более подробно, при каких условиях это улучшение является наиболее совершенным и длительным и какими мерами можно ускорить воздействие многолетних растений без ущерба для культуры однолетних.

Характеризуя естественные условия степной области, мы отметим, что свойства целины восстанавливаются после распашки степей чрезвычайно медленно. для этого естественного процесса требуются многие десятки лет и в результате все же ботанический состав и структура почвы далеко не достигает характера девственной степи или целины, в особенности благодаря тому, что пастбищное пользование залежами существенно изменяет флору в смысле ее ухудшения, а строение — в смысле распыления и уплотнения поверхностного слоя, наиболее важного для обеспечения почве надлежащей проницаемости. В результате производительность залежей по укосу сена падает так низко, что сокращение залежной площади и увеличение за счет залежей площади пашни становится все более и более необходимым, а вместе с тем, поневоле сокращается период восстановления плодородия

почвы. Между тем, уже из описания естественной смены растительных сообществ на залежи, мы видели, что в течение первых лет залежь заростает,преимущественно, малоценными в кормовом отношении сорными травами — бурьянами, которые и в смысле улучшения структуры почвы не играют роли, так как обладают глубокими стержневидными корнями и толстыми корневищами, действующими преимущественно на подпочву, на подобие корневой системы древесных растений. Второй период залежи, отличающийся преобладанием крупных корневищных злаков — пырея, костра, чаполоти,—в кормовом отношении является наиболее ценным, но в смысле улучшения физических свойств почвы — корневищные злаки представляют мало значения в виду того, что толстые корневища их, пронизывая почву, образуют в ней каналы слишком крупного калибра, деревянистые корневища разлагаются чрезвычайно медленно и образующийся из них перегной недостаточно прочно цементирует комочки почвы, в результате получается грубая комковатая структура, легко разрушаемая под влиянием атмосферных агентов и механической обработки. Кроме того, период корневищных злаков не может считаться завершением залежного процесса еще и потому, что в случае распашки залежи в этом периоде — культурные посевы неминуемо засоряются и даже совершенно заглушаются отрастающими из корневищ злаками, которые сами весьма отзывчивы на разрыхление почвы и выпадают на залежи только по мере ее уплотнения. Третий период залежи, характеризующийся преобладанием тонколистных плотнокустовых мелких злаков — овсяницы, белоуса, житняка, тонконога и ковыля,—в кормовом отношении является малоценным, благодаря весьма малому сбору сена, но зато именно степные злаки, образуя мощную мочковатую корневую систему и плотный дерн, чрезвычайно сильно изменяют структуру пахотного слоя, придавая ей мелкозернистое нежно-комковатое пушистое строение. Благодаря такому равномерному пронизыванию почвы тонкими корнями, образовавшиеся в ней комочки и крупинки приобретают большую прочность, так как облекаются нерастворимой пленкой свежеосажденного перегноя. Плотность дерна при таком его строении не представляет препятствия для создания рыхлого проницаемого пахотного слоя, так как при обороте пласта, даже без всякого участия разрыхляющих орудий — под влиянием одного мороза, комочки и крупинки раздвигаются и между ними образуются неканиллярные поры, обеспечивающие проницаемость почвы для воды и воздуха. В соответствии с неодинаковым происхождением комочков различной крупности, различной их прочностью, необходимо различать четыре типа строения почвы — **ореховое** с крупными комочками (свыше 5 мм.) в переходном горизонте, крупнокомковатое или **зернистое** (с комочками от 3 до 5 мм.), **мелкокомковатое** или **пушистое** (с комочками от 1 до 3 мм.) и **пылеватое** (с крупинками мельче 1 мм. и пылью).

Как велики различия в содержании комочков различной крупности на залежи и на пашне, показывают следующие примеры. По определению П. Ф. Баранова на Богодуховской опытной станции (в 1898 г.). в верхнем горизонте А содержалось:

	Богодух. оп. станц.		Лесной суглинок.		Переходный.
	Залежь.	Пашня.	Гориз.	Под. пахот.	
	A_1	A_1	A_2	A_2	B
Комочков крупных (5—10 мм.).	28,2	14,6	10,1	13,0	39,6
„ средних (3—5 мм.). .	19,7	5,7	18,8	25,6	17,2
„ мелких (1—3 мм.). .	14,4	16,6	33,6	41,6	22,8
Пыли и крупинок (мельче 1 мм).	37,7	70,1	37,5	19,8	20,4

Содержание пылеватой части почти вдвое выше на пашне, чем на залежи. Лесная почва отличается еще более комковатым строением, но в ней преобладают более крупные комочки, особенно в переходном горизонте B, что и составляет типическую особенность так называемых лесных суглинков (с переходным ореховатым горизонтом). Но и на одной и той же почве структура представляет резкие изменения, в зависимости от глубины слоя: верхний слой, более подверженный разрушительному действию осадков и земледельческих орудий (в особенности борон и экстирпаторов) и менее проницаемый корнями,—распыляется сильнее, наилучшее строение образуется в нижней половине пахотного слоя, более влажного, сильно обогащаемого мелкими корешками и деятельным перегноем, а с дальнейшим углублением — строение становится более грубокомковатым, благодаря более редкому размещению корней и их более медленному разложению. Кроме того, параллельно с изменением размера комочков, довольно резко изменяется и их прочность, измеряемая обыкновенно проницаемостью их для воды. Первоначально через слой комочков (в 10 сант.) процеживается при одном и том же гидростатическом давлении, резко различное количество воды, возрастающее по мере увеличения прочности комочков, но с течением времени количество воды все более и более сокращается и под конец все сравниваемые образцы принимают одну и ту же проницаемость, свойственную почве при пылеватом строении. Для иллюстрации приводим данные, полученные мной на Шатиловской опытной станции в 1900 г. для 10 слоев почвенного разреза в 1 метр (при помощи прибора Фадеева—Вильямса). Для опыта были взяты мелкие комочки (диаметром от 1 до 3 мм.).

Слой 0—10 сант. . .	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
Об'ем воды за 15—2500	5.800	4.600	3.125	2.325	1.340	1.000	575	600	825
			2,0	2,7	8,0	15,0	36,5	34	24
За час. 4.640	12.325	9.875	6.200	4.075	2.510	2.325	1.390	1.450	1.850

Так как в течение одного часа почти все образцы комочков были приведены струей воды (под давлением в 30 сант.) в однообразно-пылеватое состояние, при котором вода просачивалась по каплям (1 литр просачивания не менее 15 минут), то мерилом прочности комочков может служить об'ем воды, просочившейся в

течение первого часа. Наибольшей прочностью обладали аггрегаты из нижней половины пахотного слоя (10—20 сант.), пропустившие в 10 раз больший об'ем воды, чем подпочва (лёсс на глубине 1 аршина). Верхняя половина пахотного слоя оказалась по прочности своего строения на 40-м месте (т.-е. примерно соответствовала прочности аггрегатов, взятых на глубине 12 вер.).

Следует также отметить, что прочность аггрегатов чернозема правильно убывает с увеличением их крупности, как показывает следующий опыт Шатиловской опытной станции, производившей намагничивание комков различной крупности в течение 24 часов (по способу Я. А. Фокина).

Отход пылеватой части (менее 1 мм.) после 24 ч. намагничивания:

Комочки	1—2 мм.	2—3 мм.	3—5 мм.	5—10 мм.
Клев. пар.	89,6%	92,1%	93,8%	95,2%
Пресн. пар.	97,4%	93,0%	94,2%	96,1%

При менее продолжительном намагничивании, (напр., в течение 3 часов) различия проявляются еще более рельефно.

Под влиянием солей почвенные аггрегаты или совершенно разрушаются, или, напротив, приобретают большую прочность. Щелочные соли (аммиачная, натровая и калийная) в особенности углекислые щелочи быстро разрушают аггрегаты, благодаря тому, что растворяют цементирующий их гумус; азотнокислые, хлористые и сернокислые соли щелочных металлов и аммиака действуют разрушающим образом, хотя и в менее резкой форме. Этим обстоятельством об'ясняется вредное влияние на физические свойства почвы удобрения большими количествами золы и селитры, а также неблагоприятное влияние атмосферных осадков, всегда содержащих углеаммиачную соль и несколько меньшее количество азотноаммиачной соли; именно этими солями обусловливается щелочная реакция (мягкость) дождевой воды. С другой стороны — соли щелочноземельных металлов, напротив, улучшают прочность аггрегатов, так как способствуют осаждению свежего перегноя на их поверхности, образуя нерастворимые соединения с гуминовыми кислотами. Этим же об'ясняется, почему аггрегаты подпочвы (в горизонте C) обладают большей прочностью, чем в переходном горизонте (B), как это, между прочим, видно из приведенных данных Шатиловской опытной станции. Известкование и гипсование благотворно отражается на физических свойствах почвы во всех тех случаях, когда почвы сильно выщелочены подзолообразовательным процессом, и отчасти и на солонцах, содержащих щелочные карбонаты. Этим обстоятельством об'ясняется резкая разница между, так наз., черными бесструктурными солонцами и солонцами белыми столбчатыми или структурными; между теми и другими существует резкая граница и в химическом составе солей; бесструктурные солонцы характеризуются преобладанием щелочных солей и между ними в особенности углекислого натра (соды); структурные — преобладанием известковых солей (главным образом, гипса).

Сравнивая грунтовую воду лесной и степной области, мы тоже обнаруживаем довольно резкую разницу, как в общем содержании растворимых солей, так и в их химическом характере. Грунтовые воды северной части лесной области, большей частью, отличаются малым содержанием извести и преобладанием щелочных солей, поэтому воды эти мягки; в степной и пустынной зоне — воды не только содержат много солей (на вкус солоны), но они еще отличаются большим содержанием щелочно-земельных солей, т.-е. они более жестки. Поэтому применение тех или других вод для орошения в смысле воздействия на структуру почвы — может иметь различные последствия; применение мягкой щелочной воды для орошения во всяком случае представляет большую опасность, чем применение воды жесткой. Но если для сохранения структуры почвы особенно опасно внесение с атмосферными осадками, оросительными водами или удобрительными материалами **щелочных** соединений, вызывающих обменное разложение с нерастворимыми гуматами наружной оболочки аггрегатов, растворение и потерю цементирующего вещества, то, с другой стороны, не менее опасна фильтрация через почву свободных органических **кислот,** образующихся при разложении лесной подстилки, так как и в этом случае перегнойные кислоты вызывают разложение цементирующих гуматов и уносят содержащуюся в них известь в более глубокие слои подпочвы. В природе это явление и сопровождает подзолообразовательный процесс, обусловливая **бесструктурный** характер северных лесных почв, тогда как при фильтрации через почву более нейтрального перегноя в зоне менее влажного смешенного леса образуются **структурные** ореховатые лесные суглинки.

Из приведенных примеров видно, что для образования или сохранения структуры в природе весьма важную роль играют чисто химические процессы, а потому изучение этих явлений дает вполне определенные указания и относительно тех культурных приемов, при помощи которых земледелец должен поддерживать комковатую структуру. В зоне избыточного увлажнения с резко выраженными торфообразовательными и подзолообразовательными процессами — главным химическим средством, парализующим вредное влияние кислот, является **известкование** почв, которое должно быть рассматриваемо не в качестве удобрения, прямого или косвенного, а в качестве средства, улучшающего или поддерживающего структуру почвы.

В этом смысле известкование представляет прием **коренного** улучшения земельных угодий. В зоне избыточного накопления солей, наоборот, приходится бороться с **щелочной** реакцией почвенного раствора и в этом отношении единственным средством, доступным для широкой практики, остается **гипсование** почв, так как гипс, содержащий более сильную кислоту, чем карбонаты, до некоторой степени нейтрализует или парализует наиболее вредные щелочные соединения солонцеватых почв.

До сих пор рассматривали условия образования структуры почвы при **естественных** условиях и указали средства для ее сохранения, вытекающие из изучения химизма почв в тех же естественных условиях.

Однако, процесс восстановления почвенной структуры в природе совершается настолько медленно, что при современных экономических условиях не может быть речи о том, чтобы предоставлять улучшение физических свойств сильно распыленных «выпаханных» почв—целительным силам природы, т.-е. дикой растительности. Уже в самом начале текущего столетия необходимость ускорения залежного процесса ясно сознавалась передовыми хозяевами и агрономами даже на крайнем юго-востоке России. Ярким выразителем потребностей юго-восточного хозяйства в данном направлении явился И. Н. Клинген, агроном удельного ведомства, располагавшего в юго-восточной России обширными землями и заинтересованного в устойчивости хозяйства своих мелких арендаторов-крестьян. В своем известном сочинении о скороспелой залежной системе И. Н. Клинген указал тот путь, по которому должны быть направлены опытные изыскания для разрешения коренного вопроса юго-восточного хозяйства — о восстановлении плодородия выпаханных земель.

С тех пор прошло уже около 2 десятилетий, в течение которых вопрос получил блестящую разработку со стороны трех юго-восточных опытных станций— Костычевской, Краснокутской и Безенчукской (все эти станции расположены в Самарской губ.). Мы уже указывали, что В. С. Богдан ввел в культуру дикорастущие степные злаки (житняк, ребрик, степную тимофеевку) и некоторые мотыльковые растения (серповидную люцерну, донник, вязель), при помощи которых цель быстрого восстановления структуры почвы успешно достигалась даже на самых сухих солонцеватых почвах. Введение этих кормовых трав в культуру— при одновременном орошении — представляет, таким образом, более или менее полное разрешение проблемы коренной мелиорации земель на юго-востоке России. т.-е. в условиях, особенно суровых.

В условиях степной области, менее суровых, та же цель может быть достигнута и без применения орошения и при помощи введения в плодосмен более продуктивных и более питательных кормовых растений, а именно — в южной половине степной области — люцерны и эспарцета, а в северной половине той же области или в лесостепи — клевера и тимофеевки. Однако, в смысле улучшения структуры, эти растения далеко не могут идти в сравнение с степными злаками, так как обладают глубокой корневой системой, мало приспособленной для специальной цели восстановления нежно-комковатой пушистой структуры **пахотного** слоя, а потому вопрос о коренной мелиорации чернозема нужно считать пока не вполне разрешенным. Так, например, исследования Шатиловской опытной станции показали, что культурой клевера, цель восстановления структуры чернозема достигается в весьма несовершенной степени. Аггрегаты хотя и образуются, но обладают весьма малой прочностью и, следовательно, благоприятное строение быстро утрачивается уже на первом пластовом посеве.

Но меньше всего сделано в смысле изыскания подходящих кормовых растений в северной России, в лесной области, где вопрос усложняется еще тем обстоятельством, что северные почвы нуждаются в коренном улучшении при помощи азотособирателей, а не злаков, тогда как по свойству корневой системы задача восстановления структуры гораздо легче разрешима именно при помощи злаков, а не мотыльковых, отсутствие подходящих кормовых растений вынуждает сосредоточить главное внимание на чисто химическом воздействии, на внесении органиче-

ских веществ с навозом, торфом и зеленым удобрением. Но и этот способ решения вопроса в условиях избыточного увлажнения, недостатка тепла и слабой аэрации встречает серьезные препятствия со стороны медленности и вялости химических процессов на северных почвах. Только песчаные почвы в этом отношении представляют счастливое исключение, но именно эти почвы, как вы видели, менее всего нуждаются в коренной мелиорации, по крайней мере в условиях северной России. А между тем именно подзолообразовательный процесс, столь гибельно действующий на структуру почвы, вынуждает бороться с бесструктурностью северных почв, при чем механический состав преобладающих на севере России суглинков теоретически вполне допускает благоприятное разрешение проблемы коренной мелиорации, так как даже сравнительно небольшое количество перегноя и извести способно весьма резко улучшить физические свойства пылеватых почв, если только эти вещества действут в момент своего образования или осаждения, т.-е. в свежем состоянии, а не приняли неподвижные устойчивые формы трудно-растворимых и неразлагаемых соединений. Как известно, и в северной России раньше широко применялась залежная система восстановления плодородия выпаханных почв, с той разницей, что вместо степной залежи получались облоги, пустоши, лесные заросли, впоследствии вновь подвергаемые расчистке и распашке. Но лесная и луговая растительность лесной области даже в течение весьма долгого периода не в состоянии придать почве комковатую структуру, а потому и неудивительно, что пустоши и облоги обыкновенно очень скоро вновь выпахивались, т.-е. давали скудные урожаи, не окупавшие затраченных трудов, и возник вопрос о их коренном улучшении при помощи искусственного травосеяния. В таком именно направлении пытался разрешить вопрос известный хозяин Смоленской губ. проф. Энгельгардт. Но и ему не удалось найти действительных способов коренного улучшения северных почв, так как для этого не доставало многих данных и прежде всего не было под руками подходящих кормовых растений, способных на ряду с обогащением почвы азотом придать ей прочную структуру, хотя один из важнейших способов восстановления химического плодородия этих почв, а именно широкое применение на пустошных землях минеральных удобрений и в особенности фосфоритов, был вполне правильно указан Энгельгардтом.

До тех пор, пока северно-русским опытным учреждениям не удастся разрешить этой проблемы, вместо к о р е н н о г о улучшения северных почв—придется сосредоточить главное внимание на способах постоянного воздействия и постепенного улучшения этих почв при помощи удобрения, плодосмена и рациональной механической обработки.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВ.

Из обзора коренных улучшений земельных угодий и физических свойств почвы можно сделать то общее заключение, что естественной сменой растительности и техническими приемами коренной мелиорации основная задача культуры—создание оптимальных условий произрастания—достигается далеко не в полной мере. Земледелец поэтому не может быть освобожден от непрерывных забот по регулированию вегетационых факторов.

В зависимости от того, какими средствами—механическими, химическими или биологическими—достигается регулирование вегетационных факторов—культурные приемы принято подразделять на 4 группы: механическую обработку почв, посевной уход, удобрение и плодосмен. При изложении этих четырех отделов общего земледелия—целесообразнее начинать с того отдела, который имеет ближайшее отношение к ф и з и ч е с к и м факторам произрастания, так как эти факторы в естественных условиях чаще всего оказываются неблагоприятными и без их регулирования были бы непроизводительными все другие культурные приемы, направленные к улучшению химических и биологических факторов.

Механическая обработка почв ближайшим образом направлена к регулированию только трех физических факторов, в л а г и, т е п л а и в о з д у х а, так как регулирование с в е т а не может быть достигнуто воздействием на почву. Физические факторы, за исключением света, действуют на растение через посредство почвы и это обстоятельство, в связи с разнообразием физических свойств почвы, дает возможность в известных пределах регулировать условия влажности, тепла и аэрации.

Изучение физических свойств почвы (в курсе агрологического почвоведения) показывает, что между свойствами, определяющими отношение почвы к влаге, теплу и воздуху, существует весьма тесная зависимость и что регулированием важнейшего из вегетационных факторов—влаги—в более или менее полной мере достигается также регуляция двух других факторов, играющих подчиненную роль. Правда, при оптимальных условиях влаги не достигается также оптимальных условий тепла и аэрации, так как эти факторы находятся в известном антагонизме с главным фактором—влагой, но так как в первом минимуме или в максимуме гораздо чаще оказывается именно влага и этот фактор по сравнению с двумя другими поддается более полной регуляции, то в конце концов задачей механической обработки является возможно большее приближение к оптимальным условиям почвенной влажности. Попутно при этом создаются и наиболее благоприятные условия для химических и микробиологических процессов, а следовательно, и для минерального питания растений.

Регулирование почвенной влажности при помощи механической обработки почвы имеет в виду возможно более совершенное использование той влаги, которая поступает с атмосферными осадками, оросительной водой и грунтовой водой, но самые способы накопления атмосферных осадков (напр., при помощи задержания снега или полых вод) и напуска или отвода оросительной и грунтовой воды составляют уже задачу мелиорации. Дабы использовать благоприятные условия произрастания исключительно при помощи культурных растений, механическая обработка почвы получает второе не менее важное задание: истреблять всех конкурентов возделываемых растений, очищать почву не только перед посевом последних, но и в течение их роста, а также в промежуточные периоды.

Третья задача механической обработки—периодическое внесение в почву органических веществ в форме пожнивных остатков и удобрительных материалов, необходимых для поддержания комковатой структуры, вытекает из малой прочности почвенных аггрегатов и постепенного распыления почвы и ухудшения ее физиче-

ских свойств, в особенности проницаемости для воды и воздуха. При выполнении этой задачи необходимо стремиться к возможно более полному и более быстрому разложению органических веществ и к возможно более равномерному распределению их в почве, так как свежий нейтральный перегной не обладает подвижностью и оказывает благотворное влияние только в момент своего образования, во влажном свежеосажденном состоянии, т.-е. действителен лишь по отношению к соприкасающимся с ним частицам почвы.

Неравномерное воздействие атмосферных агентов и корневой системы создает резкое различие между верхним слоем почвы, сильно распыляемым и мало пронизанным корнями, и нижним слоем, изобилующим корнями и не подвергающимся вредному действию осадков и полезному влиянию морозов. Чтобы лучше использовать благотворное действие морозов и корневой системы и парализовать вредное влияние поверхностного распыления почвы, необходимо периодическое полное оборачивание пахотного слоя, с перемещением распыленного слоя на глубину, соответствующую наибольшему развитию корней.

С увеличением интенсивности хозяйства и введением в культуру новых растений, более требовательных к почвенным условиям, зачастую оказывается, что естественный слой почвы обладает недостаточной мощностью. Углубление пахотного слоя однако связано с примешиванием к почве менее плодородного, иногда даже бесплодного подпахотного слоя.

Постепенная подготовка подпахотного слоя к безболезненному расширению об'ема почвы составляет пятую задачу механической обработки, отчасти представляющую переход к приемам коренной мелиорации, отчасти связанную с приемами удобрения.

Не останавливаясь на других более частных задачах механической обработки, обратимся к тем средствам, при помощи которых осуществляются важнейшие общие задачи.

Регулирование почвенной влажности сводится к изменению в ту или другую сторону отдельных водных свойств почвы, главным образом порозности, проницаемости, волосности и испарения. Стремясь к возможно более бережному сохранению почвенных аггрегатов, обработка почвы изменяет лишь об'ем некапиллярных промежутков, так как в зависимости от их об'ема расширяется или сокращается порозность и проницаемость и, наоборот, уменьшается или возрастает волосность и испарение. Расщрение промежутков между почвенными аггрегатами и составляет главную операцию механической обработки, называемую рыхлением. Эта же операция производится в периоде—двумя факторами, а именно морозом, когда он действует на открытый пласт почвы, расширение которого не стеснено давлением окружающей среды, и во 2-х более толстыми корнями и корневищами растений, оставляющими некапиллярные каналы после своего отмирания.

Операция рыхления технически может быть выполнена самыми разнообразными орудиями, начиная с заступа или вил при ручной работе и кончая конными или паровыми культиваторами, плугами или фрезерами (рыхлителями). Кроме того, в некоторых специальных случаях, когда одновременно приходится удалять из

почвы древесные пни и корни или крупные валуны и камни, рыхление производится даже при помощи взрывчатых веществ. Какие же требования должны быть пред'явлены к операции рыхления для достижения конечной цели обработки, т.-е. длительного прочного улучшения водных свойств почвы?

Главное требование заключается в том, чтобы рыхление не сопровождалось разрушением естественных аггрегатов, т.-е. нарушением комковатой структуры, а сводилось бы к раздвижению аггрегатов и расширению между ними промежутков до калибра, обеспечивающего беспрепятственную циркуляцию воды и воздуха; другое требование сводится к тому, чтобы это разрыхление не превосходило известных пределов, так как чем крупнее поры, тем труднее их длительное сохранение, тем разче последующие изменения в об'еме почвы или т. н. осадка пашни, вредно отражающаяся на посевах, в особенности озимых. Оба требования наиболее полно удовлетворяются при вспашке почвы культурными плугами, т.-е. орудиями, производящими одновременно оборот пласта и его рыхление. Работа такого плуга (с т. наз. культурным отвалом) вполне уподобляется ручному штыкованию почвы при помощи лопаты.

В том и другом случае рыхление производится автоматически, действием тяжести опрокидываемого пласта, т.-е. аггрегаты рассыпаются, не подвергаясь никакому трению или удару или разрезанию. Всякие другие орудия или вызывают сильное распыление почвы с затратой механической силы на вредную работу разрушения аггрегатов (напр., культиваторы, бороны) или производят оборот пласта без надлежащего разрыхления (плуги с винтовыми отвалами) или производят слишком сильное рыхление (плуги рухадло, фрезеры, варывчатые вещества), или отрывают крупные глыбы, беспорядочно нагромождая их, без оборота и без разрыхления пласта (сохи, сабаны, многолемешные плуги).

Третье требование, которое должно быть соблюдено при операции рыхления, заключается в том, чтобы на поверхность выносился слой почвы, обладающий более прочным строением, так как именно, от рыхлости и проницаемости поверхностного слоя зависит беспрепятственный приток воды и воздуха в нижележащие слои. В том случае, если поверхностный слой легко утрачивает свое комковатое строение, приходится прибегать к многократному рыхлению этого слоя при помощи борон и культиваторов, т.-е. таких орудий, которые в свою очередь производят дальнейшее распыление почвы. Данное требование удовлетворяется только при том условии, если вспашка производится на полную глубину пахотного слоя и сопровождается возможно более правильным оборотом пласта без смешения его частей, а следовательно, требуется применение плугов с хорошо оборачивающими отвалами и захват более широких пластов (так как широкие пласты оборачиваются лучше узких).

Четвертое требование, которое необходимо пред'являть к операции рыхления, заключается в том, чтобы оборотные пласты возможно плотнее прилегали к дну борозды, не образуя под собой широких воздушных каналов. Разобщение пахотного слоя с подпочвой представляет большую опасность в том отношении, что лишает пашню весьма важного источника влаги, а именно влажности подпочвы, а в некоторых случаях и капиллярно поднимающейся грунтовой воды. Кроме того,

неплотное, неравномерное прилегание пластов к подпочве создает неравномерное разложение находящихся на дне борозды растительных остатков, вследствие чего иногда на пластэвых посевах замечается полосатость от неравномерного питания растений (в более выгодных условиях оказываются растения под гребнями пластов, так как именно под ними находятся дренирующие каналы, в которых разложение дернины совершается быстрее, чем в пятке пласта, плотно прилегающей к дну борозды). Восстановление капиллярной связи пашни с подпахотным слоем играет особенно важную роль при недостатке атмосферных осадков и при медленнэй осадке пашни, неизбежно связанной с замедленным по недостатку влаги разложением дернины. На чрезмерно влажных торфянистых почвах, казалось бы, нарушение капиллярной связи с подпочвой не должно бы представлять значения и даже, напротив, могло бы явиться средством против пересыщения почвы влагой, однако, на таких почвах выступает значение слишком резких колебаний в об'еме пашни, и во избежание большой осадки именно на болотных и торфянистых почвах приходится прибегать к уплотнению и прижиманию пластов при помощи катков и культиваторов. Указанные четыре требования (предохранение аггрегатов эт распыления, создание некапиллярных пор более прочного калибра, выворачивание наиболее прочных аггрегатов на поверхность, восстановление капиллярной связи с подпочвой) обеспечивают наиболее благоприятное сочетание всех водных свойств почвы, т.-е. порозности, проницаемости, волосности и испарения, а вместе с тем и лучшей аэрации и лучшего нагревания почвы. Если однако по естественным условиям (слишком высокой влагаемкости почвы и холодному климату) указанными мерами все-таки не достигнется удовлетворительных результатов, то приходится прибегать к изменению вида поверхности, т.-е. искусственно создавать лучше обогреваемые и лучше проветриваемые гряды, гребни или волнистые загоны, при чем однако резко нарушается однородность почвы и получается весьма неравномерное распределение всех вегетационных факторов (тепла, влаги, воздуха, питательных веществ).

Последний шаг в борьбе с неблагоприятными природными условиями составляет ограничение пашен только определенными склонами, лучше освещаемыми или обладающими естественным стоком избыточной влаги, что и наблюдается как на крайнем севере, так и в горных местностях, на пределе земледелия.

Вторая задача механической обработки—очистка почвы от сорных трав, а отчасти от других вредителей животного и растительного царства, задача чисто санитарная, требует целого ряда специальных приемов, хорошо согласованных, с одной стороны, с биологическими особенностями отдельных вредителей, а с другой стороны, с естественными условиями местности, а потому не поддается широкому обобщению. В данном случае следует однако отметить, что полное уничтожение предшествующей растительности (путем ее задушения при полном обороте пластов) далеко еще не разрешает данной задачи, в виду непрерывного обсеменения пашни новыми семенами извне и появления всходов из содержащихся в почве многочисленных семян дикорастущих растений. Истребление сорной растительности составляет поэтому наиболее трудную и наиболее постоянную операцию механической обработки, тем более, что до настоящего времени техника и наука

не выработали других действительных мер борьбы (кроме очистки и протравливания семян культурных растений). Чем чаще повторяются различные приемы механической очистки почвы от сэрных трав, тем больше почва распыляется от воздействия орудий, а потому выбор наиболее надежных способов борьбы с сорными травами приобретает сугубо важное значение. Третья задача механической обработки—равномерное распределение в почве органических веществ и возможно более полное использэвание их для восстановления и сохранения комковатой структуры—требует операции перемешивания, очевидно, несовместимой с операцией оборачивания, при которой растительные остатки перемещаются с поверхности на дно борозды, а потому возникает необходимость в дополнительных приемах обработки, при которых цель равномерного смешения органических веществ достигалась бы с большим совершенством. Невозможность соединения основной обработки с операцией перемешивания очевидна еще и потому, что дерновина, пожнивные остатки, зеленое удобрение и навоз могут быть перемешаны с пэчвой лишь после того, как произошло их разложение и растительные материалы утратили свое строение. Затем возникает вопрос о наиболее выгодном размещении растительных материалов для ускорения процесса их разложения. Чем тоньше слой почвы, пэкрывающий запаханные растительные материалы, тем быстрее (при условии капиллярного притока влаги снизу) совершается их разложение и тем легче достигается смешение их с поверхностным слоем, более всего нуждающимся в увеличении прочности аггрегатов, так как именно поверхностному слою приходится выдержать наибольшее разрушительное действие атмосферных осадков и рыхлящих орудий. Требование равномерного распределения органических веществ во всем пахотном слое, в виду неодинакового воздействия факторов восстановления и разрушения структуры в различных частях этого слоя, должно быть видоизменено в том смысле, что органические вещества необходимо распределить соответственно их значению для структуры почвы. В такой форме требование становится не только легче осуществимым, но и легче согласованным с прочими требованиями (напр., относительно заделки растительных материалов на небольшую глубину наиболее благоприятную для их быстрого разложения). Если принять во внимание, что для улучшения физических свойств пылеватых и иловатых почв требуется весьма высокое содержание перегноя (от 5 до 10%) и что обычно с пожнивными остатками, навозом и зеленым удобрением в почву вносится всего от 200 до 800 пудов сухих органических веществ на десятину, то несоответствие этих количеств с потребностью перегноя будет совершенно очевидно и потому едва ли было бы целесообразно стремиться к равномерному распределению этих органических веществ по всему пахотному слою, тем более, что и в смысле обеспечения растений минеральными питательными веществами нет нобходимости в равномерном смешении их со всем пахотным слоем. Как увидим впоследствии из курса удобрения—и при внесении удобрительных материалов не только не преследуется полное их смешение с пахотным слоем, но даже существуют спциальные приемы удобрения, направленные к сосредоточению их в непосредственной близости к молодым росткам (т. наз. рядковое и гнездовое удобрение). С точки зрения наиболее целесообразного использования органических веществ для сохранения комковатой структу-

ры—перемешивание их должно ограничиваться тем слоем почвы, в котором происходило их разложение, т.-е. верхней половиной пахотного слоя, тем более, что часть органических веществ, запахиваемая при основной обработке, обычно попадает в его нижнюю половину.

Четвертая задача механической обработки—перемещение распыленной верхней половины пахотного слоя на место нижней половины, в течение вегетационного периода отчасти успевшей восстановить свою комковатую структуру, проще всего достигается операцией оборачивания, о значении которой было сказано при описании требований в отношении основной операции механической обработки, т.-е. рыхления. Но отчасти эта же задача осуществляется попутно с операцией перемешивания органических веществ с верхней половиной пахотного слоя, так как и эта операция неизбежно связана с действием отваливающих или оборачивающих орудий. Применения для этой операции исключительно рыхлящих орудий (запашников, культиваторов, борон) было бы также опасно, как и при основной операции рыхления всего пахотного слоя.

Наконец, пятая задача, углубление пахотного слоя—на ряду с применением уже описанных операций механической обработки—требует особой операции крошения и рыхления подпочвы при помощи специальных орудий (окучников для дробления ортштейновых образований, почвоуглубителей, крюмеров и т. д.), так как выворачивание подпочвенного слоя без предварительной его механической подготовки и без последующего сильного воздействия атмосферных агентов—может отразиться весьма пагубно на ближайших посевах культурных растений.

Более подробный обзор приемов механической обработки, в виду их тесной зависимости от рода возделываемых растений, мы приурочим к важнейшим клиньям полевого плодосмена (паровому, озимому, яровому, пропашному, травяному и пластовому), а затем и к тем видам земельных угодий, которые подготовляются к полевым посевам или имеют с ними тесную организационную связь (залежи, пустоши, лесные расчистки, осушенные болота, луга, выгоды, сады, огороды). Отдельного рассмотрения требуют только три специальные задачи механической обработки—изменение вида поверхности, углубление пашни и истребление сорной растительности, которым и будут посвящены отдельные лекции после обзора обычных приемов обработки.

ОБРАБОТКА ПАРОВОГО КЛИНА. ЧИСТЫЕ ПАРЫ.

По мере сокращения площади естественных кормовых угодий, залежная или переложная система земледелия повсюду заменялась трехпольной паровой системой, при которой роль залежи передавалась паровому клину. Первоначально паровой клин, также как и при залежной системе, служил пастбищным угодием, начиная с момента уборки яровых посевов и до момента подготовки почвы к озимому посеву. Однако, пастбищное пользование, вредно отражавшееся на производительности и на восстановлении плодородия залежей, с сокращением пастбищного угодия до размеров парового клина—оказалось еще более пагубным. Не достигалась цель пастбищного содержания, в виду низкой производительности и плохого качества кормов на паровом клину, не достигалась вместе с тем и другая цель—восстановление плодородия выпаханной почвы, так как не могло быть речи об улучшении физических свойств почвы—при продолжительной пастьбе и при отсутствии многолетних трав, благотворно влияющих на почвостроение. Явилась необходимость частого удобрения пашни навозом и внесение навоза естественно приурочивалось главным образом к паровому клину, благодаря возможности более продолжительной и более тщательной подготовки пашни в такое время, когда другие клинья заняты посевами и когда рабочие силы и орудия не требуются для подготовки яровых посевов. Навозное удобрение до некоторой степени явилось компенсацией корневой системы залежной растительности, хотя, конечно, ни по количеству, ни в особенности по равномерности распределения в почве органических веществ не могло идти в сравнение с перегноем, накопленным в течение длинного ряда лет залежи. Но механическая работа корневой системы по созданию почвенных аггрегатов и некапиллярных пор, т. е. восстановление комковатой структуры не могло быть достигнуто ни навозным удобрением, ни самой совершенной механической обработкой, а потому необходимо было найти другие средства к усилению химических и микробиологических процессов почвы, тем более, что период накопления питательных веществ—при паровой системе ограничивался одним вегетационным периодом вместо десятка лет залежи. Средством, до некоторой степени способным выполнить эту задачу, явился ч е р н ы й п а р, при котором в течение целого вегетационного периода совершенно исключались посевы и дикая или сорная растительность, благодаря чему почва сохраняла громадные запасы влаги, обычно расходуемые растениями, и явилась возможность использовать эту влагу исключительно для почвенных процессов по накоплению питательных веществ. Необходимо было обеспечить при помощи соответствующих приемов механической обработки возможно лучшее накопление и сбережение влаги и вместе с тем возможно лучшую аэрацию пахотного слоя, дабы микробиологические и химические процессы совершались с наибольшей интенсивностью и быстротой, в особенности в случае внесения навозного удобрения, из которого уже ко времени озимого посева должны быть заготовлены минеральные питательные соли.

Указанные общие задачи паровой обработки наилучшим образом осуществляются при черном паре с возможно более ранней вывозкой и запашкой навоза. В районах черноземной полосы России, страдающих от недостатка влаги, черный пар является единственным средством, обеспечивающим нормальные условия влажности навозного пара и в то же время позволяющим производить своевременные посевы озимых хлебов без риска их гибели от летних засух и от зимних морозов. В районах нечерноземной полосы России черный пар играет важную роль, главным образом, благодаря усилению почвенных процессов и более быстрому разложению навоза, при чем, повидимому, это благотворное влияние черного пара должно быть приписано уже не почвенной влажности, а более совершенной аэрации почвы, не достижимой при наличности растительного покрова. Вместе с тем, более быстрое разложение навоза—в нечерноземной России позволяет произвести ранние посевы озимых, что при краткости вегетационного периода и в особенности недостатке тепла в течение осени играет особенно важную роль для успешного возделывания озимых хлебов, на севере.

Каковы же должны быть приемы механической обработки черного пара, чтобы указанные задачи могли быть выполнены с наибольшим совершенством?

Так как паровая система является господствующей на всем необ'ятном пространстве Рэссии и получает преобладание во всех районах залежной системы, как на крайнем севере, так и на юго-востоке, то понятно, что именно этому вопросу были посвящены особенно тщательные исследования почти всех русских опытных учреждений, и вопрос этот, хотя и получил весьма различные решения, в зависимости от местных климатических и почвенных условий, тем не менее в русской литературе освещен с достаточной полнотэй и всесторонностью. При разработке приемов паровой обработки обычно этот общий вопрос расчленяется на несколько частных вопросов—о наиболее выгодном времени и глубине первой вспашки, о времени и глубине двойки, о времени и глубине предпольной обработки, а в случае применения навозного удобрения—о наиболее выгодном времени вывозки и запашки навоза, о наиболее выгодной глубине заделки и о числе вспашек, необходимых для равномерного распределения навоза. Наиболее важный из всех перечисленных частных вопросов является вопрос о времени первой или главнэй вспашки.

Имея в виду одну из постоянных и основных задач механической обработки, а именно сохранение комковатой структуры, созданной деятельностью корней растений, этот вопрос приходится решать в пользу возможно более ранней вспашки парового клина, тэтчас вслед за уборкой предшествующих ему посевов.

Всякому хозяину известно, что под густым растительным покровом почва сохраняет свою рыхлость, благодаря тому, что растения защищают почву от разрушительного действия осадков и затенением ослабляют нагревание и просыхание поверхностного слоя (испаряемая растениями влага черпается корнями из более глубоких слоев); в результате почва из-под посева выходит заметно более рыхлой, мягкой, что в немецкой с.-х. литературе принято называть «спелостью отенения». В таком «спелом» состоянии почва легко подвергается обработке, при вспашке рассыпается на комья средней крупности и не распыляется. Однако такое благоприятное состояние, в виду малой прочности структуры при культуре однолетних растений,—утрачивается чрезвычайно быстро, уже под влиянием первых сильных летних дождей, а потому необходимо спешить со вспашкой полей, вышедших из-под посевов, и даже приступить к ней, не дожидаясь конца уборки, т.-е. прежде нежели с поля будут свезены все копны, так как под влиянием дождливой погоды, возка копен может растянуться надолго, а при укладке копен правильными рядами большая часть пашни может быть вспахана—при их наличности. Препятствием к таковой ранней вспашке парового клина может явиться недостаток рабочих сил, занятых уборкой, предпосевной подгэтовкой озимых и т. д. А потому южно-русские опытные учреждения испытывали на ряду с глубокой ранней вспашкой пара—мелкую вспашку при помощи многолемешных плугов или рыхление жнива при помощи культиваторов (буккеров, запашников, рандаля и т. п.), операцию, которую принято называть л у щ е н и е м ж н и в а. Задача лущения заключается в том, что бы образовать на поверхности пашни сухой изолирующий слой, препятствующий более глубокому просыханию почвы, вследствие нарушения капиллярного движения влаги к поверхности, испаряющий слой, благодаря сухой рыхлой по-

крышке углубляется и потеря влаги через испарение сильно сокращается. Вместе с тем—пожнивные остатки, прилегающие к влажной почве, под таким рыхлым слоем, подвергаются быстрому разложению, образуется свежий перегной, который увеличивает прочность агрегатов верхнего слоя пашни.—Обе задачи более или менее успешно выполняются лишь при том условии, если количество летних осадков не велико, а потому распыление и сплотнение слущенного тонкого слоя не происходит. В противном случае—лущение не может заменить более ранней глубокой вспашки и является лишней операцией, отчасти даже вредной, так как при лущении неизбежно довольно сильное распыление и без того почти бесструктурного поверхностнэго слоя, агрегаты которого отличаются наименьшей прочностью. Тем не менее в засушливых районах южной России полезное действие пожнивного лущения обнаружено вполне рельефно и иногда даже могло заменить осеннюю вспашку, с которой при обширности запашек и сильном преобладании яровых посевов—трудно управляться, в особенности при краткости сухого и теплого осеннего периода. В северных районах нечерноземной России, конечно, не может быть речи о замене взмета пожнивным лущением, так как конец лета и осень здесь отличаются обилием осадков, крайне затрудняющих уборку. Так как главной целью раннего взмета парового клина является—использование «спелости отенения» и теплого осеннего периода, в течение которого может произойти разложение пожнивных остатков,—то пожнивное лущение может быть рассматриваемо, как суррогат своевременной вспашки, суррогат, тем более неудовлетворительный, что при нем во всяком случае недопустимо разложение пожнивных остатков, вследствие сухости поверхностного слоя. Данная задача гораздо полнее достигается более глубокой запашкой жнива, тем более, что умеренновлажный, почти сухой и потому легко проницаемый для воздуха слой рыхлой пашни—при капиллярном притоке влаги из подпочвы—создает для разложения жнива условия вполне благоприятные, по крайней мере в течение того времени, пока осенние осадки не сплотнят пашню, не насытят ее влажности и тем не сделают ее трудно проницаемой для воздуха.—Выигрыш 2—3 месяца (август, сентябрь и даже октябрь) для разложения растительных остатков (пожнивных и корневых) составляет громадный расчет, в особенности, если принять во внимание крайне неблагоприятные климатические условия России,—а потому вполне понятно, что в черноземной полосе, в большинстве случаев, летняя вспашка паров и яровых полей давала результаты более благоприятные, чем поздняя осенняя. В нечерноземной России—серьезным препятствием для использования осеннего периода является избыточное количество осадков, благодаря которым пожнивные процессы задерживаются слабой аэрацией и слабым нагреванием почвы, а тот запас питательного вещества, который образуется в течение лета, до пересыщения почвы влагой, легко утрачивается, вследствие глубокого вымывания непоглощающих солей (напр., нитратов, играющих наиболее важную роль в питании растений). Таким образом, если бы даже удалось накопить некоторое количество питательных веществ, наиболее ценные из них все равно были бы потеряны при осеннем пересыщении нивы влагой. Этот процесс выщелачивания нитратов, конечно, совершается осенью и на черноземных почвах, однако там он не представляет серьезной опасности, во-1, потому, что выщелочен-

ные нитраты при летнем просыхании возвращаются обратно в почву (в грунтовую воду, при ее большой глубине и при наличности мощных сухих пластов подпочвы, нитраты попадают только при исключительных топографических условиях) и 2) потому что чернозем содержит почти неисчерпаемый запас азота и в течение вегетационного периода при благоприятных условиях легко накопляет даже избыточные количества нитратов.

Другое преимущество раннего (летнего) или осеннего взмета черного пара по сравнению с весенним взметом заключается в лучшем использовании зимних и осенних осадков (накоплением влаги в более глубоких слоях и затем в лучшем промораживании пашни, благодаря ее большей влажности и порожности. Прямыми наблюдениями над содержанием влаги в почве обнаружено, что накопление влаги действительно совершается значительно лучше при осенней вспашке (по сравнению с весенней), при чем влага запасается на большей глубине и, след., является впоследствии легче сохранимой, чем влага пахотного слоя, хотя и вполне доступной для корней растений. Но это преимущество, очевидно, тоже не имеет значения в нечерноземной России, в условиях избыточного увлажнения, что же касается благотворного действия морозов, то оно парализуется сильной осадкой пересыщенной пашни вслед за ее оттаиванием. На черноземе это явление тоже наблюдается, хотя и в менее резкой форме, и именно сильное оседание пашни весной об'ясняет то обстоятельство, что высыхание осенней пашни совершается быстрей, чем высыхание весенней пашни. Для предупреждения этого явления, которое может совершенно парализовать преимущества осенней вспашки,—ранней весной необходимо произвести сначала поверхностное рыхление напр., при помощи многолемешников) и затем и более глубокую перепашку или двойку, соединяя ее с внесением навоза. Сравнивая далее разновременные вспашки пара, начиная с ранней весенней и кончая поздней летней, обыкновенно приурочиваемой ко времени конца покоса,—нетрудно понять, что запоздание взмета паров—неизбежно связано с уменьшением запаса влаги, ухудшением условий разложения органических веществ и с сокращением периода парования почвы, в течение которого совершается полезная работа накопления питательных веществ. Поэтому и неудивительно, что во всех полевых опытах с разновременными парами весенними и летними—неизменно получается один и тот же результат—высшая производительность раннего весеннего пара (апрельского или майского). Несколько меньшая производительность позднего весеннего пара (по окончании яровых посевов и навозницы) и резкое падение производительности поздних паров (летнего или июньского и позднего летнего или июльского).

Так как ранняя весенняя вспашка паров на полную глубину пахотного слоя может встретить такие же препятствия, как и ранняя летняя (из-за спешных работ по яровым посевам, то во многих случаях производилось испытание раннего весеннего лущения пара, которое—в смысле ослабления испарения и уничтожения сорной растительности,—несомненно, приносило пользу, но все же не могло заменить ранней глубокой вспашки потому, что главная потеря влаги происходит во время глубокой обработки и чем позднее она производится, тем больше эти потери, вследствие более высокой температуры и меньшей влажности воздуха и вследствие

запашки более сухого верхнего слоя. Поэтому запасы влаги правильно убывают на парах параллельно с запозданием взмета и раннее лущение в этом отношении не в состоянии парализовать всего ущерба от запоздания глубокой вспашки.—В смысле быстроты разложения пожнивных остатков весеннее лущение тоже не может представлять преимущества по сравнению с глубокой их запашкой, так как условия влажности в нижней части пахотного слоя благоприятней для разложения, чем на поверхности, а в смысле аэрации весной и летом—условия более или менее удовлетворительны, благодаря умеренной влажности пашни.

Итак, вопрос о времени взмета (или первой глубокой вспашки) черного пара решается различно, главным образом в зависимости от количества атмосферных осадков и их распределения в течение вегетационного периода, а отчасти и от почвенных условий. Во всяком случае при всех условиях взмет черного пара не должен производиться позже конца яровых посевов, при производстве же раннего взмета в предшествующую осень или летом вслед за уборкой,—необходима дополнительная ранняя весенняя вспашка для разрыхления осенней пашни и уничтожения поверхностной иловатой корки.

Рассмотрим далее вопрос о глубине взмета черного пара. Мы уже указывали, что замена взмета, — т.-е., вспашка на полную глубину пахотного слоя,—пожнивным лущением, хотя и представляет во многих случаях значение для уменьшения ущерба от запоздания взмета,—но все же не может устранить необходимости в глубоком взмете. Теоретически оптимальной глубиной вспашки следует признать ту глубину, на которой корневая система достигает наиболее мощного развития и условия разложения органических веществ оказываются наиболее благоприятными, так как именно на этой глубине почва приобретает наиболее прочную структуру и обогащается питательными веществами, а потому—при оборачивании пласта, поднятого на оптимальную глубину,—на поверхность выносится слой с прочным комковатым строением, а молодые ростки находят необходимую минеральную пищу в легко усвояемом состоянии. При уменьшении глубины пашни—свойства поверхностного слоя будут менее благоприятны, а при дальнейшем углублении может обнаружиться не только обеднение питательными веществами, но и содержание вредных соединений, при чем более грубая комковатая структура окажется недостаточно устойчивой против действия атмосферных осадков и пахотных орудий. Ближайшее определение оптимальной глубины очевидно требует внимательного изучения почвенного разреза в отношении его структуры, прочности аггрегатов и содержания растительных остатков. Не может быть поэтому дано каких-либо шаблонов для всех нив и для разнообразных условий климата и произрастания растений, не может оптимальная глубина обработки считаться постоянной и для одной и той же почвы, так как с изменением культурных условий возможно постепенное углубление пахотного слоя и улучшения его физических свойств. Но углубление пашни может совершаться только постепенно и должно исходить из той глубины, которая являлась оптимальной при прежних условиях произрастания. И действительно, полевые опыты с глубиной вспашки дают результаты несравненно более пестрые и более разноречивые, чем опыты с временем вспашки, и не дадут общего вывода до тех пор,

пока не будут ближе изучены те условия, при которых опыты производились. На черноземных почвах,—где с углублением характер и энергия почвенных процессов изменяются не так резко, как на почвах дерновоподзолистых, все же углубление пашни за пределы оптимума (напр., 20 сант. или 4—5 вершков) сопровождается обыкновенно понижением урожая или в лучшем случае — небольшим приростом, тогда как переход от мелкой пашни к средней, оптимальной,—вызывает, напротив, значительный прирост. На дерновоподзолистых почвах—пределы пахотного слоя резко отграничены близостью подзолистого, а затем ортштейнового горизонта, и выворачивание подзолистого слоя связано с резким падением урожаев, не должно в связи с применением к почве менее плодородного слоя, но, главным образом, в связи с перемещением на поверхность подзола бесструктурной, чрезвычайно пылевой породы, легко образующей непроницаемую корку. Превращение подзола в культурное состояние требует внесения большого количества деятельного перегноя, но в виду того, что изолирование подзолистого слоя с целью улучшения его физических и химических свойств представляет большие затруднения, а при смешении подзола с почвой — требуется внесение слишком больших количеств органических веществ и извести, чтобы вызвать заметные изменения в физических свойствах почвы, — такая мелиорация может совершаться на практике только с большой постепенностью, по мере интенсификации хозяйства и общего под'ема культурного состояния полей.

Так как паровому клину предшествует обыкновенно яровой посев растения, замыкающего цикл севооборота, то в большинстве случаев пласт не обладает свежестью травяного или дернового пласта и потому оборачивание такого пласта представляет для пахотных орудий техническую трудность, еще более возрастающую в том случае, если взмету предшествовало пожнивное лущение. Вместо скручивания пласта при движении его по отвалу происходит сгруживание и смешение почвы, а при большой сухости и плотности (после пастьбы скота по жниву) образуются крупные глыбы и комья, беспорядочно разбрасываемые плугом в смешении с пожнивными остатками. Такой характер пашни представляет большую опасность не только в смысле глубокого просушивания почвы и полной приостановки разложения растительных остатков, но и в смысле—необходимости многократных дополнительных операций по разрыхлению глыб и выравнению поверхности, что неизбежно влечет за собой сильное распыление почвы, не говоря уже о громадной затрате лишней технической работы. Чтобы избежать такого неудовлетворительного состояния пашни—взмет пара следует производить на полную глубину вскоре после уборки предшествующего посева, пока почва сохранила рыхлость отенения и связность эт корней, не успевших разложиться. Только в таком состоянии почва пашется легко, не образует глыб, не рассыпается и не сгруживается и оставляет ровную комковатую поверхность с закрытыми пожнивными остатками, большая часть которых попадает на дно борозды. Если, однако, плохое состояние предшествующего посева в связи с сильной засухой и засорением корнями, травами не позволяет рассчитывать на нормальные условия взмета, или если производилось пожнивное лущение или допускалась пастьба скота по жниву,—в таких случаях глубокий взмет следует отсрочить до того

момента, когда осенние дожди промочат почву, хотя бы до половины пахотного слоя, — дабы при взмете могло быть достигнуто нормальное оборачивание пласта, приобретающего связанность в умеренно-влажном состоянии. При позднем осеннем взмете или раннем весеннем—препятствием для нормальной работы культурного плуга является избыточная влажность почвы, при которэй не только значительно возрастает усилие рабочих животных, но не достигается полезной механической работы по разрыхлению пласта (одновремено с оборачиванием и опрокидыванием его в борозду) и даже, напротив, производится замачивание, слипание всех трущихся поверхностей как на гранях пласта, так и на полевой стороне и на дне борозды. Это явление особенно вредно при весеннем взмете, так как препятствует образованию рыхлой проницаемой поверхности пашни и нередко даже ведет к образованию твердой корки: при осеннем взмете замазания поверхности разрыхляются действием морозов, хотя тоже ведут к образованию лишней пыли на поверхности.

При летнем взмете пара характер пашни тем более ухудшается, чем позже производится взмет, чем сильнее зарастание пара сорными травами, чем продолжительнее производилась пастьба, так как все эти условия сопровождаются не только сильным просушиванием, но и уплотнением почвы и распылением поверхности. Сухая глыбистая пашня может быть исправлена только продолжительными летними осадками и не должна вызывать лишних операций обработки, так как в результате они, не достигая цели, ведут к сильному распылению почвы и, таким образом, далеко не оправдывают громадной затраты рабочей силы. Твердость сухих глыб обусловливается особым действием высушенного перегноя и может быть уничтожена только химическим действием мягкой дождевой воды, содержащей углеаммиачную соль, лучший растворитель гумуса. А потому, не затрачивая лишней силы на механическую работу, — целесообразнее выждать теплых летних дождей и произвести вслед за ними — сначала прикатывание для того, чтобы давлением катка прижать их к влажной почве, восстановить капиллярное движение влаги и, после более равномерного ее распределения,—произвести мелкую вспашку для образования изолирующего рыхлого сухого слоя почвы на поверхности.

При определении глубины весеннего и летнего взмета, кроме приведенных общих соображений относительно оптимальной глубины, приходится считаться с резким различием во влажности верхней и нижней части пахотного слоя; чем позже производится глубокий взмет пара, тем более теряется влаги, вследствие выворачивания влажной части и запашки наиболее сухой части пласта. В виду этого, а также в виду значительного ухудшения первоначальной структуры почвы, под влиянием пастьбы,—более выгодным оказывается измельчение пашни по мере запоздания взмета. Полевые опыты южно-русских опытных учреждений, действительно, подтверждают вредные последствия глубокой летней вспашки пара.

Что касается числа вспашек пара, то в этом отношении может быть установлено только одно общее правило: чем совершенней работа основной операции, т.-е. взмета,—тем меньше требуется дополнительных операций и наоборот. Само-

собой разумеется, что с точки зрения экономии рабочей силы и бережного отношения к структуре почвы, — следует стремиться к возможно большему ограничению приемов механической обработки пара. Значительным препятствием к ограничению образования работой взмета является борьба с сорными травами и запашка, и перемешивание с почвой навоза и других удобрительных материалов. Но об этих работах придется говорить более подробно в других главах механической обработки.

ОБРАБОТКА ПАРОВОГО КЛИНА. ЗАНЯТЫЕ ПАРЫ.

Как не очевидны сами по себе преимущества черного пара в смысле восстановления плодородия полей, однако, они могут оправдать применение его только при том условии, если значительно перевешивают стоимость потерянного урожая. Между тем, даже в условиях степной полосы по России — прямые опыты южно-русских опытных учреждений привели к тому заключению, что экономически более выгодным является **занятой пар,** в особенности в том случае, если удачный подбор возделываемых в паровом клину растений и условия их культуры гарантируют получение удовлетворительных урожаев озими. Правда, эти регуляторы получены в условиях, не вполне типичных для массовых крестьянских хозяйств, а именно—при отсутствии пастбищного положения паром, при сравнительно слабой засоренности полей и более высоком уровне культурного состояния и плодородия почвы,—и потому не исключают громадного значения черного пара, как наиболее действующего средства для приведения почвы в культурное состояние и в особенности для истребления сорной растительности. Но эти опыты все же показывают, что черный пар нужно рассматривать, как прием **коренной мелиорации,** а не как постоянно необходимое средство поддержания плодородия полей. Чем выше культурный уровень хозяйства, чем чище и плодороднее почва, чем лучше ее строение, тем реже приходится прибегать к черному пару. Мало того, черный пар во многих случаях может оказаться причиной ухудшения структуры полей и абсолютного ее истощения в отношении наиболее ценной составной части, а именно, перегноя и, вместе с тем, азота, так как частые рыхления при отсутствии растительного покрова ведут к сильному распылению почвы, а энергичное разложение растительных и органических веществ, остатков, заметно понижает содержание в почве перегноя, наконец,—при наступлении дождливых периодов громадные запасы накопленного нитратного азота могут быть выщелочены глубоко в подпочву и безвозвратно потеряны для культурных растений. Особенно резкие результаты в отношении неблагоприятного влияния на почву частого применения черного пара получены некоторыми американскими опытными станциями, которым удалось в некоторых случаях установить, что содержание перегноя может в течение короткого периода понизиться на несколько процентов. Такие регуляторы, правда, получены в условиях более теплого и влажного климата, на почвах лучше проницаемых и быстрей разлагающих растительные остатки, следовательно, не вполне применим к естественным условиям России,—так как у нас почвенные процессы никогда не достигают такой интенсивности, вследствие того, что энергия их сдерживается—

на севере недостатком тепла и избытком влаги, и на юге — недостатком влаги и избытком растворимых солей. Но, тем не менее, возможность истощения почвы в отношении перегноя и азота и ухудшения ее структуры — в отдельных случаях, при благоприятном сочетании почвенных и климатических условий,—не исключена и для нашего отечества, потому при оценке значения черного пара с этими его недостатками тоже приходится считаться, так, например, 20-летние опыты Полтавской опытной станции на лесном суглинке обнаружили заметное падение урожаев по черному пару по сравнению с весенним, при чем главной причиной этого явилось ухудшение структуры почвы, распыление, констатированное прямыми определениями. Содержание пыли оказалось на пару, например, вдвое выше, чем на весеннем пару. За границей ни один вопрос механической обработки не вызвал столь оживленных и разноречивых суждений, как именно вопрос о черном паре. Первоначально черный пар был выработан в конце 18-го столетия в Англии, являвшейся в то время в сел.-хоз. отношении самой передовой страной Европы; из Англии черный пар заимствован передовыми хозяйствами Германии, между прочим, Гогергейнской академией (во главе которой стоял известный с.-х. писатель Тверц, много содействовавший распространению черного пара в Германии).

В течение 19-го столетия под влиянием учения Либиха о минеральном питании растений и необходимости полного возврата питательных веществ в виде искусственных удобрений, отношение к черному пару резко изменилось. В известном сочинении по механической обработке проф. Бломейра (вышедшем в 80-х годах) черный пар признается принадлежностью лишь экстенсивных хозяйств, тогда как в Германии широкое применение минеральных удобрений, введение культур пропашных и многолетних кормовых растений и высокая степень интенсивности хозяйства допускают применение черного пара лишь в виде исключительной меры (в случае сильного засорения и «одичания» полей в результате неправильной культуры), но отнюдь не рекомендуется в качестве постоянного или регулярного приема, введенного в плодосмен.

В 90-х годах в Германии наступила новая реакция против господствовавшего отрицательного отношения к черному пару, под влиянием известного с.-х. писателя Карона, который в своем хозяйстве (Элленбах) стал применять черный пар в качестве меры, обогащающей почву органическим веществом и азотом. Поводом к такому новому толкованию благотворного действия черного пара послужили открытия в области почвенной микробиологии, в частности, исследования Бертело о способности водорослей и некоторых бактерий переводить атмосферный азот в связную форму. Карону принадлежит попытка выделения особой азотфиксирующей (Bacillus Ellenbachinsis) бактерии, которую он в чистой культуре — под названием алинита, препарата, изготовлявшегося в широком фабричном масштабе,—рекомендовал немецким хозяевам в качестве прививки при культуре хлебов и при обработке черного пара. Вместе с тем, Карон стремился соответствующей обработкой черного пара (частыми мелкими перепашками) вызвать возможно более полные всходы сорных растений, чтобы использовать их для обогащения почвы органическим веществом.

Под влиянием пропаганды Карона, вопрос о значении черного пара вновь

привлек в Германии всеобщее внимание и сделался предметом новых тщательных исследований на некоторых опытных станциях, между прочим, на Бреславльском опытном поле, известного ученого, проф. Рюмкера. После десятилетних опытов проф. Рюмкер пришел к тому заключению, что «комковатое построение почвы, составляющее конечную цель рациональной обработки, далеко не всегда может быть достигнуто при помощи черного пара и, что во многих случаях целесообразная обработка почвы в промежутке между двумя последовательными посевами или так наз. «частичный пар» достигает цели не хуже черного пара». По мнению Рюмкера, возможность обогащения почвы азотом при помощи жизнедеятельности почвенных микроорганизмов в пару никем не доказана, если бы такое обогащение действительно совершалось, оно было все же не достаточно для удовлетворения громадной потребности в азоте культурных растений, в особенности хлебных злаков, что, между прочим, показали и опыты самого Карона, который даже после черного пара вынужден был вносить азотистые удобрения. С другой стороны, исследования химического содержания грунтовых и дренажных вод Лооза в Англии, Дечерена во Франции и Вольни в Германии (а у нас А. В. Ключарева в Петровской Академии) доказали с полной очевидностью, что именно в черном пару—при отсутствии растительного покрова и при обилии летних осадков—происходят громадные потери нитратного азота. Чем дальше длится паровой период, чем больше выпадает за это время осадков, чем лучше проницаемость почвы и чем меньше развивается на пару растений, тем эти потери значительней и, наоборот, чем короче парование, чем суше погода, чем больше развивается и запахивается сорных трав, тем больше накопление органического вещества и нитратов. Поэтому, добавляет Рюмкер, «если бы мы стали рассматривать черный пар, как универсальное средство, регулярно применяя его без возмещения питательных веществ посредством удобрения, то очень скоро встретились бы с тем самым результатом, который в свое время хозяева испытывали по отношению к известкованию почв. Когда сельские хозяева впервые познакомились с действием извести, они думали, что нашли в ней универсальное средство удобрения и энергично принялись известковать почвы, покуда урожаи не стали быстро падать, благодаря тому, что с внесением извести производилось усиленное истощение почвы в отношении остальных питательных веществ (азота, фосфора и кали). Когда, благодаря известкованию, старые запасы питательных веществ были истощены, благодетельное до тех пор действие извести стало давать прямо противоположные результаты, и пословица о богатых отцах и бедных сыновьях явилась грозным предостережением против увлечения известкованием. Урок, полученный хозяевами в отношении извести, следует вспомнить и теперь по отношению к слишком горячо восхваляемому черному пару». В России уже период увлечения черным паром, отразившийся на основных программах первых русских опытных учреждений в 80-х годах и на курсах земледелия проф. Вильямса к началу нынешнего столетия, после опубликования 20-летних итогов старейшего русского опытного учреждения—Полтавского опытного поля — сменился реакцией, и в новейших программах по изучению механической обработки мы уже повсюду встречаемся с более детальной разработкой вопроса и занятом паре.

явившейся результатом более трезвой оценки чернэго пара на основе опытных данных, а не только теоретических рассуждений.

Наиболее очевидным преимуществом перед черным паром обладает тот вид занятого пара, который в начале 80-х годов в Германии стал пропагандировать известный хозяин-практик Шульц-Люпитц — для песчаных почв. Ему принадлежит заслуга введения в культуру—**зеленого удобрения** люпином, растением, которое благодаря прекрасной усвояющей способности корней и сильному развитию на корнях азотусваивающих бактерий,—мирится с песчаными почвами почти непригодными для культуры прочих растений.

Люпин возделывается на зеленое удобрение в пару и является предшественником озимой ржи, которая по такому пару дает прекрасные урожаи.

Новый вид занятого пара получил широкое распространение во всей восточной части Германии, изобилующей песчаными и легкими супесчаными почвами, а оттуда заимствован и ближайшими к Германии русскими окраинами—польскими, литовскими и прибалтийскими губерниями. В последнее время разработкой культуры песчаных почв, применительно к условиям Западной области, занялась Новозыбковская опытная станция, уже получившая за первое пятилетие своей деятельности прекрасные результаты с возделыванием люпина и сераделлы. Механическая обработка занятого пара с зеленым удобрением на песчаных почвах не представляет больших трудностей, благодаря весьма выгодным физическим свойствам этих почв и быстрому разложению запахиваемой свежей растительной массы.

Данный вид занятого пара, однако, не может получить применения на почвах средней связности и тем более на тяжелых пылеватых и иловатых почвах, а также на лёсовидных почвах черноземной полосы России, так как эти почвы в гораздо большей степени страдают от недостатка и избытка влаги, а следовательно, на них не достижимо быстрое разложение зеленого удобрения и хорошие регуляторы от возделывания люпина, в качестве предшественника озими. Для занятого пара на таких почвах приходится избрать растения с более коротким вегетационным периодом, при чем в засушливых районах с плодородными черноземными почвами, от природы обеспеченными в отношении азота, предпочтение должно быть дано растениям пропашного клина, допускающим междурядную обработку и вызывающим меньший расход влаги, а в районах избыточного увлажнения с почвами, более бедными, в особенности в отношении перегноя и азота, большое значение принадлежит кормовым растениям, преимущественно из семей мотыльковых.

Соответственно этим двум направлениям—на юге выработано несколько видов занятого пара с возделыванием пропашных растений: кукурузы, сорго, подсолнечника, картофеля и тыквы, а на севере—получили широкое применение, главным образом, два вида занятого пара—клеверный и виковый. Остановимся сначала более подробно на обработке клеверного пара, который является до известной степени крайним представителем различных типов занятого пара, наиболее резко отличающимся от вышеописанного чистого или черного пара.

Прежде всего,**клеверный пар** является одним из наиболее поздних видов

занятого пара, так как взмет его производится лишь после первого укоса клевера, одновременно, или даже несколько позднее покоса на естественных лугах. В виду краткости остающегося до посева озими и твердости клеверного пласта, разумеется, такой пар не допускает применения навоза, но в этом и нет необходимости в том случае, если главная цель возделывания клевера — обогащение почвы, в отношении азота была достигнута, т.-е. клевер хорошо развился и не успел уступить место злакам и сорным травам, которые могли бы использовать накопление азота в ущерб озими. Вместо навоза на клеверном пару обычно применяются под озимь фосфорно-кислые туки, внесение которых не представляет технических трудностей. Однако, азот, содержащийся в органических веществах клеверных корней, должен подвергнуться минерализации и потому на клеверном пару также приходится создавать возможно более благоприятные условия для размножения растительных остатков, как и на черном пару. Одним из наиболее существенных условий с этой точки зрения является достижение хорошо выраженной комковатой структуры, так как только она дает возможность при нормальных условиях влажности, т.-е. при достаточном количестве летних осадков (в особенности в период после взмета клеверного пласта и до посева озими) — в течение короткого 1½ — 2 мес. периода парования накопить небходимый запас усвояемых питательных веществ из клеверной дернины. При роскошном развитии и небольшом возрасте клевер создает в пахотном слое заметно выраженную комковатую структуру, но прочность сравнительно крупных агрегатов клеверного пласта не настолько велика, как, напр., после долголетней злаковой залежи, отличающейся более мелко-зернистым строением и наибольшей прочностью агрегатов, а потому сохранение комковатой структуры клеверного пласта требует особых предосторожностей, как во время роста клевера, так и после взмета. Главная предосторожность заключается в том, чтобы не допускать пастбищного пользования клевером и поддерживать сильное развитие клевера соответствующим минеральным удобрением (главным образом, гипсованием), тщательным уходом (напр., боронованием весной и после укоса) и ранним укосом (отнюдь не допуская продолжительного цветения и образования семян). Другая же предосторожность заключается в рациональной бережной обработке клеверного пласта, направленной к возможно меньшему его распылению. Наиболее важным является при этом производство взмета при помощи культурного плуга с дерноснимом, так как только при таком способе рыхление пласта производится с наименьшим разрушением естественного строения, благодаря распадению пласта, теряющего связность после слущивания дерноснимом верхней трети его; сброшенный на дно борозды дери служит как бы упругим буфером, препятствующим преждевременной осадке пашни. При таком расположении клеверных пожнивных остатков они, конечно, не могут быстро разложиться, но в корневых остатках, равномерно распределенных по пласту и легко перепревающих, содержится достаточный запас азотистых веществ, а потому осеннее развитие озимых вполне обеспечивается теми питательными веществами, которые освобождаются в рыхлой части обернутого клеверного пласта. Пожнивные остатки глубже запаханные, минерализуются постепенно лишь в течение следующего вегетационного периода и, таким образом, предупреждается накопление избытка нитратов, представляющее опасность на северных почвах, вследствие неизбежного их выщелачивания в течение холодной половины года.

Вопрос о глубине взмета клеверного пара решается теми же соображениями, которые были приведены при описании черного пара. И в данном случае—предварительное мелкое лущение клеверной дернины не освобождает от необходимости более глубокого взмета; однако, при отсутствии дернины оборачивание пласта совершается весьма неудовлетворительно, вследствие сгруживания почвы и перемешивания верхних и нижних слоев пласта, при чем затрачивается лишняя работа на преодоление вредного сопротивления и на разрушение комьев от давления отвала. При глубоком взмете с дерноснимом, таким образом, устраняется лишняя операция механической обработки, связанная с потерей влаги и распылением почвы, и является возможность оставить пашню в покое вплоть до предпосевной подготовки ее к озимому посеву. При совершенной работе культурного плуга пашня на клеверище получается настолько гладкой и пушистой, что нет надобности прибегать к боронованию, неизбежному при неровной глыбистой поверхности лущеного клеверища, а также вспашке клеверища на полную глубину без дерноснима. Кроме того, глубокий взмет с дерноснимом, способствуя более совершенному оборачиванию пласта, дает пашню, долгое время чистую от сорных трав, вследствие чего можно ограничиться одной мелкой предпосевной перепашкой четырехлемешным запашником, незадолго до посева озими. При мелком взмете, напротив, появление обильных всходов сорных трав, а иногда даже отрастание дернины вынуждает прибегать к лишней перепашке клеверного пара, которая во всяком вслучае должна быть произведена несколько глубокие первой вспашки или лущения; нечего говорить, что работа рядовой сеялки после мелкой вспашки клеверного пара встречает большие затруднения, так как сошники сеялки легко забиваются кусками дерна и пожнивными остатками и образуют огрехи незакрытых семян озими; зачастую приходится и вовсе отказываться от рядового посева и производить разбросной посев, требующий лишней операции по заделке семян и лишний раз просушивающий слой почвы, в котором должно происходить прорастание семян озимого хлеба. Благоприятные результаты от применения клеверного пара, очевидно, возможны только при том условии, если нормальное развитие клевера не встречает препятствий со стороны естественных условий—почвенных и климатических, а потому — пределом выгодного применения этого вида занятого пара следует признать, в этом отношении,—супесчаная почва с одной стороны, лесные и лёссовидные суглинки—с другой (на хрящеватых и песчаных почвах—с клевером успешно конкурируют люпин и серадела, а на тяжелых суглинистых, глинисто-черноземных и торфянистых—однолетняя виковая смесь); в климатическом отношении—на севере предел выгодного возделывания озимой ржи, а на юге—предел выгодного возделывания клевера, как кормового растения (ранее в черноземной полосе с клевером конкурируют кормовые злаки и корнеплоды). Наиболее благоприятными для развития клевера являются почвы средней связности (пылеватая и иловатая), хорошо проницаемые, содержащие достаточное количество извести (лучшими в этом отношении нужно

признать почвы мергелистые) и малое количество азота (на торфянистых и черноземных почвах при избытке азота клевер перестает играть роль азото-собирателя, так как клубеньки на корнях мотыльковых образуются только при азотистом голодании); при обилии же усвояемого азота мотыльковые питаются ими также, как азотопотребители.

На южном пределе выгоднэго применения клеверного пара, кроме конкуренции других кормовых растений, решающим является недостаток влаги, который препятствует получению нормальной пашни при взмете твердого сухого клеверного пласта и делает рискованными посевы озими. Хотя клевер черпает воду из более глубоких слоев, чем однолетние посевы, но последние не успевают просушить почву настолько сильно, благодаря запасу влаги и лучшей рыхлости и проницаемости почвы по сравнению с плотной почвой двухлетнего клевера, а, кроме того, освобождают почву раньше клевера и в более рыхлом состоянии, вследствие чего, взмет представляет меньше трудности и почва легче воспринимает летние осадки и быстрее восстанавливает нормальную влажность, необходимую для развития озими.

Рассмотрим далее обработку **викового пара,** который является важнейшим представителем группы занятых паров, с однолетними кормовыми посевами. Главным преимуществом викового пара следует признать возможность образования большого запаса влаги (при помощи глубокого осеннего взмета) и лучшие условия влажности в течение летнего периода, по сравнению с клеверным паром. Осенний взмет облегчает также внесение навозного удобрения, без которого—при возделывании в пару однолетних кормовых растений—обойтись невозможно, не должно потому, что в удобрении нуждаются, как озимь, так и кормовые растения, но и потому, что при продолжительнэм возделывании однолетних растений (хлебных и кормовых) внесение перегноя составляет единственное средство поддержания благоприятной структуры почвы. Во избежание лишних операций обработки, взмет викового пара следует производить после вывозки и разбивки навоза, по возможности раньше, вслед за посевом озими (обычно еще в августе), чтобы разложение жнива в навозе совершалось при более теплэй погоде и закончилось в течение осени, в противном случае, затрудняется весенняя предпосевная обработка, которая должна быть произведена возможно раньше с целью более раннего освобождения викового пара для дальнейшей подготовки его к посеву озими. Так как одновременная запашка жнива и навоза может представлять немалые трудноэти, то следует производить уборку предшествующего хлебного посева возможно ниже, не оставляя высокого жнива, а навоз следует предпочесть менее соломистый, хорошо перепревший, мелкий и производить разбивку возможно более равномерно. Глубина взмета должна быть настолько велика, чтобы заделка пожнивных остатков и навоза достигалась в совершенстве, при чем желательно иметь возможно более чистым от жнива верхний слой (в 1½—2 верш.), оборачиваемый весной при подсевной вспашке и заделке семян виковой смеси. Качество плужнэй работы в данном случае бывает хуже, чем при взмете черного пара и клеверного пара, так как культурный плуг с дерноснимом часто забивается навозом и работает не

так чисто; для облегчения заделки навоза следует укладывать его в борозду граблями перед проходом плуга. В смысле величины тяги, ранняя осенняя вспашка, благодаря меньшей влажности почвы, представляет значительное преимущество перед поздней осенней и ранней весенней. Если жниво не успело несколько промокнуть после уборки хлеба и пашня угрожает получиться твердой, глыбистой, следует оставить разбитый навоз в течение недели, чтобы увлажнить верхний слой нивы, путем капиллярного под'ема влаги из подпочвы; сплошной покров навоза в данном случае предохраняет почву от сильного нагревания и просыхания и спэсобствует более равномерному распределению подпочвенной влаги и наступающих осадков, в результате получается более мягкая рассыпчатая пашня. Этот же прием с выгодой может быть применен и при летней разбивке навоза по зеленому пару, особенно в том случае, если в период вывозки навоза перепадают дожди, так как использование этих дождей для равномерного увлажнения всего пахотного слоя заметно улучшается, благодаря разбитому по полю навозу. Чем равномерней и толще укладывается навоз сплошным покровом, тем совершенней его благотворное действие на влажность и мягкость почвы.

Весенняя обработка викового пара заключается в мелкой перепашке многолемешниками или даже культиваторами, при чем одновременно производится и заделка семян виковой смеси. Для облегчения пэкоса виковой смеси полезно выравнять поверхность мелкой бороной («Зигзаг» с частыми зубьями) или даже легким деревянным катком. Прикатывание становится также необходимым в том случае, если почему-либо запашка навоза произведена весной; цель прикатывания—восстановление капиллярного сообщения с подпочвенной влагой, без которой разложение навоза и развитие виковой смеси может быть поставлено в худшие условия. В случае осенней запашки навоза, наоборот, следует обойтись без прикатывания, так как осадка пашни совершается естественным путем, по мере разложения навоза и пожнивных остатков и по мере насыщения полей влагой от осенних осадков, главным образом, ранней весной после эттаивания почвы; присутствие же крупных некапиллярных промежутков в пашне (в особенности у дна борозды, где уложен упругий слой жнива) способствует быстрому разложению навоза, глубокому и сильному промоканию почвы и разрыхляющему действию морозов.

Благотворное влияние па почву виковой смеси может быть приписано (на ряду с действием навоза и глубокого раннего осеннего взмета) сильному отенению почвы густым растительным покровом и отчасти способности вики обогащать навоз азотом. Последнее преимущество, однако, не следует переоценивать, во-первых, потому, что однэлетние бобовые, в том числе и вика, не успевают образовать большой корневой массы, по сравнению с многолетними мотыльковыми, как клевер, люцерна, эспарцет; во-вторых, потому, что в присутствии навозного удобрения—бобовые также питаются за счет нитратов и образуют мало клубеньков и, в-третьих, потому, что вика высевается вместе с овсом, растением, особенно жадно поглощающим азот и использующим сполна весь запас нитратов; последнее впрочем до некоторой степени форсируют азотусвояющую деятельность вики,

при чем накопленный викой азот, в виду его органической формы, не может быть использован, пока не разложится в почве, и следовательно, главным образом, достается озими. На почвах, по природе богатых в отношении перегноя и азота, а именно на почвах черноземных и торфянистых, навозное удобрение викового пара вполне может быть заменено минеральным—калифосфатным (на торфянистых или фосфатным (на черноземах), чем весьма значительно облегчается обработка викового пара. Внесение минеральных удобрений может быть произведено с осени и весной; первое предпочтительней в том случае, если вносятся удобрения, требующие химической переработки в почве (к числу таких удобрений относится известь, зола, сырая фосфоритная и костяная мука), при внесении же легко растворимых туков (калийной соли, суперфосфата и томасшлака) — предпочтительней внесение их одновременно с посевом, ради более поверхностной заделки и более сильного действия на всходы.

Уборка виковой смеси должна быть произведена в самом начале колошения овса и цветения вики; если посев вышел достаточно густым, стебли не приобретают твердости (не деревенеют), и получаются пожнивные остатки, перепревающие значительно быстрей, чем жниво; во всяком случае, перепашка пара должна быть произведена немедленно вслед за уборкой и в этом отношении распределение на продолжительный период (с целью постепенного скармливания виковой смеси в свежем состоянии) или продолжительная сушка викового сена на пару, вызывают большой ущерб для качества пашни. Чем быстрее вслед за покосом производится запашка пожнивных остатков вики, тем рыхлее и глаже получается пашня и меньше требуется дополнительных операций (в виде боронования, дискования и прикатывания). Своевременно произведенная культурным плугом запашка вики на глубину, обеспечивающую полную заделку пожнивных остатков, позволяет ограничения как и на клеверном пару только одной мелкой предпосевной перепашкой перед самым посевом озими (в случае рядового посева) или одновременно с заделкой озимых семян (в случае разбросного посева), при чем в течение всего периода парования (продолжающегося не менее одного месяца) пашня не подвергается никакой механической обработке. Наоборот, при запоздании вспашки или чрезмерной твердости пара (вследствие недостаточно густого затенения почвы неудавшимся посевом виковой смеси) может получиться пашня настолько глыбистая, что приведение ее почвы в культурное состояние потребует целого ряда механических операций, прежде всего прикатывания для разбивки глыб или по крайней мере придавливания их к более сырой подпочве для усиления капиллярного под'ема влаги, затем экстирпирования или дискования (для лучшего разрыхления крупных комьев) и, наконец, боронования (для получения гладкой поверхности и рыхлого сухого изолирующего слоя, препятствующего просыханию пашни). Само собой разумеется, что все эти операции, не вполне достигая цели образования рыхлой пашни, неизбежно сопровождаются сильным распылением почвы и, в конце-концов, способствуют образованию твердой корки на следующую весну, крайне вредно отражающейся на развитии озимых.

ОБРАБОТКА ПРОПАШНОГО ПАРА И ПРОПАШНОГО КЛИНА.

К группе занятых паров с посевами однолетних кормовых растений, кроме викового пара, относится пар, занятый люпином, сараделлой, шпергелем, горчицей, гречихой, если эти растения возделываются не на зеленое удобрение, а на корм, и если они освобождают пар настолько рано, что не препятствуют своевременному посеву озими. Перечисленные растения хорошо развиваются только на легких почвах и действуют благотворно своим густым растительным покровом, обогащая почву большим количеством органического вещества легко разлагающихся корневых и пожнивных остатков, а в случае возделывания бобовых (сераделлы и люпина) и в отношении азота, и органическое вещество и в особенности азот являются, именно, теми элементами, в которых особенно нуждаются легкие почвы. Эти же растения чаще всего используются и в качестве так наз. **пожнивных посевов,** когда требуется предупредить потерю накопленных в почве азотистых солей через выщелачивание в подпочву в течение ненастного осеннего периода. На более свежих почвах, кроме виковой смеси, чаще всего высевают на зеленый корм—могар, сорго и кукурузу, растения, отличающиеся засухоустойчивостью, но требующие теплого климата. В лесной и лесостепной зоне эти растения, вследствие позднего посева, не успевают образовать большой укосной массы и освобождают пар слишком поздно, а потому возделываются исключительно в черноземной полосе и преимущественно в ее южной половине (т.-е. в степной области), где возможны ранние посевы (по отсутствию весенних заморозков) и где посевы озимых производятся значительно позже (благодаря продолжительной поздней осени). Приемы механической обработки под южные кормовые злаки, при их возделывании на зеленый корм в пару, мало отличаются от приемов обработки викового пара. И для них главным условием является глубокий осенний взмет, ради лучшего накопления влаги, и мелкая ранняя весенняя перепашка (по возможности с заделкой семян), но необязательным может считаться внесение навоза, благодаря тому, что черноземные почвы в нем менее нуждаются. Впрочем и на черноземных почвах густые посевы злаков на зеленый корм потребляют такое большое количество азота, что вполне оплачивают расходы по удобрению приростом растительной массы и только в случае внесения навоза оставляют почву достаточно плодородною для посева озими. Хотя южные кормовые злаки обладают длинным вегетационным периодом, но использование их на зеленый корм начинается обыкновенно еще ранее уборки виковой смеси, тем более, что некоторые из них (в особенности кормовые сорта сорго) выносят скашивание и стравливание и обладают способностью быстро отрастать и давать иногда богатую отаву; этим обстоятельством пользуются для устройства на паровом клину передвижных летних выпасов, при чем скот переводится с одного посева на другой, по мере его отрастания, и затем вторично возвращается на прежнее место для стравливания отавы. Существенным ущербом для структуры почвы является при этом пастьба скота, которая отражается тем хуже на состоянии почвы, что обычно скот выпасается на небольших загороженных загонах и сильно

вытаптывает мягкую пашню. Такой способ пользования зеленых кормов представляет для озими большую опасность и может быть терпим только на парах, поступающих под яровые посевы.

Образуя при густом посеве большую укосную массу, южные кормовые злаки все же весьма сильно просушивают почву и потому гибельно отражаются на развитии озимых, в том случае, если летние осадки после уборки зеленого корма не восстановят влажности пахотного слоя (на что в степной области далеко не всегда можно рассчитывать), а потому густые посевы на зеленый корм следует допускать в пару лишь под яровые посевы; в отношении же тех яровых полей, которые предшествуют озими, следует предпочесть в степной области или черный пар и полупар или пар с пропашной культурой крупностебельных растений. К числу последних принадлежат, главным образом, кукуруза и подсолнечник, которые высеваются лентами (в 1—3 рядка) с широкими промежутками (не менее ширины сеялки), при т. н. американском паре, в 2—3 сеялки при т. н. херсонском паре и в 5—10 сеялок при т. н. кулисном паре Самарской губ.; посев озими производится в обычное время только в промежутках между лентами, не дожидаясь уборки паровых растений. Стебли кукурузы и подсолнечника оставляются в озимом поле даже после уборки початков и головок, с целью задержания снега и накопления влаги. Весной кулисы подвергаются обработке и засеваются яровым хлебом того же вида (яровой рожью или яровой пшеницей). Опыты южно-русских и юго-восточных опытных станций показали, что при таком кулисном посеве озими развиваются и созревают весьма неравномерно, озимые растения, прилегающие к рядкам паровых растений, с осени или совсем гибнут от сухости или сильно ослабляются, а затем страдают еще и от неравномерного снежного покрова, который скопляется между стеблями и стаивает значительно позднее, чем в середине между кулисами, вследствие чего и без того изреженный посев озими к весне еще более изреживается и дает недоборы урожая, не всегда оправдываемые небольшим урожаем паровых растений. Преимущества кулисного посева озимых с пропашной культурой кукурузы и подсолнечника выступают только на крайнем юге (в Новороссии) и на юге-востоке в южной половине (в Самарской губ.), там, где озими часто вымерзают от недостаточного снежного покрова, так как кулисы значительно способствуют скоплению и задержанию снега на полях (в 1½ раза). Среднее положение между густыми кормовыми посевами и кулисными посевами крупно-стебельных зерновых растений занимают сплошные посевы обычных пропашных растений — картофеля и корнеплодов, неудобство которых для парового клина заключается в большой продолжительности их вегетационного периода (от 3 до 5 мес.). На севере они освобождают пар слишком поздно для посева озими, а на юге слишком сильно просушивают почву и потому могут служить предшественниками только для яровых посевов; но в таком случае паровой клин теряет свое значение и заменяется пропашным.

Совсем другой характер приобретает культура тех же пропашных растений (кроме картофеля), когда они возделываются на семена, т.-е. представляют т. н. **высадки.** Второй год развития у корнеплодов и листоплодов требует меньшего периода и потому они могут явиться вполне уместными в паровом клину, тем более, что при семенной культуре высаживаются редко и с междурядиями, значительно более широкими, чем при культуре в первый год, вследствие чего становится возможной даже перекрестная пропашка. Семенная культура корнеплодов, однако, только в редких случаях приобретает такие обширные размеры, чтобы играть роль в обработке парового клина, обычно же приурочивается к огородам и наиболее тучным приусадебным участкам. Наиболее распространенным видом занятого пропашного пара является **картофельный пар.** По сравнению с корнеплодами — картофель отличается наиболее коротким вегетационным периодом, а потому при некотором приспособлении картофельной культуры к требованиям парового клина—может служить предшественником озими. Остановимся поэтому несколько подробнее на описании обработки картофельного пара,—тем более, что она в некоторых отношениях существенно отличается от культуры картофеля в пропашном клину.

Так как основным требованием к паровой культуре картофеля является своевременное освобождение пара к предпосевной подготовке озимого клина, то, прежде всего, необходимо глубоким осенним взметом облегчить раннюю посадку картофеля; затем в видах возможно более экономного расхода почвенной влаги, следует ранней весной спешить с мелкой перепашкой или неверхностным рыхлением осевшей пашни (при помощи культиваторов). Глубокая весенняя перепашка, уместная при возделывании картофеля, в пропашном клину может оказаться опасной в смысле расхода почвенной влаги. Наиболее целесообразным способом посадки клубней, в данном случае, нужно признать частую посадку по шнуру под лопату, без лишней просушки почвы, проведением сошных борозд и запашкой клубней в гребни. Междурядья могут быть сокращены с обычных 12 — 14 вершков до 8 — 10 вершков, в виду того, что пропашка картофеля должна производиться в пару конными пропашниками, а не сохой или окучником, по возможности с сохранением гладкой поверхности. Замена гребневой культуры гладкой вызывается бережным отношением к запасу влаги, особенно в верхнем слое почвы. Чтобы представить картофельным гнездам достаточный об'ем рыхлой почвы, посадку клубней следует производить глубже обыкновенного (не мельче 3 верш.). Для ускорения же прорастания клубней — необходимо поддерживать верхний слой пашни в рыхлом состоянии при помощи повторного боронования. Более частая посадка способствует более быстрому развитию картофеля и более раннему вызреванию, хотя и в ущерб урожайности и крупности клубней.

Частой посадкой и гладкой пропашкой междурядий достигается также более полное отенение почвы, вследствие чего в самом верхнем слое поддерживается рыхлость и умеренная влажность, что и имеет значение для последующей озими.

Уборка картофеля, как и посадка, должна быть произведена по возможности ручным способом, без глубокой перепашки (выемка гнезд при помощи лопат или плоских вил), так как такое сильное рыхление не только просушивает пахотный слой, но и делает его непригодным для посева озими, вследствие повреждения

всходов при осадке пашни. Если для паровой культуры подобран ранний сорт и соблюдены все специальные требования паровой обрабэтки, то картофель может освободить поле через 3—3½ месяца после посадки, что вполне гарантирует своевременный посев озимого. Само собой разумеется, что при паровой культуре нельзя требовать высоких урожаев картофеля, достижимых в пропашном клину, но, во всяком случае, можно рассчитывать на урожай клубней, вполне окупающий все расходы по паровой обработке, и ущерб в урожае озими (по сравнению с черным паром).

К особенностям паровой культуры картофеля следует еще отнести скашивание или ручную обрезку ботвы перед уборкой клубней. Ботва картофеля, убираемого до полной зрелости, может быть употреблена в корм скоту (в свежем, высушенном или силосованном виде) и, во всяком случае, не должна оставаться на поле, так как затрудняет посев озими, между тем, для просушки почвы желателен посев озими рядовыми сеялками. Использование картофельной ботвы в качестве кормового средства возможно, конечно, и при обычном возделывании картофеля в пропашном клину, однако, представляется более выгодным, именно в пару, на том основании, что обычно приходится убирать паровой картофель не вполне зрелым (ранние сорта, как более нежные столовые сорта и вообще отличаются меньшей прочностью в лежке и должны быть употреблены в пищу или в корм в первую очередь).

При запоздалой уборке ботва успевает настолько обсохнуть и осыпаться, что не представляет кормовой ценности, а в случае сильного поражения картофельной болезнью и совсем не пригодна на корм.

Пропашной пар представляет переход к пропашному клину, занимающему во многих севооборотах самостоятельное положение, и только в трехпольном хозяйстве пропашные растения не имеют определенного места, занимая, в зависимости от потребности в удобрении — или паровой, или озимый, или яровой клин. С точки зрения правильного плодосмена наиболее целесообразным нужно признать расположение пропашного клина между двумя хлебными посевами—озимым и яровым, при чем получается весьма распространенный четырехпольный севооборот: пар, озимь, пропашное, ярь. Остановимся подробнее на приемах обработки такого типичного пропашного клина. Главным требованием пропашных растений является глубокая обработка и рыхлое состояние пашни в течение всего вегетационного периода, так как пропашные растения, в особенности корнеплоды и картофель, развивают об'емистые подземные органы и сильно страдают от плотности и плохой проницаемости пахотного слоя. В виду этого, особенностями обработки пропашного клина является глубокий осенний или весенний взмет и повторения пропашки или рыхленья междурядий во время роста пропашных растений.

Если по отношению к паровому клину осенний взмет являлся обязательным, особенно в случае занятого пара, то по отношению к пропашному клину, вопрос о преимуществе осеннего или весеннего взмета должен быть разрешен с другой точки зрения, а именно, можно поступиться меньшим запасом зимней влаги, чтобы больше выиграть в рыхлости пашни, так как это условие для пропашных растений важнее, тем более, что осенний взмет, вследствие сильной осадки пашни после оттаивания, приходится весной перепахивать, при чем теряется много влаги и преимущество осеннего взмета почти совершенно уничтожается. Поэтому во избежание лишних операций предпочтительнее ранней весной произвести глубокую вспашку при помощи культурного плуга (дерноснимом), позволяющего уложить жниво на глубину, при которой оно не мешает дальнейшим работам по предпосевной подготовке пашни. Так как пропашные растения отличаются большей требовательностью к теплу, то посев их или посадку приходится откладывать к концу хлебных яровых посевов и благодаря этому получается промежуток (около ½ месяца), в течение которого совершается процесс парования. В случае необходимости навозного удобрения, навоз должен быть внесен с осени, возможно раньше, дабы он успел к концу осени разложиться, так как обязательная перепашка осеннего взмета ранней весной, возможно более глубокая, не должна встречать препятствий со стороны навоза или жнива. Дальнейшая подготовка пашни различается в зависимости от рода пропашных растений; для мелко-семянных видов (моркови, турнепса, репы, свеклы), высеваемых рядовой сеялкой, требуется тщательная мелкая разделка пашни и влажная поверхность, что достигается применением сначала культиваторов и легкого катка и затем частой легкой бороны-загзаг. Для видов, разводимых при помощи парниковой или грядовой рассады (капуста, брюква, иногда свекла), необходима подготовка легких гребней или грядок, что достигается проще всего с помощью сохи с перекладной палицей и легкого катка. Для крупно-семянных и крупно-стебельных растений, как кукуруза, сорго и подсолнух,—достаточно обычное рыхление боронами, так как эти растения высеваются рядовыми сеялками с редкой расстановкой сошников. Наконец, для картофеля, кроме обычной сошной посадки (в гребни через 2 борозды сохи) более правильным, менее просушивающим почву способом нужно признать посадку под маркер (или двухлемешный плуг), с последующим выравниванием поверхности при помощи легких борон (с короткими зубьями) или волокуши. Благодаря мелкой посадке клубней ускоряется их прорастание и появление всходов, но зато является необходимость в более раннем окучивании.

, Междурядная обработка в течение лета производится, по мере появления всходов сорных трав и корки, иногда даже до появления всходов культурного растения (напр., моркови), к семенам которого для обозначения рядков прибавляют быстро прорастающие и лучше пробивающие корки семена овса. Очень часто практикуется также боронование картофеля до появления его всходов, особенно при глубокой посадке клубней. Междурядное рыхление производится или с сохранением гладкой поверхности, при помощи конных и ручных мотыг, пололыгиков, культиваторов) или с изменением вида поверхности (при помощи сохи, окучника, конных пропашников). В первом случае рыхление ограничивается поверхностным слоем и служит для истребления сорных трав и уничтожения корки, которая образуется тем легче, что смыкание пропашных растений, отенение ими почвы или вовсе не наступает или запаздывает настолько, что атмосферные агенты в связи с разрушительной работой орудий—успевают произвести сильное распыление верхнего слоя пашни. Во втором случае, рыхление постепенно распростра-

няется на весь пахотный слой, так как повторное окучивание захватывает все более и более глубокие слои в междурядьях, увеличивая ширину и высоту гребней. При возделывании особенно крупных растений (каковы: капуста, подсолнух, кукуруза, картофель) в некоторых случаях прибегают даже к перекрестной пропашке (что, однако, требует точной маркерной посадки или гнездового посева). Впрочем, использование такой большой площади питания, каковая образуется при перекрестной пропашке конными орудиями (12×12 верш.) возможно только при особенно благоприятных сочетаниях почвенных и климатических условий, тогда как в большинстве случаев выгодным оказывается более частое размещение растений в рядах, тем более, что сокращение ширины междурядий технически трудно выполнимо при конных орудиях (при не вполне устойчивом ходе их легко повреждаются корни растений в рядах), а, с другой стороны, сгущение растений в ряду способствует быстрому заглушению сорных трав, остающихся незатронутыми при пропашке междурядий, и, следовательно, отпадает необходимость в перекрестном рыхлении, или ручном мотыжении и полке. Пропашный клин, подобно паровому, считается средством для основательной очистки почвы от сорных трав, но эта цель достигается только при соблюдении указанной предосторожности, т.-е. достаточного сгущения растений в рядах, так как на практике ручное мотыжение и полка или совсем не производятся или производятся в весьма несовершенной форме, а перекрестная пропашка, не вполне очищая почву, в то же время чаще всего сопровождается значительным недобором урожая.

При уборке корнеплодов вновь производится глубокое рыхление всего пахотного слоя, при помощи корнекопателей, а при уборке картофеля за двухкратной пропашкой следует еще многократное боронование для извлечения клубней и сбора ботвы. Последствием такой усиленной разработки является полное разрушение структуры, глубокая осадка пашни пропашного клина, после оттаивания весной и образования толстой корки.

Чтобы предупредить вредное влияние чрезмерного рыхления пропашного клина, следует предпочесть ручную уборку корнеплодов; при возделывании сортов с шаровидными, или цилиндрическими, или тупоконическими корнями, вылергивание руками корней свеклы, брюквы, турнепса, репы и даже моркови — производится легко и чисто; при возделывании же сортов с глубокими стержневидными корнями следует применять специальные короткие копальные ножи, которые углубляясь в почву производят выпирание корней без образования борозд. При уборке картофеля наиболее целесообразным была бы ручная уборка (плоскими вилами) с одним или двумя перекрестными следами железной бороны.

Существенным недостатком является также неравномерное распределение ботвы картофеля и корнеплодов, препятствующее ее запашке и использованию для улучшения почвы. Между тем, ботва эта, благодаря нежному строению и малому содержанию твердой древесины, легко подвергается разложению и может образовать в короткое время большую массу десятинного перегноя. Чтобы использовать ботву для этой цели, необходимо произвести отделение ее от корней на месте, а не в кучах и после равномерной разбивки по полю оставить на поверхности до весны, когда запашка ее не может представить затруднений. Весенняя

вспашка производится после пропашного клина на среднюю глубину, так как мелкая перепашка недостаточно ослабляет зимнюю осадку пашни, а глубокая перепашка после корнеплодов является излишней и даже вредной, вследствие большой потери влаги. При возделывании в пропашном клину кукурузы и подсолнуха, убираются обыкновенно только початки и головки, стебли же с большой пользой для последующих посевов оставляются в поле, с целью задержания снега. Количество снега, скопляющегося между стеблями, по наблюдениям южно-русских опытных станций, может в 1½—2 раза превысить нормальный снежный покров открытых полей и такой прирост влаги, если он поглощается весной на месте (а не стекает на поверхности), может повысить содержание влаги пахотного слоя на 5—10%, что во много раз превышает тот прирост влаги, который достигается обычно при глубокой осенней вспашке. Весной, перед вспашкой, стебли кукурузы и подсолнуха без особого труда выдергиваются и могут быть употреблены на топливо и для приготовления золы.

На почвах нечерноземных в пропашном клину, кроме картофеля и корнеплодов, могут представлять значение конские бобы, синие лупины и крупностебельная нарбонская вика, растения из сем. мотыльковых, ценные в качестве азото-собирателей. Преимущество этих растений заключается еще в том, что они не требуют особенно широких междурядий и могут удовлетвориться только однократной пропашкой гладким конным пропашником или конной мотыгой—в молодом возрасте. С развитием высоких стеблей и богатой листвы эти бобовые образуют почти сливающийся густой растительный покров, который отлично защищает почву от распыления и корки.

ОБРАБОТКА ОЗИМОГО И ЯРОВОГО КЛИНЬЕВ.

В громадном большинстве случаев озимому клину предшествует паровой клин, так как неблагоприятные климатические и почвенные условия не только в России, но и в средней Европе не допускают возделывания озимых после яровых пропашных растений, если культура их не приспособлена к требованиям парового клина. Так, например, посевы озимых возможны после виковой смеси и других однолетних кормовых растений если они возделываются на зеленый корм или на зеленое удобрение, но были бы рискованными или вовсе невозможными при возделывании тех же растений на семена. Картофель может служить предшественником озими, если освобождает поле ко времени озимого посева, а корнеплоды, вследствие своего длинного вегетационного периода (за исключением ранней репы), могут предшествовать озимым только при возделывании на семена, т.-е. на второй год своего развития, когда освобождают поле почти одновременно с виковой смесью. Наконец, крупно-стебельные пропашные растения —кукуруза и подсолнух, допустимы в качестве предшественников озими, только при весьма редком посеве, отнимающем у озими не более 20% общей площади, при чем остающиеся до весны стебли способствуют накоплению снега на озимом поле.

Нужно особенно благоприятное сочетание условий тепла и влаги, чтобы предшественниками озимых могли явиться хлебные посевы. Но и в этом случае,

они должны быть признаны наихудшими предшественниками потому, что озимые хлеба по своим требованиям в отношении минерального питания слишком приближаются к яровым хлебам, не говоря уже о том, что повторный посев озимых на одном и том же поле противоречит основным требованиям плодосмена, соблюдаемым даже при рутинном трехполье. Единственное исключение в этом отношении представляет **озимый рапс,** растение теплого климата, вполне мирящееся с яровыми и даже озимыми хлебами, как предшественниками, если только потребность в питательных веществах удовлетворена внесением соответствующих минеральных удобрений. К сожалению, в России, это полезное растение Зап. Европы не могло получить широкого распространения, даже в наиболее счастливых по климатическим условиям районах (каковы: Польша и юго-западный край или правобережная Украина), где конкурентами его явилась озимая пшеница и сахарная свекловица (возделываемая часто в озимом клину после пара). Таким образом, мы можем принять, что в виде общего правила, обработка полей под озимые посевы совпадает с обработкой пара, а потому нам остается рассмотреть, каковы операции механической обработки в озимом клину с момента посева озими и до ее уборки.

В течение осеннего периода развития озими, наиболее полезной операцией является междурядная пропашка конными или ручными мотыгами, цель которой не только истребление взошедших сорных растений, но и прорыхление междурядий в случае сильных дождей и легкое окучивание озими.

Окучивание озими способствует ее лучшему кущению и большей морозоустойчивости, а вместе с тем, устраняет с поверхности скопление влаги у стеблей растений, стягивая избыток влаги в бороздки междурядий и облегчая прогревание, просыхание и проветривание верхнего слоя почвы вокруг растений. Беспрепятственная работа многорядных конных пропашников и однорядных или двурядных ручных пропашников требует широких междурядий, не менее 20—30 сант. — 4—6 верш. а такое сильное изреживание посева не всегда окупается благотворным влиянием пропашки. Чтобы соединить преимущества пропашной культуры с выгодой более густого посева, приходится производить пропашку не во всех междурядиях, а через 2—3—5 рядов, сближая рядки внутри (до 10 сант.) ленты и сокращая пропахиваемые полосы между лентами до возможного наименьшего предела (30 сант.).

Ленточные посевы испытывались многими южно-русскими опытными учреждениями и дали колеблющиеся результаты, главным образом, в зависимости от того, что широты междурядий могут быть использованы только при высоком плодородии почвы (например, при сильном удобрении) и благоприятных метеорологических условиях, а при обратных условиях выгоднее более равномерное размещение растений и более густой посев. Только в особенно засушливых районах (как, например, на юго-востоке России), где изреживание посева вызывается малым запасом влаги, широкорядные посевы давали положительные результаты. Редкий рядовой посев дает также лучшие результаты в том случае, если засоренность и плохое культурное состояние почвы не позволяет сближать сошники дальше известного предела (напр., 3—4 верш.), но по мере улучшения почвы —

становится выгодным переход к нормальному рядовому посеву с узкими междурядиями (в 2—3 верш.). Такой пример представляет Безенчукская станция, где в первые годы получались лучшие результаты от редкого пропашного посева, но с течением времени перевес в урожайности оказался на стороне обыкновенных рядовых посевов, без пропашки.

Если вопрос о значении пропашной культуры хлебов достаточно подробно изучен в условиях засушливой черноземной полосы России, то нельзя того же сказать про нечерноземную полосу России, в районах избыточной влажности, где благотворное влияние пропашки должно обусловливаться совершенно иными факторами. В особенности это касается значения осенней пропашки озимых, которая теоретически может быть рассматриваема, как средство борьбы с избытком влаги в течение холодного периода, если пропашка производится с окучиванием, т.-е. образованием бороздок в междурядиях. Ту же цель преследует т. н. гребневый посев озимых, производимый на севере во многих крестьянских хозяйствах, при помощи сошной распашки засеянного вразброс озимого поля (до появления всходов); в этом случае, однако, много семян теряется вследствие неравномерной заделки, а гребни, в которых скучиваются семена из борозд, покрываются слишком густыми всходами. Ручными сошными гребнями хотя и достигается гораздо лучшее прогревание и просушивание почвы, но это преимущество может быть парализовано слишком сильным изреживанием почвы (образуются широкие борозды, в которых озимь вымокает), а кроме того, неравномерность в развитии растений на гребнях (в лучших условиях находятся растения, расположенные в середине гребня, и они развиваются сильнее и достигают спелости ранее, тогда как на обоих боках гребня растения развиваются значительно слабее и заметно отстают от средних по времени наступления всех фазисов, в том числе и спелости). При редком рядовом посеве с окученной пропашкой указанные недостатки устраняются, но зато обыкновенно не достигается достаточного углубления междурядий, а следовательно ослабляется эффект данного приема в особенности на тяжелых почвах, которые в нем именно и нуждаются.

Для достижения лучших результатов от пропашной культуры озимых, необходимо прибегать к специальным приемам рядового посева, при которых уже рабочей сошников сеялки создаются желательные изменения вида поверхности, так как образование высших гребней путем окучивания рядков взошедших растений может вредно отразиться на растениях, если зеленые листья заваливаются землей и задыхаются или подпревают. Снабжая задние сошники сеялки (с закрытыми семяпроводами) грузилками и окучивающими отвальцами, можно получить *перекрестный гребневой посев*. Однако и такой посев нуждается в пропашке с окучиванием, так как только совокупным действием сошников сеялки и отвальцев пропашника цель достигается в полной мере, даже в том случае, когда осенние осадки сгладят гребни, образованные при посеве. Не следует только с пропашкой торопиться и производить ее лишь перед наступлением осеннего ненастья.

Весенняя обработка озимых полей преследует еще более важную задачу, именно, уничтожение корки или разрыхления заплываемого, сильно осевшего верхнего слоя пашни. Явление это характерно для озимых полей, именно потому,

что им предшествует продолжительная паровая обработка (в черном пару в течение целого года), сильно разрыхляющая и распыляющая почву, а потому — ослабляющая ее способность противодействовать вредному влиянию мороза и избытка влаги. Мороз, хотя и способствует разрыхлению почвы (благодаря тому, что вода при замерзании стягивается в некапиллярные поры, образуются целые гнезда льдинок, кристаллов, при чем высушенные комочки с капиллярными порами сплотняются, а капиллярные поры напротив, еще больше расширяются) однако, при оттаивании льда, широкие поры не в состоянии выдержать давления воды и почвы, спадаются и выжимают из себя воду в нижележащие слои или даже на поверхность, и в результате получается сильная осадка пашни, сопровождающаяся заплыванием поверхности, после просыхания верхнего заплывшего слоя образуется плотная корка, которая по мере дальнейшего высыхания трескается и трещины углубляются в почву, вызывая быстрое просушивание всего пахотного слоя, а во многих случаях и разрыв корней. Чтобы ослабить вредное действие всех этих явлений, резко выступающих только на озимых полях, необходимо возможно ранее произвести разрыхление верхнего слоя, для чего ранней весной применяется или боронование, или пропашка озимых. При разбросном посеве и рядовом с узкими междурядьями — разрыхление, очевидно, возможно только при помощи боронования. Для достижения преследуемой цели (т.-е. порыхления верхнего слоя), боронование должно быть произведено в момент наиболее благоприятный для рыхления — при слишком раннем боронировании, когда почва не успела просохнуть до половины своей влажности, борона скользит по поверхности или врезается зубьями в заплывшую почву, разрезая, но не разрыхляя ее и отрывая (в этом случае боронование причиняет больше вреда, чем пользы); после засыхания корки, когда она начинает сильно трескаться и отделяться от нижележащего слоя пашни, борона захватывает более или менее крупные плитки или комья корки и выворачивает их вместе с целыми пучками растений, разворачивая корни или совсем выбрасывая растения на поверхность. Уловить момент, когда борона производит наибольший полезный эффект в смысле рыхления и наименьший ущерб в смысле повреждения растений, не так легко, а потому и понятно, что мнения практиков относительно значения весеннего боронования озимых чрезвычайно резко расходятся. К этому еще присоединяется то обстоятельство, что в некоторых случаях изреживание озимых посевов само по себе может оказаться полезным. При сильном осеннем кущении озимых часто применяется для изреживания и задержки роста стравливание озимых скотом, связанное с пастьбой. Но эта мера с точки зрения бережного отношения к структуре почвы недопустима, даже в том случае, если она не приносит растениям прямого ущерба. Польза от изреживания озими тем больше, чем гуще был посев, чем сильнее раскустился с осени, чем лучше перезимовал, чем плодородней почва, чем удачнее весеннее боронование и чем благоприятнее дальнейшие условия роста или чем реже должен быть посев для борьбы с засухами, в других случаях, наоборот, изреживание озими само по себе нежелательно, потому ли, что посев произведен недостаточно густо, или потому, что он и без того пострадал от вымочек или вредителей, или потому, что на хорошие условия роста в течение летних месяцев нельзя рассчитывать. В первом случае—благодетельное действие весеннего боронования вполне обеспечено и может выразиться в наибольших прибавках урожая, во втором случае, наоборот, нужно прибегать к боронованию с величайшей осторожностью и считаться с возможностью большого недобора. Чтобы достигнуть цели рыхления почвы с наименьшим ущербом для растений, варварский способ весеннего боронования озимых казалось бы вполне целесообразно заменить пропашкой междурядий, однако, в этом случае необходимо произвести посев широкими междурядиями или лентами; между тем, мы уже отметили, что далеко не во всех случаях расширение междурядий оправдывается преимуществами пропашки, а потому, к данному приему обработки, очевидно, следует прибегать только в случаях крайней необходимости, т.-е. когда к этому вынуждают плохие физические свойства почвы и невозможность успешного применения боронования. Если, однако, по совокупности условий, пропашная культура озимых может давать высшие устойчивые урожаи озимых, то, во всяком случае, непременно она должна сопровождаться ранней весенней пропашкой. Наиболее благоприятный момент для пропашки, как и в случае боронования, узнается по сохранению влажности почвы и способности ее к рыхлению. Для весеннего боронования следует применять пропашники с экстирпаторными лапами (а не окучивающими отвальцами, как осенью), чтобы возможно глубже и основательней прорыхлить пахотный слой (по крайней мере на глубину 1½—2 верш.).

В течение лета, до колошения бывает полезна и вторая пропашка, в том случае, когда междурядия зарастают сорными травами. Эта пропашка производится на меньшую глубину и преимущественно при помощи горизонтальных ножей, мотыг, при чем образуется сухой рыхлый слой, предохраняющий почву от просыхания и облегчающий газообмен. При нормальных условиях, обработка озимого клина ограничивается тремя операциями —осенним окучиванием, весенним рыхлением и летним мотыжением. Но в случае сильной засоренности посева или образования корки после ливней, может понадобиться лишнее мотыжение весной или в первую половину лета. Однако, не следует запаздывать с мотыжением дольше колошения, так как поздние пропашки, не успевая проявить благотворное влияние, могут сопровождаться повреждением растений, в особенности при конной пропашке, которая при многорядных пропашниках или пололышках даже и не выполима при высшем росте озимых.

Обращаясь далее к обработке ярового клина, мы будем иметь в виду, только типичный яровой клин с хлебными посевами, так как культура пропашных растений должна быть при правильном плодосмене приурочена или к пропашному или к паровому клину, а культура т. н. пластовых растений—к травопольному клину, обработка которого требует отдельного рассмотрения.

Насколько часто озимому клину предшествует паровой клин с тщательной и многократной обработкой, создающей для озими наилучшие условия роста и питания,—настолько же распространенным предшественником ярового клина является озимый клин, оставляющий поле в наихудшем физическом состоянии.

Действительно, ни один из однолетних полевых клиньев не подвергается такому сильному сплотнению и иссушению, как именно озимый, так как чрезмерное разрыхление почвы в пару неизбежно связано с наибольшей осадкой пашни ранней весной, а осенью пастьба по озимым (так часто практикуемая за недостатком естественных кормовых угодий и отсутствием в полевом севообороте специального многолетнего травяного клина) и затем весеннее боронование или многократная мелкая пропашка, все это ведет к разрушению структуры и сильному сплотнению пашни и распылению ее верхнего слоя. К этому прибавляется еще сильное просушивание озимого клина, неизбежно связанное с мощным развитием озимых, обычно занимающих первое место по удобрению, а потому и дающих наибольшие урожаи. Такая особенность озимого клина совершенно устраняет возможность его использования в качестве предшественника многолетнего кормового клина, в том случае, если придется считаться с недостатком влаги, так как несмотря на ранний посев трав по озими и достатка запаса влаги для обеспечения их всходов, дальнейший рост их встречает непреодолимое препятствие в чрезмерной сухости почвы. По этой же причине запущенные озимые клинья зарастают наименее ценными сорными травами и дают залежь худшего качества, нежели пашни, заброшенные после яровых посевов.

Итак, главное задание для обработки ярового клина заключается в исправлении того неудовлетворительного физического состояния почвы, которое вызвано особенностями обработки и удобрения озимого клина. В отношении запаса питательных веществ, яровой клин, следующий за удобренной озимью, поставлен в нормальные условия, главным образом, потому, что плохое физическое состояние почвы не позволяет озимым посевам сполна использовать внесенное в пару удобрение, в особенности навозное, требующее для разложения продолжительного времени и благоприятной влажности и проницаемости почвы, условий, которых, именно, не достает озимому клину (сам он использует преимущественно лишь тот запас питательных веществ, который успел накопиться в течение периода парования).

Второе задание обработки ярового клина, вытекающее из необходимости поставить в благоприятные условия разложения внесенный в пару навоз или зеленое удобрение, заключается в образовании возможно более продолжительного чистого пара, который может быть назван по своей краткости и положению в севообороте промежуточным паром или полупаром (от уборки озимого до посева ярового).

Введением промежуточного пара между озимью и ярью достигается и третья основная задача механической обработки ярового клина—накопление влаги за осенний и зимний период, так как особенностью ярового клина (в отличие от пропашного) является ранний и густой посев, исключающий возможность широкого применения мер по сбережению влаги. В отношении борьбы с сорными травами яровой клин поставлен в более благоприятные условия: во-первых, потому, что ему, перед озимью, часто предшествует черный пар, представляющий наиболее действительное средство для искоренения злостных сорняков; во-вторых, потому, что озимь, при густом посеве и при междурядной обработке, сама по себе, хорошо

справляется с сорняками, заглушая их, главным образом, своим быстрым весенним развитием. Однако, во многих случаях, именно, при неудовлетворительной паровой обработке и слабом удобрении, а в связи с этим, сильным изреживанием озими вымочками, вымерзанием, вредителями—возможно, напротив, сильное зарастание озимого клина сорняками, которые используют все свободные пространства и плеши, роскошно разрастаясь на счет неиспользования озимыми удобрениями, и потому ко времени посева яровых могут явиться более сильными их конкурентами. При таких условиях выдвигается и приобретает особенно важное значение—четвертая задача обработки ярового клина, т.-е. истребление сорных растений.

Первая задача, по исправлению физического состояния почвы, проще всего достигается глубокой обработкой, по возможности вслед за уборкой озими, при чем удовлетворительная работа культурного плуга, в смысле полного оборачивания пласта и его равномерного разрыхления, возможна или в состоянии «спелости отенения» (если оно выражено достаточно резко) или значительно позже, после глубокого увлажнения почвы летними осадками; в последнем случае, однако, слишком сильно сокращается продолжительность промежуточного пара (обычно с 3 месяцев до 1½) и, таким образом, затрудняется выполнение второй задачи — обработки. Некоторым компромиссом в смысле улучшения физического состояния почвы и удлинения продолжительности промежуточного пара может быть признано раннее лущение озими вслед за ее уборкой. При помощи лущения создается на поверхности рыхлый сухой слой, изобилующий пожнивными остатками, в известном смысле—мертвый растительный покров, действующий благотворно на физические свойства и влажность почвы, во-первых, потому, что устраняет потерю влаги через испарение; во-вторых, способствует быстрому просачиванию атмосферных осадков в почву; в-третьих, даже в сухие периоды вызывает накопление влаги в пашне, благодаря беспрепятственному капиллярному под'ему влаги из подпочвы и устранению потери этой влаги через поверхностное испарение. В результате лущение в течение короткого периода создает вполне благоприятные условия для глубокого взмета, тогда как при ранней летней вспашке озимого жнива на полную глубину пахотного слоя, при плохом физическом состоянии почвы и большой сухости ее, даже в момент уборки озими далеко не вполне выполняются требования успешной работы плуга и пашня получается твердая, глыбистая. Кроме того, в смысле связности пласта разница между ранней глубокой вспашкой и глубокой осенней вспашкой после предварительного лущения, не так велика, благодаря тому, что ко времени уборки, корни озимых не способны уже сдерживать твердый пласт от разрыва при его скручивании отвалом, он легко разрывается на куски или твердые глыбы и требование полного оборачивания остается невыполненным в такой же мере, как и при вспашке рыхлой пашни, подвергавшейся лущению. Таким образом, в смысле улучшения физических свойств почвы, в смысле лучшего накопления влаги и в смысле удлинения промежуточного пара, раннее лущение озимого жнива представляет прием наиболее действительный, наиболее практически осуществимый. Но и в смысле борьбы с сорными травами—лущение тоже представляет прием вполне целесообразный и едва ли не более действительный, радикальный, чем ранняя глубокая вспашка, так как мелкой перепашкой

производится: во-первых, истребление живых сорняков при помощи их высушивания; во-вторых, создаются благоприятные условия для прорастания семян сорных растений, а, следовательно, и для истребления их всходов при последующей обработке, тогда как при глубокой вспашке не так легко достигается истребление сорняков через задушение (оно возможно лишь при избытке влаги и плохой проницаемости почвы), особенно при глыбистой пашне; в-третьих, семена сорных трав запахиваются на большую глубину, где они хотя и не способны прорастать, но надолго сохраняют свою всхожесть. Итак, все четыре требования обработки ярового клина согласно удовлетворяются в наилучшей степени, при сочетании раннего летнего лущения (в момент спелости отепения озими) и последующего глубокого взмета при помощи культурного плуга.

Опыты большинства разных опытных учреждений, производившиеся по вопросам обработки ярового клина, согласно свидетельствуют о первенствующем значении времени взмета (т.-е., главным образом, в смысле продления парового периода) и о полной возможности замены раннего глубокого взмета ранним лущением с последующей глубокой осенней перепашкой. Так, например, по данным Полтавской опытной станции (за 20 лет) ранняя летняя вспашка под яровое, дает урожай в 1½ раза выше, чем поздняя осенняя вспашка, при чем в сухие годы влияние времени вспашки вдвое сильнее, чем в годы влажные (ранний взмет поэтому признается наиболее действительной мерой борьбы с осенней засухой, так гибельно отражающейся на урожае хлебов), двойная вспашка с ранним летним лущением (на 2 верш.) и глубокой осенней перепашкой (на 4½ верш.) дает при этом наилучшие результаты.

Значительно менее важным фактором обработки под яровые оказывается глубина взмета. Тем не менее осенняя вспашка на полную глубину пахотного слоя представляется для засушливых районов обязательным требованием не только потому, что этим приемом достигается улучшение проницаемости пашни (благодаря выворачиванию на поверхность «крупки», т.-е. твердых комков подпахотного слоя), но и потому, что полным оборачиванием пласта и глубокой запашкой пожнивных остатков (часто сопревающих осенью, благодаря лущению) создаются наилучшие условия для накопления влаги (увеличивает кроме проницаемости влагоемкость пашни, особенно полезную в холодный период с большим избытком атмосферной влаги) и вместе с тем ослабляется осадка и заплывание пашни к весне. При мелкой осенней вспашке,—благодаря большой распыленности верхнего слоя,—пашня так сильно оседает и заплывает, что весенняя перепашка (при чем более глубокая, чем осенью) становится неизбежной, а между тем, под яровые посевы, следует избегать весенней перепашки не только потому, что она сильно просушивает почву, но и потому, что она оттягивает время посева, тогда как для большинства ярового клина ранний посев представляет особенно важное условие успеха.

В районах, страдающих избыточной влажностью, напротив, преимущество часто оказывается на стороне весенней вспашки, так как главная цель осеннего парования, накопление нитратного азота, в данном случае не достигается, благодаря избытку влаги и связанной с этим потере нитратов через выщелачивание. С другой стороны, при этих условиях не достигается и цель—улучшения физических свойств полей, прочности строения и проницаемости, так как глубокая осенняя вспашка, при избыточной сырости и сильном разрушительном действии морозов, сопровождается настолько сильной осадкой и заплыванием пашни, что все равно неизбежной становится глубокая весенняя перепашка, запоздание же посева, вызванное перенесением взмета с осени на весну, не так вредно отзывается на яровых, вследствие того, что в минимуме оказывается в этих районах не влага, а тепло, и потому спешить с посевом следует лишь постольку, поскольку необходимо до осенних заморозков закончить вегетационный период яровых, что вполне достижимо и при производстве более поздних посевов, тем более, что ранние посевы за недостатком тепла в первое время развиваются слишком медленно и посевы, произведенные в более теплую, умеренно влажную почву могут даже обогнать ранние посевы. Каковы южные пределы избыточной влажности и преимущества весенней вспашки под яровые, еще пока невозможно определить за отсутствием опытных учреждений в северной России, но уже Московская и Вятская губ., по данным Петровской Академии и Вятской опытной станции, обнаруживают преимущество осеннего «полупара» по сравнению с весенней вспашкой.

Что касается весенних операций по механической обработке ярового клина, то они в случае глубокого осеннего взмета — могут ограничиваться мелкой перепашкой (четырехлемешниками или даже дисковыми культиваторами), чтобы создать достаточно рыхлый слой для беспрепятственной чистой работы, рядовых сеялок и в некоторых случаях для уничтожения всходов сорных трав. При разбросном посеве яровых возможно совмещение рыхления пашни с заделкой семян, но, кроме того, бывает необходимо раннее весеннее боронование и шлейфование пашни волокушами для предупреждения глубокой просушки пашни до посева, особенно это необходимо в случае запоздания ярового посева и производства этих посевов рядовой сеялкой, не выносящей избытка влаги.

В случае весеннего взмета необходима более глубокая вспашка для рыхления всего пахотного слоя (сильно сплотненного в озимом клину и осенней пастьбой) и для запашки сорных трав и пожнивных остатков на такую глубину, при которой они не могли бы мешать при операциях предпосевной подготовки почвы и при самом посеве. Такому требованию в наилучшей степени удовлетворяет культурный плуг с дернослимом, который, однако, может удовлетворительно работать лишь при умеренно-влажном состоянии почвы (когда в почве содержится не более ½ ее влагоемкости); в противном случае вместо рыхления пласта получится лишь его оборачивание, при чем пласт получается смазанным, полированным, трудно проницаемым для воздуха, что представляет именно весной большую опасность (при осеннем взмете твердый смазанный пласт не опасен, ибо разрыхляется действием морозов). Для заделки семян, в случае глубокой весенней вспашки, необходимы отдельные операции, а именно при разбросном посеве заделка семян 4-лемешными запашниками или дисковыми культиваторами, а при рядовом посеве более тщательная мелкая разделка пашни боронами и легким катком.

ОБРАБОТКА ТРАВЯНОГО И ПЛАСТОВОГО КЛИНЬЕВ.

Травяной клин отличается от прочих полевых клиньев, прежде всего, тем, что является не однолетним, а многолетним. Эта особенность вызывает необходимость особенно тщательной подготовки почвы к моменту посева трав, так как неудачный посев трав отражается на доходности хозяйства в течение целого ряда лет и не может быть исправлен последующей обработкой, а в некоторых случаях сопровождается даже ломкой севооборота, т.-е. нарушением правильного плодосмена. Между тем, главное требование травяного клина, чистота почвы от сорных трав, выполняется далеко не всяким предшественником, в особенности хлебными посевами, озимыми и яровыми, которые, однако, при господствующей зерновой культуре, чаще всего предшествуют травяному клину. С другой стороны, удачный посев трав составляет непременное условие достижения главной цели травяного клина—восстановления комковатой структуры почвы, так как редкий, слабый, засоренный травостой не обеспечивает этого кореннэго улучшения, ради которого травы переносятся из кормовых угодий в полевой севооборот, и даже, наоборот, в результате получается только сильное оплотнение и засорение пашни, затрудняющее последующую обработку под хлеба и пропашные растения.

Наиболее удовлетворяет требованиям травяного клина, конечно, паровой клин и в меньшей степени—пропашный, но, именно, эти клинья используются в качестве предшественников хлебных посевов ,а потому на долю трав приходится обыкновенно, в лучшем случае, последствие парового или пропашного клина, на второй и третий год, когда оно выражается в гораздо меньшей степени или даже совершенно сглаживается. В засушливых районах, где пэлучение удачного посева трав составляет задачу особенно трудную, паровой клин, если не в наиболее совершенной форме, т.-е. в виде черного пара, то по крайней мере, в виде—пропашного пара, является наиболее желательным предшественником и многолетних трав и, действительно, опыты показывают, что наиболее долголетнее и наиболее ценное кормовое растение черноземной полосы—л ю ц е р н а, отличающаяся особенной чувствительностью к затенению, засоренности и состоянию плодородия почвы в течение первого года ее развития, дает наилучшие результаты, именно, при ч и с т о м п о с е в е п о с л е п а р а.

Затем на втором месте по достоинству может быть поставлен пропашный клин, в особенности корнеплодный, при котором почва очищается пропашкой и мотыжением и остается достаточно сильной, благодаря предшествующему корнеплодам удобрению. Значительно хуже условия слагаются для трав в том случае, если паровой клин занят картофелем, сильно просушивающим и распыляющим почву, или кукурузой и подсолнечником, оставляющими почву в более истощенном, засоренном и уплотненном состоянии, чем корнеплоды и картофель.

Из двух хлебных клиньев, озимого и ярового, озимый клин представляет то преимущество, что более приближает травяной клин к удобренному паровому клину и, кроме того, озими, как покровный посев, допускает более ранний посев трав и раньше освобождает поле, а следовательно, дает травам лучше укорениться и раскуститься в течение первого года развития, но за то, по физическому состоянию почвы, именно озимый клин является одним из худших полевых клинов, а по степени засоренности представляет иногда серьезную опасность для трав, благодаря изреживанию и образованию плешин от вымерзания и вымокания. Вот почему озимый клин используется в качестве предшественника трав почти исключительно на крайнем север, в районе избыточной влажности и недостатка тепла, где более раннее освобождение полей и лучшее состояние плодородия представляет решающий момент при выбэре покровного растения для трав. В средней и южной полосе России преимущество оказывается на стороне ярового клина, несмотря на то, что при посеве с яровыми травы высеваются значительно позднее, чем озими, и влажность верхнего слоя почвы в начале развития трав ниже. Зато в смысле рыхлости и чистоты почвы возможны и действительно создаются условия несравненно более благоприятные для трав, чем пэсле озими, так как глубокий осенний взмет ярового клина, с ранней весенней перепашкой при заделке семян покровного хлебного посева, создает достаточно рыхлую пашню, свободную от сорных трав, вследствие истребления их всходов как осенью, так и весной, при посевной подготовке и заделке семян.

Особенно полное осуществление всех требований травяного клина достигается в том случае, если при обработке ярового клина, или покровного посева трав, соблюдаются правила обработки т. н. промежуточного пара или полупара. Такой пар вполне или отчасти может заменить настоящий паровой клин, в виде пропашного или занятого пара, в особенности в том случае, если и в отношении удобрения он поставлен в благоприятные условия, если, например, ярь занимает второе место после сильного навозного удобрения внесенного под озими или под пропашные растения.

Чтобы поставить покровный яровой посев в особенно выгодные условия в смысле плодородия, рыхлости и чистоты от сорных трав, необходимо произвести более раннее лущение озимого жнива (если ярь следует после озими в состоянии спелости, отепления) и после того, как жниво успеет разложиться и вся пашня покроется густыми всходами сорных растений, произвести глубокую перепашку на зябь культурным плугом. Ранней весной, как только окажутся возможными конные работы в поле, необходимо произвести боронование осенней вспашки железными боронами (зигзаг), в несколько следов, для образования гладкой поверхности и мелкого сухого слоя, изолирующего влажную почву эт атмосферных агентов испарения. После разбросного посева трав и покровного растения (лучше всего овса, как наиболее раннего ярового хлеба, или ячменя, как растения с наиболее коротким вегетационным периодом) пэизводится возможно более мелкая заделка семян при помощи запашника или дискового культиватора, с последующим легким прикатыванием и боронованием легкой бороной — зигзаг. В том случае, если ярь следует не после озими, а после пропашного клина, обработка видоизменяется в том отношении, что осенняя вспашка на зябь производится в конце осени, на полную глубину, с возможно более тщательной заделкой ботвы корнеплодов (последняя операция облегчается в том случае, если ботва предварительно побивается морозом), а весной является необходимость в более глубокой перепашке вследствие того, что пашня пэсле пропашного клина, также как после чер-

ного пара, подвергается весной сильной осадке и заплыванию, и не может быть достаточно разрыхлена ни боронами, ни даже культиваторами. Так как перепашка многолемешниками на 2—3 вершка несовместима с заделкой семян, то в этом случае посев и заделка трав и покровного посева производится после перепашки, при чем для предохранения семян от глубокой заделки бывает полезно перед посевом трав рыхлую пашню слегка прикатать деревянным катком, а затем уже произвести заделку при помощи культиватора и легкой бороны—зигзаг. Такая более сложная подготовка почвы после пропашного клина может вызвать запоздание посева трав и просушку верхнего слоя, что представляет в засушливых районах не малую опасность для трав, поэтому преимущества пропашного клина при этих условиях могут быть совершенно уничтожены и в действительности—в засушливых районах чаще наблюдается посев трав в яровом клину, следующим за озимым. В районах же, страдающих от избытка влаги и холодной весны, целесообразней более тщательная весенняя обработка полей и неопасно некоторое запоздание, а потому в посеве трав и покровной яри в этих районах помещение травяного клина вслед за пропашным может оказаться вполне уместным и выгодным.

И так, травяной клин, в течение первого года совпадающий с одним из хлебных клиньев, пред'являет к обработке почвы свои специальные требования, не всегда соответствующие требованиям покровных растений. Если посев ярового хлеба в типичном луговом клину должен производиться возможно гуще, чтобы густотой состояния вызвать заглушение сорных растений,—то в травяном клину посев яри, служащий покровом для трав, напротив, должен производиться возможно реже, в видах лучшего освещения травяных всходов и меньшего иссушения почвы. В засушливых районах оказывается выгодным даже редкий рядовой посев яри, с пропашкой междурядий, несмотря на то, что само по себе такое изреживание травяного посева не может быть выгодным (за исключением семенной культуры трав, дающей лучшие сборы семян именно при широкорядных посевах). В особенности при полевой культуре люцерны, в засушливых районах рекомендуется или чистый широкорядный посев (без покрова) или редкий широкорядный посев покровного растения, при котором затенение люцерны выражено в гораздо меньшей степени, чем при сплоченном посеве. Яркие результаты в этом отношении получены на Безенчукской Опытной станции в Самарской губернии (см., напр., в III выпуска отчета гл. II, стр. 302 и далее—312). В течение второго и третьего года развития трав обработка травяного клина сводится к поверхностному рыхлению, или при помощи борон (в течение второго года) или при помощи дисковых культиваторов (на более плотных и задернелых почвах третьего и четвертого года развития трав).

В случае семенной культуры трав, а в засушливых районах и при возделывании люцерны на корм,—когда травы высеваются широкорядным или ленточным посевом,—вместо бороны и дискового культиватора применяется междурядная пропашка при помощи ручных или конных пропашников и полольников. Цель этой операции заключается не только в поверхностном рыхлении (для ограничения прямого испарения из почвы), но и в истреблении сорных растений, а дискование и

боронование трав, в особенности люцерны, преследует еще и специальную цель разрыхления и даже разрыва кустов для форсирования кущения и отрастания. С этой же целью после уборки трав рекомендуется дискование или боронование отавы тяжелыми ножевыми боронами или скоррификаторами, при чем удаляются отмершие пожнивные остатки, мешающие отрастанию новых побегов.

Существенную роль в долговечности трав и их засорении, а также в физическом состоянии почвы—играет способ пользования травами, а именно—пастбищное и выгонное пользование, покос на сено и уборка на семена. Некоторые травы, как, например, красный клевер, особенно чувствительны к стравливанию и утаптыванию, и их быстрое изреживание и выпадение из травяной смеси, неизбежно связанное с разрастанием сорных трав, предписывает особенную осторожность в отношении пастьбы скота (особенно в первый год развития) и в отношении времени уборки (в случае запоздания покоса ослабляется отрастание отавы), а в случае позднего укоса отавы, или ее сильного стравливания, ослабляется зимовыносливость клевера). Другие травы, как, например, белый клевер, лядвенец, овсяница красная и овечья, житняк, напротив, отличаются большой выносливостью при пастбищном пользовании и могут вводиться в травяные смеси специальных выгонов, выдерживая самое сильное уплотнение почвы и давая, хотя и небольшую, но быстро и многократно отрастающую кормовую массу.

Однако при полевом травосеянии большее значение приходится придавать не быстроте обрастания, а величине укосной массы, чем больше эта масса за один укос, тем меньшие расходы по уборке ложатся на единицу урожая, а потому необходимо стремиться к сохранению возможно большей рыхлости пашни и к меньшему ее распылению и уплотнению с поверхности, что, очевидно, несовместимо с пастьбой скота. С другой стороны только при мощном развитии корневой системы в пределах пахотного слоя, достигается главная цель полевого травосеяния, т.-е. восстановление комковатой структуры, так как при уплотнении пашни корневая система углубляется в подпочву и не вызывает желательных изменений в физических свойствах пахотного слоя.

Правда, на естественных залежах пастьба способствует более быстрому созреванию пласта, так как пастьбой уничтожаются многие сорные травы и создаются условия, благоприятствующие плотно кустовым, мелким дерновым злакам, дающим твердый мелкозернистый пласт, чистый от сорных трав. Однако процесс естественной залежи слишком продолжителен даже для экстенсивного хозяйства с пастьбой, в более же интенсивных районах полевое травосеяние должно достигнуть цели в более короткий 2—3 летний срок, так как увеличение числа травяных полей идет в ущерб возделыванию более ценных зерновых и однолетних кормовых растений. Кроме того, краткосрочность травяного клина вызывается еще значением для северных почв азотособирателей—мотыльковых трав, не отличающихся долговечностью и очень быстро уступающих свое место злаковым и сорным травам, если условия для них не вполне благоприятны, а также, естественно, смена азотособирателей азотопотребителями, очевидно, не может представлять выгоды для последующей культуры главных полевых растений. Вот почему задачи механической обработки находятся в резком противоречии с обычными приемами

пользования травяным клином и для согласования их требуется или полное воздержание от пастьбы или чрезвычайно осторожное пользование травяным клином в качестве выгонного клина, только в течение самого последнего года развития трав.

Если главное назначение травяного клина в полевом плодосмене сводится к восстановлению плодородия почвы путем воздействия на почву долголетнего растительного покрова, то для более равномерного использования этого плодородия однолетними полевыми культурами севооборота чрезвычайно важно как можно дольше сохранить благоприятные физические и химические свойства, и с этой точки зрения приобретает большое значение механическая обработка травяного пласта, при возделывании т. н. пластовых растений, выделяемых в особый пластовой клин.

Главной задачей пластового клина является во 1) сохранение комковатой структуры почвы, что связано с возможно меньшим нарушением связности пласта, и во 2) использование первым посевом только части накопленного запаса питательных веществ, для чего необходимо сдерживать разложение пожнивных остатков и корней, растянув его по крайней мере на два вегетационных периода (т.-е. на два посева: по пласту и по обороту пласта).

С этой точки зрения наименее целесообразным нужно признать использование травяного пласта под озимь с предшествующим паром. В черноземной полосе России клеверный пар, вследствие засушливости лета, не обеспечивает посев озими необходимым запасом влаги, а потому приходится вводить после трав черный пар или ранний зеленый пар, что ведет к наибольшему разрушению пластовой структуры и, т. обр., уничтожает за один вегетационный период всю долголетнюю созидательную работу корней системы трав.—Но и в случае нормального клеверного пара, взмет которого производится после уборки клевера, одновременно с покосом естественных лугов, все же приходится иногда заменять глубокий взмет предварительным лущением клеверного дерна, так как при большой сухости почвы и твердости пласта глубокий взмет представляет слишком тяжелую работу даже для сильной пары рабочих лошадей (при сечении пласта 6×4 вер. даже на черноземе требуется 3 лошади по 73 кило). Глубокий взмет во всяком случае необходимо производить тотчас за уборкой клевера, пока нива еще не устранила «спелости отепения», при чем и самую уборку клевера для облегчения работы взмета и продления парового периода следует производить возможно раньше в самом начале цветения клевера, пока еще не исчерпан весь запас весенней влаги.—Как бы то ни было—два требования, пред'являемые к пластовому клину, в случае озимого посева с коротким летним паром, удовлетворяются в весьма слабой степени, так как во 1) неизбежно распыление пласта при летнем взмете, вследствие большой сухости почвы и необходимости нескольких механических операций для предпосевной подготовки, и во 2) вследствие того, что разложение клеверной дернины в течение теплого сезона, в случае выпадения достаточного количества летних осадков, может пойти настолько энергично, что большая часть запашных веществ будет использована одним озимым посевом, при чем в связи с разложением дернины происходит к весне сильная осадка пласта.

Гораздо совершенней задачи пластового клина выполняются в том случае, когда пласт используется под яровые посевы пластовых растений, не требующих глубокого разрыхления пласта, хорошо использующих твердый пласт, разрыхленный только в тонком верхнем слое.

К числу таких растений относятся на севере—лен и ячмень, на юге—просо и твердая пшеница. Возделывание же по пласту таких растений, как пропашные (корнеплоды, тыква, картофель, кукуруза, подсолнух) не целесообразно не только потому, что требует сильной разработки пласта, но и потому, что междурядная обработка их встречает большие трудности в пластовом клину и требования пропашных растений не могут быть удовлетворены настолько, чтобы обеспечить получение наивысших урожаев. Таким образом, использование пласта, не будучи достигнуто пропашными посевами, затрудняется и для последующих посевов, вследствие нарушения пластовой структуры в пропашном клину. Итак—ни паровой, ни пропашной клин не должны следовать непосредственно за травяным клином, но и озимый и яровой клин не могут при обычных приемах механической обработки удовлетворить специальным требованиям целесообразной обработки травяного пласта, а потому и необходимо введение в плодосмен особого пластового клина.

Сохранение ненарушенного в своем внутреннем строении травяного пласта проще всего достигается глубоким осенним взметом при помощи плугов с винтовым или длинным культурным отвалом, т.-е. при возможно более правильном оборачивании пластов без разрыхления и без слущивания дерна. Разрыхление верхнего слоя при таком способе обработки может быть легко достигнуто—частью благодаря действию морозов, частью весенним предпосевным боронованием, которое производится мелкими железными боронами в несколько следов накрест. Посев пластовых растений производится густо и вразброс, благодаря чему получается хорошо отеняющий почву сплошной растительный покров, способствующий сохранению пластовой структуры до следующего посева.—После уборки пластовых посевов производится т. н. оборот плода, т. е. глубокая вспашка, на этот раз непременно при помощи хорошо рыхлящих пласт культурных плугов, и возможно раньше, дабы в течение осени могло произойти разложение сохранившихся травяных пожнивных остатков. Механическая обработка при обороте пласта должна производиться, таким образом, по правилам промежуточного пара, описанным для ярового клина, но по возможности также с устранением лишних операций рыхления. По тем же соображениям предпочтительнее введение после пластового клина типичного ярового клина, без междурядий обработки, с густым разбросным посевом яровых хлебов—овса, мягкой яровой пшеницы и ячменя. В случае же недостаточного плодородия почвы (в черноземной России) после уборки пластовых растений уместно введение занятого пара с осенним внесением навоза. При продолжительной травяной культуре на плодородных черноземных почвах во всяком случае возможно выгодное использование пласта двумя яровыми посевами и затем уже становится необходимым включением удобренного пара.

ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННОЙ КОРМОВОЙ ПЛОЩАДИ.

Кормовая площадь вводится в состав полевого плодосмена на сравнительно высокой ступени интенсивности хозяйства, когда продовольственные и меновые потребности вынуждают к распашке всех земель, пригодных для полей культуры, и когда для выпаса скота оставляются лишь т. н. абсолютно кормовые угодья, по своим топографическим и почвенным особенностям неудобные для распашки. К числу таких абсолютно кормовых угодий относятся, главн. обр., несосушенные заболотные низменности и заливные луга по речным поймам, а затем бугристые суходолы и балки, перемежающиеся с полями и лесами. Часть их, наименее производительных, используется для выгона, а более производительных угодий—под покосы, которые, однако, после уборки сена тоже служат для выпаса скота, особенно в период от сенокоса до уборки хлебов иногда и ранней весной (до «заказа» лугов), а затем и поздней осенью. Благодаря постоянному пастбищному пользованию естественно кормовые угодья настолько уплотняются и сбиваются скотом, растительный покров их так сильно ослабляется и ухудшается, что возникает насущная потребность в улучшении физического состояния почвы при помощи механической обработки, а иногда и полное возобновление растительного покрова, т.-е. замена естественной растительности, искусственной смесью более ценных многолетних кормовых растений. Рассмотрим сначала как происходит ухудшение луга при различных условиях и какие задачи, в соответствии с этим, выпадают на долю механической обработки. Пастьба скота, кроме общего уплотнения почвы ослабления яровой растительности сопровождается образованием кочковатой поверхности, если скот оставляет глубокие следы на влажных лугах при слишком ранней весенней или слишком поздней осенней пастьбе, а также летом на сырых заболоченных лугах; кроме того, скот оставляет не мало крупных сорных растений, напр., конский щавель, свербигу, полынь, капорский чай, горец, поповники, подорожники, мать-мачеху, лютики, калужницы, гравилаты, будяки, горицветы, пушицы и пр., которые при своем обсеменении и разрастании резко ухудшают ботанический состав луга и своими обильными пожнивными остатками вызывают местные скопления перегноя, служащие фокусами кочкообразовательного процесса. Некоторые малоценные злаки, напр., щучка (Avia caespitosa и A. flexuosa), белоус (Nardisstriosa) и типец (Fosfuca ovina) образуют плотные кусты—кочки, непроницаемые для воздуха и влаги, вследствие чего со временем, по мере накопления перегноя, создают субстрат для различных видов мха. Кротовины, муравьиные кучи и мышиные норы тоже ведут к образованию неровной поверхности, так как рыхлая земля быстро обсеменяется и покрывается плотным дерном, надолго сохраняющим случайно возникшие неровности. Между кочками на сырых лугах происходит еще более сильное заболачивание почвы и ухудшение или изреживание растительного покрова, тогда как на кочках появляются растения, выносящие недостаток влаги. Таким образом неровность рельефа в свою очередь неизбежно вызывает большую пестроту растительного покрова.—В лесной области еще большая пестрота луговой растительности создается, благодаря появлению кустарников и деревьев, которые служат центрами новых растительных сообществ,

приспособленных к затенению и избытку влаги. Пестрота растительного покрова и неровность поверхности крайне затрудняют выбор времени покоса, кошение и уборку сена. Поэтому удаление деревьев и кустарников и разравнивание поверхности составляет первую и важнейшую меру улучшения естественных лугов. Для выкорчевания корней деревьев и кустарников выкапываются у пней кольцеобразные канавки, обрубаются все корни и под пень подводится рычаг, опирающийся на ось парного колеса, при помощи которого подрубленные пни и корни выворачиваются вместе с комом земли, образовавшиеся при этом ямки засыпаются землей (для перевозки и выравнивания земли пользуются конными лопатами). Для срезания кочек, если они попадаются только местами и не занимают сплошь больших пространств, служат специальные кочкорезы, с горизонтальными ножами-лемехами треугольной формы или просто лопаты. Срезанные кочки или разбиваются зубьями бороны для отделения земли и выдирания дерна или после просушки спыляются (сложение в крышеобразные кучи, подобно кирпичам торфа). Для предупреждения образования новых кочек—после их удаления—необходимо произвести многократное боронование луга при помощи специальных плуговых борон, звенья которых, благодаря подвижному соединению, плотно прилегают к поверхности луга и при движении разравнивают поверхность; в случае обнажения большей поверхности луга от естественного дерна необходимо произвести подсев луговых трав, семена которых собраны на хороших лугах, находящихся при одинаковых естественных условиях (при скашивании таких лугов в несколько сроков, соответственно времени созревания различных групп ценных луговых растений, может быть получена естественная смесь семян луговых растений, соответствующая местным естественным условиям).

Вторая задача улучшения естественных лугов заключается в удалении мохового покрова, способствующего заболачиванию почвы, и разрыхление верхнего дернового слоя. для увеличения проницаемости луговой почвы для воды и воздуха. Эта задача выполняется при помощи луговых борон и скарификаторов, или ножевых культиваторов. Луговые бороны отличаются от полевых более мелкими зубьями клиновидного (или треугольного) сечения и подвижной связью треугольных звеньев (цепные бороны). Выдирание мха может быть успешно произведено лишь самой ранней весной, когда успел оттаять только поверхностный слой (не более 1 вершка). Мох должен быть собран также бороной в валы или кучи и после просушки сожжен. Для более чистой работы боронование должно производиться многократно до тех пор, пока цель разрыва плотного дерна, удаление мха и сглаживание поверхности не будет достигнуто. На слишком твердых плотно задернелых лугах борона не производит нужного рыхления, и ей должно предшествовать действие более сильного орудия, а именно ножевого, скарификатора или дискового или звездчатого культиватора; при помощи этих орудий достигается более глубокое разрезание дерна и образуются как бы трещины на поверхности луга, способствующие проникновению воды и воздуха к корням и удалению избытка влаги через испарение.

Однако эти трещины от действия осадков быстро заиляются и смыкаются, и потому дерн вновь приобретает плотность и непроницаемость. Более радикальной

мерой освежения дернины является вспашка луга при помощи специального плуга Лаака, не оборачивающего пласт, а лишь приподнимающего его и производящего с помощью экстирпаторных лап разрыхление борозды в то время, когда поднятый пласт держится на отвале. Еще более совершенным в смысле рыхления почвы является лущильник плуг Сакка, который тоже не оборачивает дернового пласта, а лишь передвигает его на одну борозду вправо, при чем сзади прикрепленные экстирпаторные лапы разрыхляют борозды и подготовляют борозду для следующего пласта. Лущильник Сакка требует предварительной работы скаррификатора в перекрестном направлении, так как только вполне прорезанные квадратами (4×4 вер.) куски дерна он без особенно большого усилия снизу подрезает лемехом и приподнимает и перемещает при помощи отвала. Обнаженные от дерна борозды могут подвергаться и более основательной обработке при помощи почвоуглубителей и специальному удобрению известью или мергалем, для нейтрализации кислот, в этом случае для более продолжительного действия атмосферных агентов лущение производится не сплочению, а через борозды, при чем пласты дерна раздвигаются вилами на стороны, и обнаженное дно борозд подвергается удобрению и обработке в течение 1½—2 недель, после чего пласты таким же способом перемещаются на свое место, а тронутые полосы взлущиваются плугом и затем разрабатываются в том же порядке. Описанный способ применяется в Германии на лугах, обладающих удовлетворительными растительными покровами. Но в большинстве случаев—заболоченные луга нуждаются не только в освежении дернины, но и в полном возобновлении растительного покрова, в виду крайне низкого качества и пестроты его ботанического состава, а для прочного заселения луговой почвы более ценными кормовыми растениями прежде всего необходимо полное уничтожение старого растительного покрова.

Такая цель может быть достигнута тремя способами; а именно—во 1) сжиганием дерна, предварительно разрезанного скаррификатором или дерновым катком и затем во 2) высушиванием дерна, мелко взлущенного и сильно разборонованного, для просушки поставленного на ребро или собранного в ряды или кучи (кубыши) для обнажения корневого войлока дернины и в 3) задушением дерна, глубоко запаханного при помощи хорошо оборачивающих пласт плугов с винтовыми отвалами и затем прикатанного тяжелым кольчатым или дисковым катком. В двух последних случаях разложение старой дернины требует продолжительной механической обработки, по крайней мере в течение 2—3 лет, при чем на ряду с подготовкой почвы для новой луговой смеси почва используется для полевых культур, приспособленных к особенностям луговой нови, и в то же время способствующих лучшей очистке почвы от сорных растений и обогащению ее некоторыми питательными веществами. При этих способах почва не теряет своих ценных составных частей, но еще и обогащается внесением удобрительных материалов (извести, золы, каинита, фосфоритной и костяной муки, а иногда и навоза). При сжигании дерна луговая почва теряет значительную часть своего перегноя, что представляет во многих случаях нежелательное явление,- но при содержании избыточного количества растительных остатков, напр., на почвах торфянистых, с моховым покровом, сжигание вполне целесообразный прием, в короткий срок улучшающий

физические свойства луга и обеспечивающий получение в первый же год хороших урожаев пластовых растений (льна, проса, твердой пшеницы) и кормовых посевов, напр., виковой смеси, которая на пожогах развивается роскошно. Так как заболоченные луга содержат даже в пахотном слое вредные закисные соединения (продукты раскислительных процессов без кислорода), то механическая обработка должна быть направлена к тому, чтобы неплодородный нижний слой луговой почвы был подвергнут возможно более продолжительному действию атмосферных агентов, след., необходимо вернуть этот слой на поверхность, летом или ранней осенью, повторяя мелкое рыхление по мере появления всходов растений и не трогая пласта до тех пор, пока он сам не подвергнется разложению под пологом густого посева кормовых растений (лучше всего виковой смеси). Вслед за кормовой смесью на зеленый корм или на сено. возможен посев озими, а затем желателен один или два посева корнеплодов и картофеля для возможно большего разрыхления и перемешивания перепревшего пласта. Посев многолетних трав уместен лишь после полного разложения и разрыхления луговой дернины, при чем во избежание засорения сорными травами производится с покровным посевом овса.

Более подробное описание луговых орудий и способов ухода за лугами встретится в других специальных курсах (по луговодству и болотоведению, по сел.-хоз. механике и по мелиорации земельных угодий).

Переходное положение между естественными лугами (или обсолютными луговыми угодьями) с пашней занимают, т. наз., пустоши, облоги, залежи, представляющие запущенные, заросшие естественной растительностью пашни различного возраста. Обработка таких угодий не представляет особенностей по сравнению с обработкой многолетних травяных клиньев, но вследствие более удаленного положения их культура на таких угодьях по необходимости приобретает экстенсивный характер, т.-е. должна ограничиваться более слабым приложением труда и более дешевым удобрением. Соответственно этому требованию к пустошам не применима, напр., культура пропашных растений, и плодосмен основывается исключительно на долголетнем залужении вспаханной пашни.

Главным улучшением в обработке пустошей является рациональная обработка пласта под посев пластовых растений, а затем подготовка травяного клина, для обеспечения удачного посева трав. Выбор пластового растения обусловливается главным образом, расстоянием от усадьбы и местоположением пустоши или залежи, но во всяком случае в качестве пластового растения не может быть озимь, так как на севере озимь нуждается в навозном удобрении, а на юге озимь не обеспечивается достаточным запасом влаги. Поэтому обработка пласта должна быть приспособлена к посеву яровых растений и начинает после уборки хлебов вспашкой на зябь, на полную глубину почвы (окрашенного перегноем слоя). Действием морозов пласты разрыхляются настолько, что весной могут быть легко разлущены многократным мелким боронованием.

После одного или двух пластовых посевов желательна паровая обработка под озимь с внесением искусственных удобрений (главным образом, фосфорнокислых), и в посев трав по озими в тех случаях, когда озимь по климатическим и почвен-

ным условиям является хорошим покровным растением; в противном случае посев трав происходит в яровом клину, следующим за озимым.

Среди естественных кормовых угодий особое положение занимают заболоченные торфянистые почвы, обработка которых, даже в случае осушения, требует некоторых специальных приемов, вытекающих из особенностей перегнойных почв. Прежде всего, обилие растительных остатков и мха может чрезвычайно затруднить работу плуга, если он не снабжен специальным дисковым ножом вместо обычного прямого ножа. Для более совершенного оборачивания пластов торфянистой почвы отвалы должны иметь вытянутую винтообразную форму с особым придатком или п е р о м в верхнем конце отвала. Типом специальнэго болотного плуга могут служить ольденбургские плуги «ПИОНЕР и «ФОРВЕРТС». (Рисунки на стр. 96 в «Руков.» Берша). Затем передок плуга должен иметь боковое приспособление для упряжки, позволяющее правой лошади (при парной запряжке) ступать не по дну борозды, слишком вязкому, а по краю полевого обреза. Хотя такой способ упряжки несколько увеличивает усилие, но зато способствует более спокойному ровному ходу лошадей, а, следовательно,и более правильной работе плуга. Для облегчения лошадей, копыта снабжаются деревянными болотными сапогами (рис. на стран. 99 и 101), благодаря которым лошади не вязнут при производстве работ ранней весной и вообще при избытке влаги. При кочковатой поверхности осушенного болота (вызванной пастьбой) плужной работе должно предшествовать срезание кочек и выравнивание поверхности. Однако на болотистых почвах эта операция не может производиться так же, как на минеральных луговых почвах, вследствие обилия мха и торфа, а лучше всего -производится ручными мотыгами. При большом скоплении растительности (напр., вереска и мха) и неперепревших растительных остатков плужной работе должно предшествовать обжигание поверхностного слоя, которое однако должно производиться с большой осторожностью (не в самое сухое время). во избежание глубокого выжигания торфа (огонь должен итти по ветру, чтобы не распространиться вглубь); при большой сухости и горючести торфа верхний слой безопасной сжигать в кучах, правильно сложенных из кусков торфяного дерна, с распределением полученной более равномерно новой поверхности. Удаление кочек и дерна и планировка поверхности на болотных почвах представляет еще большее значение, чем на минеральных, так как застой воды здесь причиняет еще больший ущерб для культурной растительности. Путем глубокой вспашки преследуется полное уничтожение естественной растительности, которая в кормовом значении на болотных почвах является слишком неудовлетворительной. Но одной вспашки плугом еще недостаточно для этой цели, так как для последующих культурных посевов необходимо вызвать возможно большее разложение дернины. Эта цель достигается двумя операциями: во 1) прикатыванием пластов при помощи тяжелого колчатого катка для восстановления капиллярной связи пластов с подпочвой (без чего пласты могут слишком сильно просохнуть) и во 2) периодическим разрыхлением пласта при помощи дисковых культиваторов. Кроме обыкновенных дисковых культиваторов (борон Рандаля), на болотных почвах применяются культиваторы с звездчатыми или лопатчатыми дисками, которые вызывают более сильное раздробление пласта (в особенности в сухом состоянии, когда

круглые диски мало проникают вглубь). Обыкновенные бороны еще менее пригодны для перегнойных почв, так как прыгают по поверхности и забиваются, вызывая образование неровностей. Посев на болотных почвах должен производиться только на второй год после разработки, т.-е. после продолжительного парового периода— с середины лета до следующей весны—так как осадка почвы в данном случае совершается еще медленней и резче, чем на минеральных почвах и может весьма вредно отразиться не только на озимых, но и на многолетних травяных посевах. Так как разложение дернины даже и при паровой обработке далеко не завершается ко времени ярового сева, то полезно до посева трав снять несколько урожаев однолетних культур, а именно—после первой яровой кормовой смеси (чаще всего виковой смеси) озимый посев (по удобрению), затем пропашной посев (лучше всего корнеплодов) и после пропашного яровой посев с подсевом трав. При такой четырех-пятилетней подготовке (чистый пар, виковая смесь, озимь, пропашное, ярь с травами) достигается наилучшая очистка почвы от дикой и сорной растительности и создаются наилучшие условия для искусственной луговой смеси.

Таким образом, главной особенностью обработки болотных почв является— кроме подбора специальных орудий—частое прикатывание и дискование при помощи тяжелых катков и дисковых культиваторов, имеющее целью предупреждение слишком сильной естественной осадки пашни, которая именно на болотных почвах, благодаря их рыхлости, выражается слишком резко и вызывает сильное повреждение растений.

После обработки естественных кормовых угодий, следовало бы рассмотреть обработку садов и огородов, но принципы и приемы конной обработки в садах и огородах существенно не отличаются от приемов полевой культуры, что же касается приемов р у ч н о й о б р а б о т к и, то они подробней излагаются в курсе садоводства и огородничества.

ОБРАБОТКА С ИЗМЕНЕНИЕМ ВИДА ПОВЕРХНОСТИ И С УГЛУБЛЕНИЕМ ПАШНИ.

Рассматривая основные задачи механической обработки почвы и приема обработки различных полевых клиньев, мы имели в виду удовлетворение главного требования рациональной культуры—создание оптимума (т.-е. наиболее благоприятного количественного сочетания) всех вегетационных факторов произрастания, при чем все культурные растения в пределах одного посева должны быть поставлены в одинаковые условия. Достижение этой цели оказывается вполне возможным при сохранении гладкой ровной поверхности пашни, и, следовательно, не сопровождается изменением в и д а п о в е р х н о с т и. Даже напротив, в тех случаях, когда поверхность является невыравненной (напр., кочковатой, гребнистой или волнистой) прежде всего приходится выравнивать или планировать поверхность, чтобы работа земледельческих орудий не встречала никаких препятствий. Кажущимся отступлением от этого общего принципа механической обработки как будто является то требование, которое прежде выдвигалось теоретиками-конструкторами пахотных орудий, как главное, а именно, создание гребнистой или ребристой поверх-

ности пашни, с наклоном пластов в 45° к горизонту, при котором наружная поверхность пашни достигает максимум, и, так. обр., как бы достигается наибольшее воздействие на почву атмосферных агентов. Правда, в настоящее время, это требование уже не признается существенно важным, в виду того, что воздействие атмосферных агентов проявляется не столько с наружной поверхности (где это воздействие чаще всего ослабляется недостатком влаги), а внутри пахотного слоя, где совершаются главные химические и микробиологические процессы, восстанавливающие почвенное плодородие. Но и при образовании рубчатой или глыбчатой поверхности, в особенности при вспашке на зябь, равномерность пашни отнюдь не нарушается, так как в результате действия морозов и атмосферных осадков, а затем и весенней обработки ко времени посева, легко восстанавливается вполне выравненная гладкая поверхность. Гораздо большим препятствием для соблюдения ровной поверхности является применение плугов с неподвижным корпусом, отваливающим пласт в одну сторону. Этот существенный недостаток в конструкции плугов, дававший сохе большое преимущество перед плугом и потому игравший не маловажную роль при переходе от примитивной сошной обработки к плужной, как известно, вызывает необходимость, так наз., загонной пахоты, при которой образуются поочередно сваленные гребни и раз'емные борозды, и, следовательно, создается неровная волнистая поверхность, но, с другой стороны, тем больше непроизводительный расход тяги на повороты у концов загона. Как велик лишний расход тяги, благодаря загонной пахоте, видно из того, что при вспашке каждой десятины в 80×30 саж. путь, проходимый оборотным плугом (при одной и той же ширине пластов в 5 вер.) равен 46 верстам, а при обыкновенном плуге—55 верстам, т.-е. на 9 верст или 20% больше. При сошной обработке, правда, путь еще длинней (77 верст при 3 верш. ширине пластов), но причина удлинения пути в данном случае иная. Конечно, чем шире пласт, захватываемый плугом, тем меньше непроизводительный расход тяги на завэротах, но предельная ширина определяется глубиной вспашки и абсолютной величиной усилия, которая не должна превосходить средней силы пары лошадей (при увеличении числа упряжных животных быстро сокращается коэффициент использования рабочей силы, а при замене лошадей быками, сокращается быстрота движения орудия и, вместе с тем, рыхление пласта). Так как средняя сила пары рабочих лошадей составляет около 150 килогр. метров в секунду, а такое усилие, при 4-вершковой глубине и 6-вершковой ширине пласта (или нормальном сечении пласта в 24 кв. вершка), затрачивается уже при наиболее благоприятной влажности и нормальном физическом состоянии почвы, то отсюда видно, что 6-вершковая ширина для глубокого взмета должна считаться предельной, и, что в большинстве случаев, при менее благоприятных условиях, взмет на глубину до 4 вершков может потребовать или сужение пласта (что будет невыгодно отражаться на оборачивании пластов, в виду отступления от нормального соотношения глубины к ширине, пропорционального 1 : 2) или увеличения числа упряжных животных (а мы уже упомянули, что припряжка третьей лошади понижает полезную работу всех трех лошадей, не сокращая их усилия).

Таким образом, увеличение производительности плужной работы не может

быть достигнуто увеличением ширины пластов, без ущерба для качества работы, а потому сокращение непроизводительного расхода рабочей силы и пути, проходимого плугом, должно достигаться назначением наиболее выгодной формы загонов, т.-е. наиболее выгодного соотношения их длины и ширины. Путем вычисления, эта форма определяется как прямоугольник, длинная сторона которого в 10 раз превосходит ширину, а так как эмпирически для наилучшего использования рабочей силы лошади установилась длина загонов в 80 саж., то, следовательно, наиболее выгодная ширина их составляет 8 саж. или, другими словами, на каждую укладываются 4 загона по 600 кв. саж. или ¼ дес.

Каково же изменение поверхности пашни при загонной пахоте, связанное с наименьшей непроизводительной затратой рабочей силы на заворотах? Если принять в основание расчета вспашку на 4 вершка, то свальный гребень окажется выше краев загона, по крайней мере, на 4 вершка (при полном обороте пластов, при наклонном или вертикальном полжении на ребро, конечно, еще больше), что при ширине загона в 8 саж. составит около 2% или 2/100—уклон, вполне достаточный для свободного стока воды, при чем на краях загона образуются раз'емные бэрозды, еще более углубленные по сравнению со средним уровнем пашни. С другой стороны, нужно принять во внимание, что на свальном гребне толщина пахотного слоя вдвое больше, чем в краях, а на раз'емных бороздах обнажается подпахотный слой, во многих случаях малоплодородный. А потому изменение поверхности в результате загонной пахоты влечет за сэбой не только более свободный поверхностный сток атмосферных осадков, но и неравномерное распределение глубины пашни, что и отражается на развитии вполне рельефно.

Чтобы несколько сгладить влияние свальных гребней и раз'емных борозд, необходимо производить распашку борозд под свальные гребни при помощи сох и окучников, и первые и последние пласты загона поднимать на меньшую глубину, а, кроме того, чередовать загоны, вспаханные в свал, с загонами, вспаханными в развал, вследствие чего число свальных гребней и раз'емных борозд сократится вдвое.

Этими мерами недостатки загонной пахоты могут быть парализованы в гораздо большей мере, чем заменой обыкновенных плугов—оборотными плугами, орудиями, значительно бэлее тяжелыми и менее совершенными по качеству работы, а также заменой загонной пахоты так наз., фигурной пахотой, при которой, несмотря на большое усложнение разбивки полей, не устраняется необходимость в образовании внутренних загонов и не достигается ровная поверхность пашни. Вполне выровненная поверхность пашни получается при пахоте, так наз., балансовыми, паровыми плугами, при чем, благодаря большой быстроте движения плуга достигается значительно большее рыхление пласта, чем при конной, а тем более волоковой запряжке, и, кроме того, устраняется утаптывание дна борозд ногами животных и пахаря, что заметно отражается на проницаемости подпахотного слэя. К сожалению, паровая вспашка, вследствие большой дороговизны паровых двигателей и двигателей внутреннего сгорания, доступна только крупным сельским хозяйствам, а потому в русской практике до сих пор не получила применения.

Как ни очевидны преимущества гладкой пашни, а все же в избыточно-

влажных и холодных климатах, на тяжелых почвах приходится прибегать к искусственному созданию неровной поверхности для лучшего нагревания, просыхания и проветривания почвы. Эмпирическим путем практика выработала несколько типов неровной культуры, начиная от гребневой и грядовой культуры огородных растений и кончая узко-загонной или волнистой полевой культурой и, так. наз., террасовой культурой в горных странах.

Гребневая культура соединяет преимущества гладкой и неровной культуры, благодаря тому, что первоначальная основная обработка производится гладко, и лишь предпосевная обработка, а иногда и еще позднее междурядная обработка создает борозды и гребни, нужные для лучшего нагревания и проветривания почвы. В некоторых случаях и грядовая культура начинается с гладкой обработки и только перед самым посевом через 1½ аршина вынимаются 6—8 вершков ширины и 4—6 верш. глубины борозды, при чем вынутая из борозд земля распределяется по поверхности гряд, которые в связи с этим еще более возвышаются и приобретают более мощный пахотный слой (иногда вдвое большей толщины, чем на гладкой пашне). В полевой культуре грядовая культура применяется сравнительно редко: при возделывании некоторых крупных пропашных растений (как, напр., капуста, брюква, турнепс, репа), при чем гряды образуются на гладкой пашне при помощи сохи или окучника с отваливанием почвы к середине грядки и с последующим прикатыванием и легким боронованием грядок для удобства рядового или ленточного посева (в случае репы и турнепса) или ручной посадки рассады (в случае капусты и брюквы). Гребневая культура применяется в поле, главным образом, при возделывании картофеля, но и по отношению к хлебам в северных губерниях нередко практикуется сошная распашка уже заделанного посева, в особенности на озимых полях, при чем растения на сошных гребнях развиваются значительно мощнее, тогда как в бороздах не только сильно отстают в развитии, но большей частью совершенно пропадают от вымокания, и не только на озимых, но и на яровых посевах. На особенно сырых почвах в некоторых влажных климатах (напр., в Польше) применяется гребневая культура при помощи, так наз., полувспашки, при которой пласты поднимаются не сплошь, а с промежутками в ширину пласта, а борозды оказываются глубже гребней на двойную толщину пластов. При полувспашке необходимо употреблять плуги с длинными винтовыми отвалами и пахать мелко, но широкими пластами, дабы оборачивание и отваливание пластов достигалось в совершенстве. При такой гребневой вспашке используется только половина поверхности поля, но зато, благодаря удвоенной толщине пашни и хорошему проветриванию гребней, растения могут развиваться значительно мощнее, чем при гладкой вспашке.

Гребневая вспашка однако неудобна при возделывании хлебов и под них применяется в тех же сырых климатах на тяжелых почвах г р я д о в а я в с п а ш к а, при которой вспашкой в свал образуются узкие загоны в несколько пластов (от 4 до 8).

Такие узкие загоны целесообразны также на мелких почвах, с щебневатым и каменистым грунтом, так как только благодаря гребневой культуре на таких почвах образуется достаточно мощный пахотный слой.

Наиболее распространенными в сырых климатах являются средние, слегка выпуклые загоны, шириной в 2—3 сажени, при которых достигается достаточный сток избыточной влаги, и в то же время отчасти сохраняются преимущества гладкой пашни, так как возможно применение всяких орудий и машин при обработке, посеве и уборке.

Наконец, наиболее совершенной в смысле изменения вида и наклона поверхности является террасовая культура, применяемая в гористых местностях при культуре особенно ценных культур (винограда, табака, штамбовых плодовых деревьев и т. п.); при такой культуре крутой склон несколько выравнивается образованием уступов (террас), поддерживаемых каменной кладкой или плетнями; пахотный слой значительно утолщается, благодаря перераспределению части почвы, от верхнего края площадки по направлению к нижнему краю (приподнимаемому каменной кладкой), а стены террасы, обращенные на юг, отражая солнечные лучи, способствуют лучшему нагреванию растений. На Черноморском побережьи—в окрестностях Сочи и Сухума—при такой террасовой культуре достигается успешное возделывание таких субтропических культур, как японские мандарины, при чем на ряду с улучшением тепловых гребней устраняется также избыток влаги (за год выпадает в этих местах в 4 раза больше осадков, чем в средней России, т.-е. до 2000 м.м.).

В сухих климатах изменение вида поверхности преследует обратную цель, а именно, возможно лучшее использование атмосферной влаги и оросительной воды, а потому растения засеваются и выращиваются не в гребнях или грядах, а наоборот, в бороздах и лунках или ящиках.

Наиболее интересный тип бороздовой культуры представляет, так. наз., л и с т е р н ы й с п о с о б культуры кукурузы и пшеницы в Северной Америке, описанный в брошюре бывшего сел.-хоз. агента Екатеринославского земства в Соединенных Штатах Г. Б. Розена («Вопросы засушливого хозяйства в Соединенных Штатах Сев. Америки» 1908 г., стр. 50). Борозды образуются на гладкой пашне особым двухдисковым плугом-листером Ланглеля и тотчас засеваются кукурузой или пшеницей, а впоследствии более высшие междурядия постепенно распахиваются и засыпают стебли растений, вызывая образование верхнего яруса придаточных корней и более сильное кущение.

При возделывании бахчевых растений на юге применяется культура в л у н к а х служащих для сбора, дождевой влаги и способствующая также лучшему сохранению почвенной влаги. Наконец, при оросительной культуре в южных странах применяются не только борозды или канавки, расположенные в близком расстоянии от рядков растений, но и, т. наз., ящики или квадратики—ямки поочередно затопляемые оросительной водой и служащие в то же время грядками для растений (хлопка, табака, риса, томатов).

Главной целью обработки с изменением вида поверхности является регулирование влаги и тепла, но попутно с этой целью в холодных избыточновлажных климатах достигается и другая цель, весьма важная на мелких малоплодородных почвах, а именно—увеличение мощности пахотного слоя, хотя и в ущерб используемой площади.

Рассмотрим теперь, как эта задача может быть осуществлена б е з у щ е р б а для используемой площади, т.-е. при гладкой пашне.

Очевидно, что мощность развития растений до известного предела возрастает пропорционально количеству питательных веществ, а следовательно и об'ему почвы, предоставленной растениям. Наглядным подтверждением этого положения может служить старый опыт Петерса, который выращивал ячменные растения в 16 горшках, различных по высоте, диаметру и весу почвы (легкий суглинок), при чем получил урожаи, независимо от числа растений пропорционально весу почвы, как видно из след. данных:

Опыт Петерса.

						Урожай ячменя.	
Горшки диам.	20 сант.	вышиной в	22 сант.	с 15 ф.	почвы при	6 раст.	при 9 раст.
»	40 »	»	22 »	30 »	»		
»	20 »	»	33 »	23 »	»	21,2	20,9
»	40 »	»	33 »	46 »	»	45,7	50,9

Мы видим, что вес урожая возрастал пропорционально весу или об'ему почвы и вместе с тем пропорционально глубине почвы, но не площади (которая при удвоении диаметра возрастает быстро, а именно—пропорционально квадрату диаметра). Как регулируется мощность растений площадью питания и непосредственным внесением питательных веществ, мы еще рассмотрим в соответствующих главах (о посеве и об удобрении), в данном же случае, нам необходимо сосредоточиться на углублении пашни, как на приеме, увеличивающем запас питательных веществ и влаги, при одной и той же площади и при одном и том же состоянии плодородия. Произведенный опыт Петерса, конечно, не вполне приложим к полевым условиям, во 1) потому, что плодородие подпахотного слоя за редкими исключениями ниже плодородия пахотного слоя, и только перемещением его на поверхность и продолжительным воздействием атмосферных агентов и микроорганизмов, а в некоторых случаях только непосредственным удобрением может быть приведено в такое же состояние, и во-вторых, потому, что энергия всех почвенных процессов быстро сокращается по мере углубления и перемещением подпахотного слоя еще не достигается пропорционального увеличения об'ема почвы, так как взамен углубленного слоя перемещенный поверхностный слой пашни утрачивает свое первоначальное плодородие, и в результате от такого перемещения плодородного и неплодородного слоя может получиться не выигрыш, а, наоборот, ущерб в мощности развития растений, тем более, что особенно нуждающиеся в легко усвояемых веществах молодые растения черпают пищу из поверхностного слоя, и голодание в первый наиболее критический фазис отражается вредно на всем последующем развитии, а, следовательно, и на урожае. Поэтому и неудивительно, что в полевых условиях, и в особенности на почвах малоплодородных, углубление обработки далеко не сопровождается пропорциональным увеличением мощности растений, а напротив, нередко имеет отрицательные последствия. Между тем, даже независимо от увеличения запаса питательных

веществ, улучшение проницаемости подпахотного слоя, очевидно, при всех условиях должно благоприятствовать развитию растений, так как этим регулируется влажность почвы, увеличивается энергия почвенных процессов и облегчается рост и дыхание корней. В климатах умеренно-влажных и сухих на плодородных структурных почвах, к этому еще присоединяется возможность, без заметного ущерба для плодородия почвы, улучшения проницаемости почвы перемещением подпахотного слоя с прочно-комковатой структурой на поверхности.

Соответственно различию в плодородии и структуре почв можно поэтому различать два способа углубления пашни: на малоплодородных бесструктурных почвах целесообразней углубление пашни, без выворачивания подпахотного слоя, тогда как на плодородных почвах с резко выраженной структурой углубление пашни выгоднее производить с оборачиванием пласта и вышашкой комкова того подпахотного слоя на поверхность. Только после того, как углубленная обработка вызовет обогащение подпахотного слоя растительными остатками и питательными веществами, и вся почва улучшится в своем культурном состоянии, возможна глубокая обработка с оборачиванием пластов и на бесструктурных почвах, хотя на последних оборачивание имеет уже другое значение, оно не улучшает проницаемости и структуры почвы, но зато способствует более полному разложению растительных остатков, накопившихся в подпахотном слое и, таким образом, содействует более равномерному распределению питательных веществ, выравнивает плодородие почвы в вертикальном направлении.

Понятие о глубокой обработке прежде выражалось в определенных глубинах пласта, соответственно чему и пахотные орудия—плуги классифицировались по глубине взмета или высоте стойки и отвала в дюймах (обычно от 4″-6-8-10″, т.-е. от 2 до 6 верш.). При настоящем положении почвоведения и учения о механической обработке, глубокой обработкой следует считать такую, при которой затрагиваются подпахотный переходный горизонт «В», независимо от того, будет ли это 4, или 6, или 8 дюймов, будет ли обработка сопровождаться оборачиванием или только рыхлением подпахотного слоя.

Глубокая обработка без оборачивания может быть произведена или при помощи двойной вспашки плугом, или сохой, или почвоуглубителем, следующим за плугом по открытой борозде и разрыхляющим дно борозды на несколько дюймов или вершков, или, еще лучше, сочетанием плуга с ручной обработкой в открытой борозде, с помощью вил или лопат. В тех случаях, когда подпахотный слой содержит крупинки болотной руды или образования ортштейна, применяются специальные окучники с крепким лемехом и длинными крыльями-отвалами, выносящими куски ортштейна на поверхность, где они быстро выветриваются и рассыпаются, обогащая почву фосфорной кислотой и известью.

Глубокая обработка с оборачиванием пластов производится или при помощи двух плугов, сначала с обыкновенным культурным отвалом, а затем впоследствии, с более высоким и более длинным отвалом (напр., после 6″ плуга—10 дюймовый) или при помощи особых р а й о л ь н ы х плугов, которые могут поднимать пласт мощностью от 10 до 14 дюймов.

За отсутствием районных и 10-дюймовых плугов с длинными отвалами углубление с выворачиванием подпахотного слоя может производиться ручным способом, с помощью лопат и вил, которыми может быть вынуто на поверхность от 6 до 12 дюймов.

Для облегчения этой работы и подготовки подпахотного слоя к оборачиванию полезно в течение нескольких лет под ряд производить сначала подпочвенное пахание с помощью почвоуглубителей.

Глубокая обработка должна производиться или на зябь под картофель, корнеплоды и листоплоды (напр., под капусту) или в черном пару под озимь, так как только при этих условиях устраняется опасность от вышашки малодеятельной подпочвы, и достигается наилучшая оплата работы урожаем первого посева. И в том и в другом случае полезно внесение навоза и перемешивание вышаханного подпахотного слоя с культурной почвой во время двойки (в пару—при запашке навоза и при операции мешания уже разложенного навоза, а в пропашном клину—при весенней двойке и при последующей окученной междурядной обработке). Данные опытных русских учреждений, относящиеся, главным образом, к черноземной полосе, подтверждают значение глубокой обработки в особенности в отношении культуры пропашных растений и озимых, а потому оправдывают углубление, главным образом, в пропашном и в паровом клину, при чем главное приращение в урожаях замечается при переходе от 3—4-вершковой обработки к 5—6-вершковой, тогда как дальнейшее углубление, не только с оборачиванием, но и с подпочвенным паханием, или совсем не отражается на урожаях, или дает прибавки, не оправдывающие затрат на углубление. В черноземной полосе России систематических опытов с глубокой обработкой произведено чрезвычайно мало, главным образом, потому, что углубление северных почв не могло представлять такого значения для регулирования влажности почвы, какое оно имеет в черноземной полосе, тем не менее, для пропашного клина и в избыточно-влажном климате углубленная обработка сохраняет свое значение, при условии гладкой пашни и только в случае вынужденного перехода к гребневой и грядовой или узко-запашной культуре, увеличение местности пахотного слоя может быть достигнуто без углубления подпахотного слоя, хотя и в ущерб используемой площади.

Что касается затраты рабочей силы при углубленной обработке, то она возрастает, в виду большой плотности подпахотного слоя, быстрей, чем пропорционально глубине и может быть осуществлена на практике только в одновременном сочетании нескольких конных орудий (напр., двуконного 6″ плуга с одноконным почвоуглублением или одноконной сохой, при отсутствии оборачивании и двуконного 6″ плуга с пароконным же 10″ плугом, поднимающим не более 4″ или же сочетанием пароконных плугов с ручной обработкой открытых борозд).

Рациональное пахание на 10—14 дюймов не может быть выполнено при обычной конной тяге, да и при двухпарной или трехпарной воловой запряжке достижимо только с весьма непроизводительным использованием рабочих животных, или с явным ущербом для качества плужной работы (вследствие сокращения ширины пластов и неполного их оборачивания и вследствие медленности движения животных и слабого рыхления пластов). Только при паровой тяге или при применении моторных плугов, большая величина абсолютного усилия при рациональном пахании не препятствует сохранению нормального соотношения между шириной и глубиной пластов, не замедляет движения плуга, и потому достигается вполне удовлетворительное качество плужной работы.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПРИ ПОМОЩИ МЕХАНИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ.

Глубокая обработка при возделывании корнеплодов и даже средняя по глубине обработка при под'еме нови или многолетних трав встречает серьезное затруднение со стороны слабости и несовершенства живых двигателей, употребляемых в сельском хозяйстве, т.-е. лошадей и быков. Проф. В. П. Горячкин, на основании своих наблюдений над измерением силы тяги при помощи динамометров, пришел к тому выводу, что, в виду неизбежных погрешностей в показаниях динамометра и в измерениях глубины и ширины пластов, вполне достаточно, если расчеты силы тяги производятся в более крупном масштабе, исходя из средних данных, именно, что на 1 кв. вершок сечения пласта затрачивается при наиболее благоприятных условиях работы—¼ пуда (4 к. м.), при средних условиях ½ пуда (8 к. м.) и при тяжелых условиях работы ¾ пуда (12 к. м.). Переводя эти усилия на нормальное сечение пласта в 24 кв. вершка (4 × 6), получим силу тяги от 6—12—18 пуд. (96—192—288 к. м.), или, принимая, что сила тяги слабой лошади составляет 3—4 пуда, средней 4—5 пуд. и сильной 5—6 пуд., получим, что под'ем пласта нормальным сечением в 24 кв. вершка может потребовать при средних условиях 3-х лошадей, а при тяжелых условиях (напр., при большой связности и сухости почвы) и 4-х лошадей средней силы. При этом должна быть принята в расчет средняя скорость движения лошади, составляющая обычно около 1 метра в секунду, но при увеличении усилия скорость движения естественно сокращается, и механический эффект плужной работы значительно ослабевает. По этой же причине представляется невыгодной замена лошадей быками, движение которых всегда (почти вдвое) медленней, хотя и ровнее, чем лошадей. По мнению проф. Горячкина, по силе тяги можно предусмотреть и наиболее желательный вес плуга, так как, при наклонном действии тяги, соответственно среднему наклону постромок к горизонту в 18°, вертикальная слагающая, которая должна быть уравновешена весом плуга, для полной устойчивости движения, составляет ⅓ от силы тяги и, следовательно, при среднем усилии в 12 пуд. необходим вес плуга не менее 4 пуд. (в противном случае вертикальная слагающая будет приподнимать плуг кверху). При под'еме травяного пласта углубление на 4 вершка требует запряжки четверки лошадей средней силы, принимая во внимание неполное использование рабочей силы при сложных запряжках, которые не позволяют вполне равномерно распределять работу между всеми животными (тем более, что инстинктивно каждое из них стремится уменьшить свою долю усилия), пришлось бы увеличить число упряжных лошадей до 6 (соответственно рабочей производительности слабых лошадей). В сочинении проф. Вюста «Успехи машино-

строения» производительность второй пары лошадей принимается в 60% первой пары, а третьей пары всего в 30%.

Уж в силу такого несоответствия между собой двигателя и механической работы взмета, приходится расчленять работы на несколько последовательных операций, т.-е. сначала производить мелкое лущение, затем глубокую перепашку, а в случае несовершенства работы—дополнять действие плуга действием нескольких других орудий—культиваторов, борон и катков. Само собой разумеется, что такое многократное действие орудий обработки неизбежно связано не только с громадным расходом рабочей силы, но в то же время сопровождается распылением почвы, ухудшением структуры и физических свойств пашни, и, следовательно, в свою очередь, или вызывает ряд новых операций, или не достигает конечной цели механической обработки. Несовершенство живых двигателей, помимо чисто экономических соображений, побудило передовые страны Европы и Америки уже в половине прошлого столетия задуматься над приложением в сельском хозяйстве для плужной работы—механических двигателей.

Первый паровой плуг был построен в Англии Говардом в 1858 г. по проекту Смита. Принцип этог плуга, балансирующего с 4 корпусами, заключается в передаче движущей силы от неподвижно стоящего локомобиля к плугу при помощи стального каната, поддерживаемого на обоих краях пашни якорными роликами или барабанами, которые по мере приближения плуга к локомобилю, переставлялись вместе с ним двумя рабочими. (Рис. у Бломейра, стр. 172.) Главным недостатком этой системы являлась непрямая и далекая передача силы с изменением направления тяги; для устранения этого недостатка Фаулер вскоре сконструировал новую систему с подвижным локомобилем или локомотивом, который устанавливался на краю пашни и непосредственно передавал силу балансирующему плугу при помощи стального каната, протянутого до противоположного края пашни, где устанавливалась подвижная якорная платформа. Позднее Фаулер построил еще более совершенную систему с двумя локомотивами, работающими поочередно и влекущими балансирующий плуг взад и вперед при помощи стального каната и передвигающимися по краевым межам по мере распашки поля. Эта система получила в Англии и Германии наиболее широкое применение, несмотря на то, что требовала громадного расхода на покупку двух двигателей средней силы (14 лошадиных сил), которые, впрочем, могли быть использованы и для многих других работ (напр., для молотьбы). Большим преимуществом паровых плугов Фаулера являлось также то обстоятельство, что, кроме балансирующего плуга с 2, 3, 4, 5 и 6 корпусами для глубокой вспашки фабрика изготовила целый ассортимент пахотных орудий (груббер, лущильники, бороны, катки), работа которых при паровых двигателях достигала большой производительности. По качеству работы паровые плуги Фаулера не оставляли желать лучшего, главным образом, благодаря сильному рыхлению пашни, связанному с быстрым движением плуга (по сравнению с быками в 2—3 раза скорее), при чем и осадка пашни благодаря полноте рыхления совершалась значительно скорее, чем при конной обработке. Само собой разумеется, что применение паровых плугов было возможно только в наиболее интенсивных крупных хозяйствах, главным образом, свекло-сахарных, применяющих на ряду с усовершенствованной обработкой сильные минеральные удобрения, вследствие чего недостатки глубокой обработки легко могли быть парализованы удобрением. В России паровые плуги тоже получили широкое распространение только в свекло-сахарных хозяйствах, при чем даже на черноземных почвах не редко наблюдалось отрицательное действие глубокой вспашки, требовавшее дополнительного рядового удобрения свеклы суперфосфатом и селитрой. В Соединенных Штатах Северной Америки, в условиях более экстенсивного хозяйства, вместо паровых плугов для под'ема нови стали применять, так. наз., тракторы, которые передвигались по полю вместе с мотором (на «буксире»). В данном случае, преследовалось возможно большая производительность работы, при средней глубине пашни (не более 4 верш.) и эта цель достигалась применением американских плугов обычного типа (Дира с дисковым ножом) насаженных на общую раму в большом числе (до 10 корпусов). с захватом целой сажени. Двигатель, в виду громадной механической работы на твердых задернелых почвах и большой ширине захвата, должны были обладать значительно большей силой, чем паровые плуги, и пользоваться жидким топливом (в виде бензина, керосина и в редких случаях—красной нефтью).

Одним из наиболее существенных недостатков тракторов являлось утрамбовывающее действие ходовых колес, неизбежное при громадном весе системы (до 600 пудов, при весе плуга в 120 пуд.). На мягких зыбких почвах движение колесных тракторов встречало почти непреодолимое препятствие, несмотря на увеличение диаметра ходовых колес до 2 метров (1 сажень), а ширина обода до 1 арш. и более. Обод колес пришлось снабдить выступами из волнистого железа или особыми придатками—шпорами, при помощи которых облегчалось сцепление ходовых колес с грунтом, хотя при этом на ряду с сильным уплотнением — получался разрыв дерновины и изреживание дерна, препятствовавшее правильному действию плуга. В России тракторные плуги подвергались испытанию в 1911—12 г.г. на Акимовском машиностроительной станции Таврической губ. и затем под Петербургом на международной автомобильной выставке 1913 г. В Акимовке удовлетворительные результаты были получены при вспышке плотного глинистого чернозема на 4 верш. при помощи трактора Nart-Parv (с 8 корпусным плугом Дира), при чем, однако, при встрече солонцеватого чернозема (более плотного), приходилось убавлять глубину вспашки, в виду заметного замедления в ходе плуга (нормальная скорость движения—3½ версты в час или 1 метр в секунду). Оборачивание пласта получалось полное и поверхность пашни слитая.

В Петербурге в 1913 г., а позднее в Петровской Академии на машиноиспытательной станции проф. В. П. Горячкина, лучшие результаты от работы «гусеничного» трактора Хольта (Holt-Caterpillar) с 10 корпусным плугом Дира. Особеностью этого трактора является снабжение ходовых колес бесконечной цепью, которая, благодаря большой поверхности (6000 кв. сант.) распределяет весь трактор (600 пуд) на большую поверхность почвы (давление на 1 кв. сант.—¾ килогр) и тем весьма заметно ослабляет уплотнение почвы и загруживание трактора даже на мягкой почве.

Благодаря гусеничному ходовому приспособлению (напоминающему английские шапки), трактор Хэльта может работать даже на болотистых почвах и легко преодолевает различные препятствия (в роде западин, канав, грядок и др. неровностей поверхности). По данным Акимовской машиностроительной станции — производительность трактора Хольта на глинистом черноземе, при вспашке на 3½ вер., равняется 1 дес. в час при расходе 45 фунтов бензина, при чем, только ¼ часть силы тратится на полезную работу плуга, а ¾ тратится на преодоление сопротивления самому движению трактора.

В отличие от паровых плугов, работающих попеременно корпусами, отваливающими пласт в противоположные стороны (т.-е. являющихся оборотными балансирными плугами), тракторные плуги, вообще отличающиеся гораздо большей шириной захвата, требуют фигурной или загонной вспашки, так как оборачивают пласт в одну сторону. Но и те и другие плуги по существу мало отличаются от конных плугов и если отличаются более ровным и лучшим качеством работы, то только благодаря большой скорости и равномерности движения, зависящей от громадной силы двигателя.

В начале текущего столетия появились новые типы самопередвигающихся пахотных орудий, пытавшиеся заменить работу плуга более совершенной работой лопаты, вил и мотыг, т.-е. применить принцип наиболее совершенной ручной работы при огородной культуре. Из этих орудий, наиболее интересны три типа, а, именно, машина английского инженера Купера с качающимися рабочими органами, действующими на подобие лопаты или огородных вил, затем машина Кешети (венгерского изобретателя), представляющая барабан с загнутыми серцевидными лопастями, действующими при вращательном движении барабана на подобие мотыги. Машина Мейенбурга (немецкое инженера), представляющая попытку подражания копающим животным и снабженная эластическими проволочными когтями. Машина Кешеги воспроизводит принцип вращающегося пахотного орудия, выдвинутый английскими инженерами еще в половине прошлого века, но затем ими оставленной после изобретения парового плуга с канатной тягой.

Однако, в фрезерной машине Кешеги, к принципу ротаторного культиватора, после успехов автомобилизма и выработки целого ряда тракторных орудий, явилась возможность присоединить наиболее совершенные моторы, благодаря чему, прежние недостатки буксирного пахания, если не вполне были устранены, то значительно ослаблены, а с другой стороны, совершенно работающих органов, позволило сочетать в одном орудии, кроме плуга культиватор и борону и при наилучшем смешении почвенных частиц с растительными материалами и наибольшем разрыхлении почвы ускорить осадку пашни и готовность ее к посеву.

Фрезерная машина Кешеги в 1911 году подверглась обширному коллективному испытанию во многих хозяйствах Германии, при чем результаты работы были изучены Берлинским сел.-хоз. институтом, командировавшим для обследования хозяйств приват-доцен. Борнеманна. Свое исследование Борнеманн резюмирует в следующих положениях, подкрепленных данными об'ективных наблюдений:

1) Фрезерная машина создает тонкую, чрезвычайно рыхлую равномерную мелкозернистую структуру на всю глубину обработки, что совершено недостижимо употребляющимися до сего времени почвообрабатывающими орудиями и лишь до некоторой степени может быть создано огородными инструментами.

2) Структура тем мельче, чем суше почва была в момент обработки.

3) Фрезерной машиной можно также обрабатывать относительно влажную почву. Наиболее благоприятной для обработки степенью влажности являются для песчаных и супесчаных почв 6—8%, для глинистых — 13—18%, т.-е. приблизительно такое количество, какое обычно имеется в почве в конце лета и осенью (в Германии).

4) Структура, созданная осенью фрезерной машиной, сохраняется и в следующем году довольно долго. В песчаных почвах она обычно слишком рыхла для вегетации культурных растений, и поэтому необходимо еще уплотнить ее катком или при посеве каточками рядовой сеялки.

5) На вязких почвах рекомендуется применять легкие уплотняющие каточки при озимом посеве, особенно, если рядовая сеялка следует непосредственно за фрезерной машиной.

6) Обработка фрезерной машиной увеличивает влагоемкость, а может быть и гигроскопичность всяких почв, при чем последние сохраняют свойства долгое время даже после позднейшей обработки плугом и бороной.

7) Капилляры всякой почвы, обработанной фрезерным плугом, чрезвычайно деятельны и перемещение дождевой влаги вниз, а грунтовой—вверх совершается чрезвычайно быстро.

8) Из фрезерованной почвы испаряется весной значительно меньше влаги, чем из вспаханной плугом и находившейся зимой под паром.

9) По совокупности вышеуказанного, фрезеровочная вязкая почва весной значительно влажнее, чем почва, вспаханная упряжным плугом.

10) Чтобы в полной мере сохранить для культурных растений весь запас влаги, имеющийся в фрезерованной почве, необходимо весной по возможности раньше прервать капилляры почвы. На полях, засеянных осенью, это может быть исполнено ручным или машинным мотыжением. На полях, засеваемых весной, обычная обработка кроммером и бороной—бесполезна. Необходимо создать новое орудие, которое взрезывало бы почву, как пропашниками или как нопольник и взрыхляло бы только верхний, срезанный слой почвы (наиболее целесообразным представляет орудие по типу резака Гельцермана, употребляемого в южной России для чистки паров).

11) Опасаться заплывания фрезированной почвы нет основания даже тогда, когда она сильно пульверизирована; в нормальных метеорологических условиях почва не может заплывать.

12) Почва во всех осмотренных полях, развитие озимых посевов было сильнее и корневая система и кущение мощнее, чем на полях, обработанных обычным способом.

13) Структура фрезерованной почвы весьма благоприятна не только для развития культурной, но и сорной растительности, а поэтому необходимо обратить особое внимание на своевременную очистку поля от сорной растительности.

14) Давление на подпахотный слой, производимое колесами фрезерной машины, значительно меньше, чем у американских тракторов, благодаря меньшему весу машины и более равномерному распределению давления на почву (при помощи широких колес и катков). На глинистой почве в сухом состоянии можно было заметить лишь незначительное влияние давления (выразившееся в уплотнении подпочвы на 3% сильнее, чем при конной обработке).

Столь же благоприятный отзыв о фрезерных машинах в 1912 г. дан был и Гогенгеймской с.-х. академией, в лице проф. Голдака, заведывающего машиноочистительной станцией в Гогенгейме, который наблюдал действие не только фрезерной машины Кешеги, но и еще более совершенной машины Мейнбурга. Приводим его интересные соображения о значении этих машин, действие которых он находит превосходными и в широком распространении которых (в особенности системы Мейнбурга) не сомневается.

«С точки зрения техники фрезерные машины новейшей конструкции заслуживают самого благоприятного отзыва, так как в несколько раз уменьшили вес машины (вес машины Мейнбурга—около 100 пуд., т.-е. в 6 раз меньше среднего веса американских тракторов) и удачно разрешили вопрос о сцеплении ведущих колес с почвой, остается лишь выяснить, удовлетворяет ли качество их работы—агронома?»

Между работой плуга и работой фрези существует такая большая разница, что это естественно вызывает целый ряд принципиальных вопросов. Главная особенность нового способа обработки заключается в том, что почва за один проход машины превращается в такое состояние, какое ей можно придать лишь после тщательной обработки заступом, как это делается на огородах. При этом, повидимому, нет основания опасаться размазывания почвы: мелкозернистая глинистая почва в Гогенгейме, обработанная на другой день после продолжительного дождя, осталась вполне рыхлой (см. рис. 40 на стр. 71, Мотокультуры).

Благодаря значительному трению между мелкими частицами почвы, слой обработанной почвы слеживается и оседает очень мало. Стерня распределяется очень равномерно между всеми слоями обработанной почвы. Часть ее, естественно, остается и на поверхности, но при выборе соответствующих сошников, это нисколько не препятствует посеву. Образование гумуса и удобрительное действие пожнивных остатков навоза при таком равномерном распределении значительно благоприятней, чем когда жниво или навоз закапывается слишком глубоко и вследствие недостатка воздуха разлагаются медленно. К тому же степень укладки навоза, также как мелкость дробления почвы могут в известных пределах регезнироваться, ибо зависит от сожжения между скоростью вращения фрезы и наступательной скоростью машины. При желании достигается вполне совершенная заделка растительных веществ (см. рис. 41 на стр. 71). Были высказаны опасения, что

обработанная фрезерной машиной почва под влиянием осадков может заплыть, а затем покрыться корой. С теоретической точки зрения это кажется мало вероятным, что подтвердилось и на практике, по крайней мере весной 1912 года, когда озимые всходы повсюду (в Германии) оказались в удовлетворительном состоянии.

Новый способ обработки тесно связан с вопросами т. наз. «сухого земледелия», т.-е. стремлением к накоплению и сбережению влаги с пропашной культурой и другими приемами интенсивного земледелия. Хотя и необходимо продолжить наблюдения над работой фрезерных машин, но и сейчас уже можно признать, что они удовлетворяют основным требованиям, которые следует пред'являть к моторным плугам, а именно они имеют незначительный вес, ведущие колеса их не буксуют и они вполне пригодны для важнейших операций по механической обработки почвы.

Для оценки структурного состояния почвы, подвергавшейся фрезированию, следовало бы определить содержание аггрегатов различной крупности и их прочности. Ни того, ни другого, определения при коллективном испытании в Германии в 1912 г. не производилось, и если тем не менее все наблюдатели согласно свидетельствуют о том, что почва разрыхлялась фрезированием несравненно сильнее, чем при конной обработке и в то же время не распылялась, не заплывала и не обнаруживала сильной осадки,—то отсюда следует придти к заключению, что фрезирование действительно не разрушает естественных аггрегатов, а только раз'единяет их гораздо совершенней, чем плуг, и вследствие этого мелкие крупинки, раз'единенные быстрым вращательным движением, фрезы еще сильнее, чем встряхиванием земли на лопате при ручном штыковании огородной земли,—сразу укладываются настолько плотно, что получается как бы уже осевшая почва, готовая к посеву и не изменяющая своего строения даже под влиянием зимних морозов и весеннего половодья.—Как велики колебания в величине естественных почвенных аггрегатов и как несоизмеримы они с размерами иловатых частей почвы, показывает следующее числовое сопоставление Мейзенбурга: если в 1 листе пашни содержится 1300 граммов почвы, то при средней толщине комочков 3 сант., их окажется в 1 литре только 20 шт., при среднем размере крупинки в 3 мил.—20 тысяч штук, а при раздельнозернистом состоянии иловатых частиц с средним диаметром в 3/1000 м.м. 20.000 миллиардов. В соответствии этим наружная поверхность комочков,—содержащие в одном литре почвы, колеблется от 1/10 кв. метра при крупнокомковатом строении—до 1 метра (при среднекомковатом строении) и в 1000 кв. метров—при раздельнозернистом строении иловатых частиц. — А так как конечная цель механической обработки еще в половине 18 столетия, в замечательном сочинении английского писателя «Об основах культуры растений» (1751 Лондон) совершенно правильно определена,—как создание в почве возможно большей «пастбищной поверхности» для питания растений,—то очевидно, что наилучшие условия структуры достигаются не при крупно-комковатом, а при мелкозернистом или крупитчатом состоянии почвы, и возможно, что именно такое состояние получается в результате фрезирования.

ОБРАБОТКА ДЛЯ ИСТРЕБЛЕНИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ.

Истребление сорной растительности представляет постоянную общую задачу механической обработки и в обычных условиях вполне достигается уже описанными приемами рациональной обработки полевых клиньев. Но в некоторых случаях, главным образом, при сильном изреживании или гибели посевов под влиянием климатических невзгод, или повреждений, болезней, а также при несоблюдении основного правила механической обработки—сорные растения приобретают такой решительный перевес над культурными растениями, что необходимы экстроординарные меры их искоренения или по крайней мере для подавления их развития. Поэтому следует остановиться на более подробном рассмотрении роли сорников и различных способов борьбы с ними.

По новейшим исследованиям А. И. Мальцева (в Бюро прикладной ботаники, сел.-хоз. Ученого Комитета), на полях Европейской России получили широкое распространение 162 вида сорняков, из которых однако роль «космополитов»—одинаково и повсеместно распространенных (за исключением только внеземледельческих районов крайнего севера и крайнего юго-востока)—принадлежит 65 видам, в том числе 20 видов многолетних растений, 7 видов двулетних растений и 38 видов однолетников. Приводим список важнейших многолетников, как наиболее опасных сорняков, борьба с которыми представляет наибольшие трудности, располагая их не в систематическом порядке (по семействам), а по их значению для полевой культуры: 1) пырей; 2) бодяк; 3) осот; 4) полынь; 5) вьюнок; 6) хвощ; 7) щавель; 8) одуванчик; 9) белокопытник; 10) рябинка; 11) тысячелистник; 12) короставник; 13) льнянка; 14) мята; 15) гусин. лапка; 16) хлопушка; 17) чистец болотн.; 18) пупавка красн.; 19) клевер ползучий; 20) мышин. горошек. Почти все многолетники размножаются не только семенами, но главным образом вегетативным способом, т.-е. подземными корневищами, и побегами-отпрысками от корней и даже отдельными почками, в случае разрыва корней и корневищ,—а потому—искоренение этих растений представляет чрезвычайно сложную задачу.

Значительно проще борьба с двулетними и однолетними сорняками, которые размножаются исключительно семенами. Но и однолетники зачастую размножаются так быстро и сильно, что вызывают необходимость экстренных мер. Наиболее опасными сорняками из однолетних космополитов следует признать следующие виды: 1) куколь; 2) метла; 3) сурепка; 4) костер; 5) свербига; 6) василек; 7) лебеда; 8) пикушник; 9) вьюнок гречишн.; 10) звездчатка мокрица; 11) мышей; 12) погремок; 13) горчица; 14) редька дик.; 15) подмаренник; 16) пупавка; 17) ромашка; 18) липучка; 19) зорька бел.; 20) мятлик. Кроме космополитов, повсюду засоряющих посевы, в отдельных районах России—приобретают важное значение и другие виды, напр., на юге—овсюг или дикий овес, куриное просо, собачий зуб, ширица, плевел, полевой чеснок, заразиха подсолнечная и конопляная, татарики, солянки и повилики.—Особенно большую опасность представляют сорняки-паразиты, а именно повилики, паразитирующие на клевере, люцерне, льне, конопле, и заразихи, паразитирующие на подсолнечке, табаке и конопле.

Рассмотрим сначала меры борьбы с сорняками, которые распространяются исключительно семенами. Первой мерой в этом отношении является уничтожение межников, служащих постоянными рассадниками сорных растений, или обкашивание дорог и меж в период начала цветения, дабы предупредить образование семян; на озимых и клеверных полях—с той же целью следует производить весной или ручную полку или обкашивание соцветий быстро подрастающих сорняков (напр., сурепки). Однако вполне устранить обсеменение полей сорняками—почти невозможно, так как многих видов обладают приспособлениями для переноса на далекое расстояние при помощи ветра, воды и животных.—Кроме того, семена некоторых трав сохраняют всхожесть в течение многих лет и потому в почве всегда содержится неиссякаемый запас семян, прорастающих при наступлении благоприятных условий. Особенно этому способствует общепринятый прием глубокой вспашки жнива—на зябь или ранней весной, благодаря чему содержащиеся в поверхностном слое почвы семена сорняков не успевают прорасти в течение первого года после обсеменения и в подпахотном слое сохраняется до новой глубокой перепашки на следующий год.

Как велико может быть число семян сорных растений, содержащихся в пахотном слое, показывает недавнее исследование в Екатеринославской губ., когда находили в одних семена овсюга—около 8 тысяч на 1 кв. арш., т.-е. в 20 раз больше, чем высевается ячменя (6 пуд. на десятину—соответствуют 360 зернам на 1 кв. арш.), при чем 95% этих семян находилось в верхних 2 дюймах, или вершке. Если же принять во внимание и другие менее опасные сорняки, то в 10 дюйм. слое оказалось на 1 кв. арш.—46,374 семян, т.-е. в 128 раз больше, чем высевается ячменя. Около 40% этих семян находилось в верхнем слое (до 2"), остальные 60% довольно равномерно распределялись в пахотном слое на всех глубинах, что является последствием многократной глубокой запашки семян до их прорастания. Главным условием для искоренения сорняков, размножающихся семенами, является, очевидно, их прорастание вслед за обсеменением и поэтому наиболее целесообразным приемом следует признать мелкое лущение вслед за уборкой, создающее в конце лета наиболее благоприятные условия для прорастания сорняков, с тем, чтобы ко времени глубокой вспашки на зябь—главная масса свежих семян успела прорасти и затем образовавшиеся ростки и всходы могли быть уничтожены частью глубокой запашкой, частью зимними морозами. Однако в результате приспособления к обычным условиям существования, большинство сорняков прорастает в год обсеменения весьма медленно и потому осенним или летним лущением далеко не удается истребить всех всхожих семян, содержащихся в поверхностном слое пашни. Вторым приемом, направленным к истреблению всходов сорных семян, является весеннее боронование пашни, которое только тогда может сопровождаться значительным результатом в смысле очистке от сора, если приходится поздней весной, след., при посеве поздних яровых, тогда как при раннем яровом посеве сорняки не успевают прорасти и опережаются культурными растениями, которые вообще отличаются гораздо большей энергией прорастания. Насколько медленно и постепенно совершается прорастание большинства сорняков, показывает исследование А. Хребтова, производившего проращивание 136 важнейших

видов в лабораторной обстановке в течение 102 дней (весной с 1 марта 1909 г. до июня) и 50 видов в течение 110 дней (с 25 сентября до 12 января 1908 г.) приводим на выдержку данные для 15 важнейших видов—не по дням, а по декадам (одновременно проращение хлеба и лен полностью прорасли в течение первой декады). Главный максимум прорастания у большинства сорняков, как и у культурных растений, приходится на первую декаду, но прорастание совершается и в течение 9 последующих декад, при чем у некоторых видов максимум передвигается

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего из 100%
1	Пырей	10	53	3	—	—	—	—	—	—	—	66 %
2	Куколь	95	5	—	—	—	—	—	—	—	—	100 %
3	Метла	0	13	6	0	8	2	16	8	35	—	88 %
4	Горчица	50	—	—	—	—	—	—	1	2	—	53 %
5	Костер ржан.	88	7	—	—	—	—	—	—	—	—	95 %
6	Василек	63	14	16	4	—	—	—	—	—	—	97%
7	Бодяк	0	1	2	29	45	—	—	—	—	—	77%
8	Лебеда	0	5	8	3	1	3	1	1	—	—	22%
9	Пупавка	19	48	5	2	24	2	—	—	—	—	100%
10	Люпина	25	20	2	—	—	—	—	1	—	2	50%
11	Щавель	45	36	3	—	1	2	1	0	—	3	93%
12	Мокриник	76	10	—	—	1	—	—	—	—	—	87%
13	Осот	0	28	2	23	12	—	—	—	—	1	66%
14	Одуванчик	4	6	22	8	8	7	2	—	—	—	57%
15	Клевер ползуч.	34	11	7	7	2		4	5	—	3	75%
	Всего из 15 видов.	509	257	76	76	102	16	24	16	52	6	—

на вторую декаду (пырей, осот, пупавка), у других на третью (одуванчик), у нескольких видов и еще дальше (даже летом на 9-ой, бодяк на 5-ой), другими словами, растягивается на весь вегетационный период (Рюмкер стр. 49—50). Само собой разумеется, что в естественной обстановке, при резких колебаниях температуры и влажности почвы и при возможности продолжительных перерывов в прорастании семян,—указанное влияние медленного прорастания сорняков должно принять еще более резкий характер, чем в лабораторной обстановке, при поддержании оптимальных условий для прорастания. А потому вполне понятно, что однократное уничтожение всходов сорных растений—осенью или весной, хотя и пред-

ставляет меру обязательную, но далеко не достигает цели и наиболее действительным средством следует признать паровую обработку с многократным уничтожением сорняков при помощи культиватора и борон—в течение всего вегетационного периода.

На втором месте может быть истребление сорняков для помощи пропашной культуры, главным образом в пропашном клину,—хотя в этом случае очистка обыкновенно не бывает полной, так как производится только в междурядиях, тогда как в рядах растениями сорняки развиваются беспрепятственно, по крайней мере в первое время, пока выросшие пропашные растения не сомкнутся в ряду и не заглушат сорняков. Для достижения более быстрого смыкания пропашных растений и заглушения сорняков—ширина междурядий и в особенности расстояние между растениями в ряду должно строго соответствовать возможной при средних местных условиях индисициальной можности растений и уклоняться лучше в сторону большого сгущения, чем наоборот—изреживания,—прекрасным примером борьбы с однолетними сорняками может служить борьба с наиболее опасным сорняком южной России—овсюгом, котэрый на крестьянских яровых посевах нередко постоянно заглушает культурные растения (яровую пшеницу, ячмень, овес), что вынуждает их скашивание на зеленый корм или на сено, чем в то же время предупреждается дальнейшее обсеменение пашни овсюгом. Так, напр., в Екатеринославской губ. на двух опытных участках, где ячмень был убран на зерно, в конце лета на 1 кв. арш. найдено в почве (до 10")—1350—2822 зерен овсюга, а на участках, где ячмень скошен на сено, оказалось овсюга 439—753 зерна, т.-е. в 3—4 раза меньше, чем при уборке на зерно. Однако такой результат может быть получен только при раннем скашивании до образования семян овсюга, что—в виду быстрого развития овсюга—не совпадает с моментом образования наибольшей укосной массы и, след., сопряжено с значительной потерей не только в зерне, но и в соломе.—По данным южнорусских опытных полей—овсюг не дает всходов в год обсеменения, так как осенние всходы овсюга (напр., на озимом пооле) гибнут от морозов, и главная масса семян поэтому прорастает только на следующую весну (вылущенные из твердой оболочки семена легко прорастают и осенью). В связи с этим часто рекомендуемое летнее или раннее осеннее лущение жнива не представляет действительной меры борьбы с овсюгом, а более целесообразным является мелкое весеннее лущение пара с последующей более глубокой вспашкой (обычная глубокая вспашка ранней весной в этом отношении представляется нецелесообразным приемом, так как сопровождается глубокой запашкой непроросших семян овсюга и, след., ведет к сохранению в почве большого количества всхожих семян. Наиболее быстрое и полное прорастание овсюга достигается при весенней запашке семян на 1½—2 вершка; при этом сильно засоренное паровое поле приобретает вид как бы сплошного ярового посева (см. фотоснимок на Верхнеднепр. оп. участке—в отчете И. Н. Шевелева за 1913 г.) после перепашки этих всходов—число семян, содержащихся в почве, резко сокращеатся (в 6—15 раз), но, конечно, не достигается полной очистки, так как семена, содержащиеся в более глубоких слоях (глубже 2—3 верш.) вовсе не прорастают.

В том случае, если при второй обработке пара (в мае или июне) производится более глубокая перепашка (напр., на 3—4 вер.), часть семян выносится ближе к поверхности и прорастает одновременно с озимью, однако всходы овсюга не выдерживают зимних морозов и потому озими не страдают от этого сорняка и озимые посевы вслед за паром могут служить хорошим средством для очистки почвы от овсюга. Наиболее опасным в смысле засорения полей овсюгом является бессменный посев яровых хлебов, что именно и наблюдается на юге России, где паровой и озимый клинья представляют на крестьянских полях редкое явление, вследствие господства беспарья или бессменной культуры яровых хлебов (гл. обр. ячменя и яровой пшеницы).

Несравненно более сложной является задача искоренения многолетних сорняков, размножающихся вегетативным способом. Среди них наиболее опасными являются виды, образующие длинные подземные корневища, т.-е. горизонтально растущие стебли, из узлов которых развиваются корневые мочки и вертикальные побеги, выбивающиеся на поверхность. К числу таких видов принадлежат злаки: пырей, костер, безостый, чаполэть, собачий зуб, куриное просо и полевой хвощ. Весьма опасными являются также виды, образующие керневые отпрыски—из почек, расположенных как на вертикальном стержневом корне, так и на глубоких горизонтальных подземных ветвях; к числу этих видов относятся—бодяк, осот, вьюнок, белокопытник, хлопушка, льнянка, чистец и др.

На третьем месте в смысле трудности искоренения могут быть поставлены многолетники, не образующие корневищ и подземных побегов, но сильно отрастающие из многочисленных почек корневой шейки, напр., полыни, чернобыльник, рябинка, тысячелистник, одуванчик и др. И наименее опасными являются многолетники, стелющиеся надземно или поверхностно, напр., ползучий клевер, гусин. лапка, мята, ясколка, однолетний мокритик и т. п. Хотя все многолетники первоначально и во все последующие фазисы размножаются также при помощи семян, но уничтожение их всходов не представляет особых затруднений, если оно производится в течние первого года, т.-е. до образования глубокой корневой системы и корневищ. Зато искоренение многолетников, успевших прочно укорениться, возможно лишь путем продолжительной, многократной и целесообразно организованной механической обработки, а в некоторых особенно опасных случаях—приходится бороться с сильно укоренившимися многолетниками, путем образования долголетней залежи с пастбищным пользованием, при чем все виды, размножающиеся корневищами, вследствие сильного уплотнения почвы, сами собой изреживаются и пропадают, уступая место типичным дерновым злаком—в роде тимофеевки, овсяницы, мятлика и белоуса, а в степной полосе—житняка, типца и ковыля. При истреблении многолетников приходится более строго приспосэблять меры борьбы к биологическим особенностям преобладающих видов, и потому нельзя указать каких-либо универсальных средств, применимых при всех условиях. Даже один и тот же вид, напр., пырей, требует различных приемов борьбы, в зависимости от того, в каких почвенных и климатических и отчасти культурных условиях находится хозяйство. Действительно, один из наиболее распространенных и опасных сорняков многолетников—пырей—в условиях избыточного увлажнения может быть

искоренен приемом диаметрально противоположным приему, применяемому в районах засушливых. В последних наилучшие результаты получаются от лущения, с последующим многократным боронованием для извлечения корневищ и их высушивания на поверхности, тогда как при избытке влаги этот прием может еще более способствовать усилению и распространению пырея и действительным является, напротив, борьба при помощи задушения пырея, заключающаяся в глубокой запашке пырейных корневищ с последующим прикатыванием пашни.

Исследования на Ростовскэй опытной станции вполне подтверждают важное значение раннего летнего или осеннего лущения жнива, как меры истребления пырея; даже время вспашки и паровая обработка оказывали гораздо меньшее влияние, чем раннее лущение, хотя все же ранняя вспашка пара, вслед за уборкой яровых, отражалась благоприятно, особенно в засушливую осень; худшие результаты получены при позднем осеннем взмете, в период ненастья; в случае запоздания взмета более выгодным оказывалась отсрочка его до весны, в особенности при раннем лущении, которое само по себе очищает почву от пырея лучше глубокой перепашки. Для выдирания корневищ пырея применяются пружинные культиваторы, с редко расставленными лапами, которые достаточно глубоко проникают в почву и не забиваются землей, как крюммера и экстирпаторы. Выдернутые наружу корневища должны быть собраны железными боронами—зигзаг. Наилучшим временем для этой операции является поздняя осень, в самом начале дождей, когда почва приобретает надлежащую мягкость. При большом обилии пырея полезно повторить ту же операцию весной перед посевом поздних яровых. Черный пар и пропашная культура являются средствами менее действительными и более дорогими, так как требуют многократных пропашек и все же не вполне очищают почвы, благодаря тому, что пырейные корневища не так легкэ поддаются пололыникам и пахотным орудиям. Лущильник (четырехлемешный) и пружинная борона представляют наиболее полезные орудия в борьбе с пыреем, в том случае, если климатические условия позволяют применить способ засушивания. В противном случае—целесообразнее бороться приемом задушения, т.-е. производить глубокий взмет с дерноснимом, вслед за уборкой яровых, стремясь к возможно более полному оборачиванию пластов и возможно более глубокой запашке пырейных корневищ, и для предупреждения их быстрого отрастания в рыхлой пашне—необходимо произвести вслед за вспашкой прикатывание тяжелым кольчатым катком или подпочвенным упаковщиком Кембеля. В случае невозможности применить способ задушения—во влажных климатах приносит пользу поздняя вспашка на зябь в начале морозов, которые побивают вывороченные наружу пырейные корневища и побеги. Весной—при наступлении сухой погоды—может быть применено выдергивание корневищ пружинной борэной, с последующей тщательной уборкой их при помощи железных борон, во избежание засорения почвы при наступлении летних дождей. Культура озимых после паровой обработки довершает очистку почвы от пырея в том случае, если озими образуют густой сомкнутый растительный покров, так как пырей не выносит затенения и быстро заглушается мощным посевом озими. Зато редкие, слабые, пострадавшие от морозов или вымочек, озими, напротив, создают для пырея самые благоприятные условия роста и ведут к новому засорению почвы. То

же самое приходится сказать и относительно неудачных посевов клевера, зерновых бобовых, картофеля и корнеплодов, в особенности на легких рыхлых почвах, на которых пырей разрастается чрезвычайно быстро. Неудачные посевы озимого и пропашного клина вызывают засорение полей и другими сорняками. Между ними, после пырея, наиболее опасными являются бодяк и осот, образующие из корня подземные побеги на значительно большей глубине, чем пырей, а поэтому еще труднее поддающиеся извлечению, чем пырейные корневища. Стержневой корень бодяка образует в подпочве, на глубине около 12 верш. горизонтальные шпуры, из которых отрастают длинные вертикальные побеги, на поверхности выбрасывающие розетку листьев. На мягкой влажной почве весь побег до корня может быть вырван руками, при чем нижний конец в этом случае обнаруживает загиб в горизонтальном направлении. Никакими пахотными орудиями корни бодяка не могут быть выворочены наружу (за исключением разве райольных плугов при глубокой обработке паровыми двигателями). Подрезание побегов орудиями или скалывание отдельных растений при помощи ручных лопат и ножей («истиков») обычно сопровождается еще более обильным отрастанием новых розеток, так как из невполне извлеченного главного побега образуется ряд новых боковых побегов. Поэтому проф. Рюмкер находит, что единственной целесообразной, хотя и дорогой мерой борьбы следует признать выдергивание руками цельных корневых побегов, и только в отношении молодых растений, неуспевших образовать подземного корневища, он рекомендует способ истребления при помощи периодических мелких перепашек лущильников или культиватором-пололь ником. Наблюдения И. Н. Шевелева в Екатеринославской губ. подтверждают сравнительную легкость истребления обычными приемами обработки всходов осота (бодяка) в течение первого года после обсеменения, при чем такие всходы даже могут быть заглушены густым посевом ячменя. Но зато, глубоко укоренившиеся растения не поддаются полному истреблению ни конными, ни ручными орудиями (даже при трехкратном скалывании), ни присыпкой или опрыскиванием химическими препаратами (например, купоросом медным и железным). По этому поводу И. Н. Шевелев в своем отчете за 1913 г. замечает следующее: «Если осот разбросан по полю небольшими куртинами и, главное, куртинами недавнего происхождения, он легче поддается уничтожению самыми обычными приемами обработки почвы. Но в это-то время на него не обращают особого внимания. Когда же осот укрепился на поле, когда массой своих корней он пронизал во всех направлениях занятую им часть поля, когда его прочные шнуры проникли на большую глубину и когда вред, наносимый им хозяину, дает себя сильно чувствовать, тогда осоту уделяют достаточно внимания. Но в это время благоприятный момент для успешной борьбы с ним бывает уже упущен. Осот превратился на поле в тысячеголовую гидру. Для очистки поля от него требуется уже особые усилия. Этого обычно не делается. Осот сильнее укрепляется и совершенно вытесняет культурные растения с занятой им части поля».

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ.

Учение о плодосмене.

I. ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.

Наиболее полное использование почвы и вообще всех вегетационных факторов достигается в природе в результате приспособления растений не только к внешним условиям среды, но и путем взаимного приспособления или сожительства различных видов, пред'являющих неодинаковые, взаимно дополняющие требования. Экологическая география растений устанавливает целый ряд естественных сообществ или растительных формаций, представляющих результат **отвечного** приспособления в борьбе за существование и отличающихся определенной физиономией. В сельском хозяйстве различают по этому признаку естественные земельные угодия—болото, лес, луг, степь, пустыню, преобладание которых характеризует важнейшие физикогеографические зоны. Важнейшей особенностью каждой растительной формации является сложность ее видового состава, многочисленность компонентов, частью однотипичных по своим вегетационным свойствам и требованиям, частью, напротив, довольно резко расходящихся друг от друга в этом отношении. Варминг различает четыре основные группы растительных сообществ, резко различающие по своим вегетационным свойствам, а именно: 1) **гидрофитную** растительность, приспособленную к избытку влаги или к обитанию воды; 2) **ксерофитную** растительность, населяющую наиболее сухие почвы и скалы; 3) **мезофитную** растительность, приспособленную к средним условиям влажности и 4) **галофитную** (солончаковую) растительность, выносящую избыток солей в почве. В свою очередь по степени развития и сложности состава упомянутые группы разделяются Вармингом на следующие пять форм и ярусов: 1) сообщества **слоевцовых и мхов** (водорослей, лишайников и мхов), составляющие простейшую форму и самый нижний ярус более сложных растительных форм; 2) сообщества **травянистой** растительности (прерии, луга, степи), обыкновенно распадающиеся на несколько ярусов (водоросли, мхи, злаки, высокие травы); 3) сообщества **полукустарников** и карликовых кустов (как вереск, черника), состоящие тоже 2—3 ярусов (в том числе травянистой растительности); в 4) сообщества **кустарников,** состоящее из предшествующих сообществ с участием более высоких деревянистых растений и, наконец, 5) **лес,** представляющий высшую ступень развития и наибольшее разнобразие растительных форм, при чем деревья, в свою очередь, иногда разделяются на несколько ярусов (в тропических лесах), а под деревьями находят себе приют еще четыре яруса сообществ (кустарники, подлесок из полукустарников, травы и мхи).

Чем больше разнобразие растительных форм, тем полнее сообщество использует свет, тепло, влагу и плодородие почвы и, вместе с тем, выше и устойчивей производительность почвы.

Естественное восстановление плодородия почвы достигается в природе, главным образом, по трем причинам: во 1) для питания растений используется не только поверхностный слой почвы, но и подпочва, при чем глубина корнеобитаемого слоя возрастает вместе с числом ярусов растительного собщества или высотой растительности, во 2) все питательные вещества, извлеченные из почвы, ежегодно почти полностью возрвращаются обратно, благодаря постоянному отмиранию растений и периодическому сбрасыванию листьев и в 3) вместе с отмершими растениями и листвой почва обогащается большим количеством органического вещества, которое при своем разложении образует большое количество перегноя и растворителей минеральных веществ, в форме углекислоты, азотной, серной кислоты и аммиака. Перегной и растворители являются самыми могучими факторами улучшения физических свойств почвы и усиления химизма почвы, а также оживления микробиологических процессов, — и в действительности мы наблюдаем в природе,—при отсутствие разрушительной деятельности человека и животных — не истощения, а постепенное обогащение почвы, накопление капитала почвенного плодородия, который не может быть использован естественной растительностью. Только подзолообразовательный и торфообразовательный процессы влажных и холодных климатов тундровой и таежной зоны приводят к постепенному ослаблению и вымиранию высших растений, но, вместе с тем, эти же процессы создают целые залежи тех материалов, которые являются наиболее действительными средствами для коренного улучшения почвы, а именно: залежи торфа, гипса и мергеля или известняков, не говоря уже о железных рудах, как болотная руда, бурый железняк и ортштейный,—содержащие наряду с железом большое количество фосфора, который при переработке этих руд легко может быть использован для удобрения в форме так называемого томасшлака.

На первой стадии хозяйственной деятельности человека вмешательство его в созидательную работу растительного царства выражается в пастьбе домашних животных. И эта пастьба сразу нарушает то равновесие между процессами истощения почвы и обогащения ее за счет новообразованного органического вещества, которое обеспечивает в природе—не ослабевающую, а напртив, постоянно прогрессирующую производительность почвы. В результате вмешательства человека—в период пастушеского быта—цветущие степи и луга превращаются в скудные пастбища, и эта скудость подавленной растительности вынуждает человека распространять все дальше и дальше свою разрушительную деятельность и не позволяет ему приобрести прочную оседлость, даже при самых примитивных жизненных потребностях и почти полном отсутствии производства на сбыт. Забрасывая использованные угодия, человек расчитывает единственно на целительные силы самой природы; и действительно, с течением времени природа восстанавливает, если не прежнюю могучую растительность девственной степи или целинного луга, то все же растительность залежей и облогов, которая постепенно укрепляет производительность почвы и позволяет человеку вновь с выгодой использовать ее для культурных целей. По мере того, как исчерпываются свободные нетронутые площади угодий, пригодных для подножного содержания животных,—и, вместе с тем растут потребности умножающегося населения,—животная пища кочевников

с тем, растут потребности умножающегося населения,—животная пища кочевников постепенно в значительной мере заменяется растительной и на ряду с пастбищными угодиями создаются два новых угодия—сенокосных лугов (для заготовки зимних запасов корма) и пашни (для заготовки растительной пищи). С образованием сенокосных и пахотных угодий и соответственным сокращением пастбищ,—связан переход к оседлой жизни и земледельческому быту. Но в начале этой стадии хозяйственной эволюции естественные кормовые угодия все же во много раз превосходят площадь пашни и прежний способ восстановления плодородия почвы—при помощи залежи или перелогов сохраняет свое значение, так как иного способа при достаточном земельном просторе и недостатке рабочей силы—и нет возможности применить с тем техническим и экономическим эффектом. Соотношение между площадью пашни и кормовых угодий или залежи определяется в начале естественными процессами восстановления растительности, но так как полное восстановление целинной растительности требует нескольких десятилетий и с течением времени, по мере ухудшения почвы примитивной полевой культурой, становится все более и более недостижимой задачей,—площадь пашни начинает расти, не сообразуясь с длительностью этого процесса, а потому—цель восстановления плодородия все более и более отдаляется, переложная система хозяйства становится все менее устойчивой и выгодной, вследствие чего выдвигается необходимость не только более регулированного пользования земельными угодиями, но и в применении новых средств восстановления почвенного плодородия—в виде паровой обработки и навозного удобрения.

Наиболее интенсивной формой переложного хозяйства является современное сибирское двуполье, при котором распаханная площадь используется ежегодно лишь на половину, так как посевы хлебов чередуются с паром, и после ряда лет, когда и паровая обработка не в силах восстановить плодородия и поддержать урожаи хлебов на уровне, соответствующем стоимости обработки, пашня забрасывается под многолетнюю залежь, которая вновь распахивается лишь после того, как покроется растительностью целинной степи или лесом. В зависимости от характера почвы и плотности населения, периоды залежи и двуполья продолжаются весьма различно, но все же периоды залежи с течением времени сокращаются, а периоды двуполья, напротив, удлиняются, при чем, в случае тощей почвы, усиленная обработка в пару сопровождается еще навозным удобрением.

Итак, паровая обрабтка исторически явилась коррективом недостаточно продолжительной залежи, а потому должна была служить, главным образом, для истребления дикой сорной растительности, составляющей наиболее опасное препятствие примитивной полевой культуры. Полное истребление многолетней растительности естественных травяных сообществ создавало именно эту опасность засилия однолетних и двулетних сорняков, а потому и вызывало необходимость в усиленной борьбе с этими сорняками путем обработки, и введение пара в этом отношении являлось средством наиболее действительным и простым, вполне доступным даже в примитивной стадии земледелия. Пока земля находилась в избытке, можно было вводить пар перед каждым хлебным посевом, но со временем пар стал вводиться исключительно перед озимыми посевами и, таким образом, вместо двуполья созда-

лось трехполье. Обе формы примитивного земледелия существовали долгое время, да и в настоящее время существуют в России на ряду с переложной системой хозяйства, так как при отсутствии удобрения ими не достигается того восстановления плодородия, вернее, того физического состояния почвы, которое являлось результатом залежного процесса. Но сохранение залежей, очевидно, было возможно только при большом земельном просторе, на окраинах России, в условиях экстенсивного хозяйства, при малой населенности и неблагоприятных природных условиях. В более заселенных местностях Европы уже в течение нескольких веков залежная или переложная система заменена более интенсивными системами—травопольной и паровой. Наиболее естественным казался бы переход от залежной системы к травопольной, в виду того, что в этой последней, при помощи искусственного посева трав, сокращается период восстановления многолетних травяных сообществ и достигается та же цель, но травопольная система требовала применения таких совершенных технических приемов земледелия, которые не были известны и доступны примитивному хозяйству, а потому в истории Европы мы встречаемся с менее совершенной формой травопольной системы, а именно **с выгонным** хозяйством, которое получило широкое развитие преимущественно в странах с влажным и теплым приморским климатом, благоприятствующим росту дикой травянистой растительности, даже при условии пастбищного пользования. При выгонной системе заброшенные пашни сами собой покрываются дикими травами и старание земледельца направлено лишь к тому, чтобы поддержать рост этих трав умелым пастбищным пользованием и сохранением почвенного плодородия в период полевой культуры, сравнительно непродолжительной. Но в большинстве случаев почвенные и климатические условия не обеспечивали естественного возобновления травяного покрова после нескольких лет хищнической полевой культуры, а потому вместо выгонной системы в истории всех земледельческих стран наибольшее развитие получила паровая система земледелия, при которой плодородие поддерживалось частыми перерывами посевов ради паровой обработки и отдыха. Наиболее распространенной в Европе формой этой системы явилось трехпольное хозяйство, с паром, предшествующим озимому посеву, и только на крайнем юге (в Италии, Испании, Греции), где возможна озимая культура и без паровой обработки, или на крайнем востоке (в Сибири), где озимая культура вообще невозможна или, во всяком случае, менее выгодна, по сравнению с культурой яровых хлебов,—там удержалось двуполье, в первом случае со сменой—озимь—яровое, во втором случае—со сменой ярового с паром, при чем паровая обработка южной окраины производилась в промежуток между посевами, в течение холодного сезона, допускающего там полевые работы в период зимнего покоя растений, да и между уборкой яри и посевов озими, производимыми в течение зимних месяцев.

Паровая обработка сама по себе, однако, не была в состоянии поддерживать урожаи хлебов на высоком уровне, и потребовалось очень рано введение навозного удобрения, которое накоплялось в достаточном количестве, благодаря обилию естественных кормовых угодий, и продолжительному стойловому содержанию животных в течение холодной половины года. К началу 19-го века земледелие европейское достигло такого состояния, при котором даже навозное удобрение оказывалось в связи с паровой обработкой недостаточным средством для поддержания урожаев на прежнем уровне, главным образом, потому, что с сокращением естественной кормовой площади и с падением ее производительности (от форсированного пастбищного пользования) навоза накоплялось недостаточно и необходимо было изыскивать, с одной стороны, новых способов увеличения кормовых запасов, а с другой—новых способов поддержания плодородия, кроме навозного удобрения и паровой обработки.

В это именно время и появились в Европе первые начатки современного учения о плодосмене.

Отцом плодопеременного хозяйства в сел.-хоз. литературе принято считать германского с.-х. писателя Альбрехта Тэера, но сам он в своем классическом сочинении: «Основания рационального сельского хозяйства», вышедшем в 1810 г., вскоре после открытия Меглинской с.-х. академии, признается, что к усовершенствованной плодопеременной системе он был приведен не столько изучением английского хозяйства, сколько ревностным стремлением к проведению системы Шубарта, сел.-хоз. писателя Австрии, уже во второй половине 18-го века горячо пропагандировавшего уничтожение пара, полевую культуру клевера и стойловое содержание скота и за свои крупные заслуги получившего от австрийского императора дворянское достоинство и прозвание «фон-Клеефельд» (клеверное поле).

Отдельные элементы плодосмена, несомненно, были известны хозяевам передовых стран и значительно раньше Тэера и Шубарта; так, например, римское земледелие, как известно, основывалось на полевом возделывании многих бобовых—многолетних и однолетних, не только на корм и пищу, но и на зеленое удобрение; затем в английском и нидерландском сельском хозяйстве уже в течение 18-го века широко применялись полевые посевы клевера, бобов, картофеля и корнеплодов, но все эти практические приемы не были достаточно глубоко оценены и освещены теоретически, и только Тэеру впервые удалось собрать разрозненные факты эмпирического опыта всех времен и всех народов и дать стройную теорию плодосмена, которая тотчас приобрела в Германии горячих сторонников и последователей.

Тэер связал теорию плодосмена с своей гумусовой теорией питания растений и довольно полно и правдоподобно осветил значение культуры так наз. улучшающих почву растений, плугопольных и кормовых трав, измеряя полезное их действие количеством производимых ими кормовых средств, или навоза и пожнивных остатков. С половины 19 века Ю. Либих, основатель минеральной теории, пытался об'яснить благотворное действие плодосмена с совершенно иной точки зрения, приписывая его различию в составе зольных элементов и разделяя растения на кремнеземистые, известковые и поташные. Тем не менее, он не признавал в плодосмене средства для длительного поддержания плодородия почвы и видел такое средство единственно в полном возврате минеральных веществ в виде удобрительных материалов и, главным образом, искусственных минеральных туков. Несмотря на то, что воззрения Либиха на питание растений ближе соответствовали действительности, однако же в вопросах сельского хозяйства он был далек от той здравой оценки, которая были присуща творцу агрономии А. Тэеру и именно в отношении плодосмена Тэеру принадлежала точка зрения гораздо более приближающаяся к современным воззрениям, нежели у Либиха.

II. УЧЕНИЕ А. ТЭЕРА О ПЛОДОСМЕНЕ.

Большой интерес представляет и поныне учение о плодосмене в изложении самого Тэера и в дальнейшем мы приводим наиболее важные соображения из его сочинения, переведенного на русский язык в 30-х годах С. А. Масловым. Из того, что писал о плодосмене А. Тэер, видно, что в то время, сто лет тому назад, были известны почти все элементы плодосмена, употребительные в современном хозяйстве (за исключением разве зеленого удобрения мотыльковых и некоторых подсевных культур), но под плодовременным хозяйством понимались преимущественно наиболее сложные и наиболее совершенные формы плодосмена, представлявшие сочетание по возможности всех важнейших улучшающих почву приемов и культур. В настоящее время мы понимаем плодосмен в более широком смысле, заимствуя это понятие не из экономики сельского хозяйства, а из биологии или экологии растений, распространяя это понятие не только на культурные растения, но и на все дикопроизрастающие виды и сообщества растений.

И с такой более широкой точки зрения все системы и формы земледелия могут быть рассматриваемы, как различные типы плодосмена, достигающие восстановления плодородия с различной быстротой и с различным совершенством. Учение о плодосмене изложено во второй части сочинения А. Тэера в связи с вопросом о количестве кормов и скота, необходимом для навозного удобрения. Опуская эти соображения, относящиеся скорей к вопросам организации хозяйства и удобрения, приведем характеристику плодопеременной системы словами самого А. Тэера (в переводе С. А. Маслова), начиная с § 355 (II том, стр. 137—180) и опуская также все примечания Н. К. Муравьева и Е. Крюда.

§ 355. «Еще в древние времена любопытные наблюдатели сельского хозяйства и садоводства сделали замечание, что земля приносит несравненно превосходнейшие плоды, если не производит одинаковых сряду по два раза, и что, смотря по роду и по свойству почвы, один плодосмен бывает выгоднее другого.

Когда хозяева почитали нужным ограничить возделывание некоторых особенных, или известного рода растений, то исстари признавали необходимым, по снятии нескольких жатв, давать земле отдых, дабы она имела время собрать питательные силы, свойственные сим растениям, хотя унавоживание и возделывание ускоряют приготовление сих питательных соков, но сего недостаточно: нужно еще и время, дабы и сама натура тому содействовала. Нет сомнения, что огородник, часто применяя растения одно после другого, не имеет нужды давать земле отдыха; но обыкновенный земледелец, занимающийся произведением зерновых хлебов одной только породы, должен давать земле несколько времени для отдыха, сколь бы изобильно, впрочем, он ни унаваживал ее. В тех местах, где усовершенствование земледелия возвысило ценность земли, легко усмотрели, что разность сия происходит не от различного применения законов природы к земле полевой и огородной, но единственно от того, что огородник, лучше возделывая землю, наблюдает еще и плодосмен.

Земледелие древних народов было основано на сем правиле опытности, и доведено ими до такого совершенства, что они часто, в продолжение одного года, собирали по две жатвы с одного поля. Римляне знали, сколь полезно тщательно возделывать и подвергать влиянию воздуха и солнца землю, назначенную для произведения пшеницы, ячменя, овса и тому подобных зерен; но они знали также что:

Mutatis quoque requieseunt fructibus arsva—
Nes uulla interea est inaratae gratia terrae*)

Но возник вопрос: «какого рода посевы и после каких с наибольшею выгодою могут следовать, и какие растения лучше приуготовляют землю для последующих за ними?» Тем затруднительнее было решение этой задачи, что при сделанных опытах последствия оказались не одинаковые, ибо однообразию оных препятствовало различие почвы и климата. Еще во времена младенчества естественной науки старались теоретически разрешить сей вопрос посредством аналогии и выводов, и для сего предложили решить следующее: «различные растения требуют ли для своего питания различных питательных веществ, дабы выработать из оных свойственные каждому соки, и по сему: должны ли находиться в почве сии особенные питательные вещества, дабы растение с успехом в оной произрастало?» Рассмотрение сего вопроса, таким образом предложенного, требовало многократных наблюдений и опытов, и вопрос, как и должно было ожидать, решили тем, что каждое растение не имеет нужды в особенных, ему одному свойственных, питательных веществах, но что оно питается соками разных туков, служащих к питанию всех растений вообще, из коих каждое, посредством своих органов, превращает сии соки в свойственную ему пищу.

В одной и той же глыбе растут растения, имеющие совершенно противоположные свойства: самые ядовитые и острые с самыми полезными и для вкуса приятными, находясь вместе, они друг у друга отнимают питание, чего бы случиться не могло, если бы для каждого из них требовалась особенного рода пища.

Действительно, все растения, все части и соки оных составлены из одних и тех же веществ. (Сие открытие, однакож, сделано в новейшие времена). Все они состоят из углерода, кислорода и водорода с некоторою примесью селитророда, который, впрочем, не во многих оказывается в ощутительном количестве. Кроме сего, растения содержат в себе небольшое количество земли и поташу, а некоторые из них содержат еще серу и фосфор. Если только растения не получают сих составных частей непосредственно из атмосферы, то все они должны находиться во всякой плодоносной земле; различное же соединение сих веществ в разных количествах и до бесконечности разнообразные в произведениях растительных происходят от разного устройства органов каждого рода растения.

Из сего многие вывели такое заключение, что «почва, содержащая в себе довольно питательности для произведения одного рода растений, должна иметь

*) При перемене плодов поля также отдыхают, а между тем, вы не платите за невозделанную землю.

оную и для других родов, и что одно только физическое свойство почвы делает сию питательность, или плодоносие, более благоприятствующею одному, нежели другому растению».

§ 356. Но даже и одной теории достаточно уже для доказательства основательности противного мнения, то есть, что растения содержат и должны содержать в себе питательные вещества в разных количествах. По всей вероятности, корни растений имеют особенную силу и как бы некоторое чувство выбора, посредством коих они всасывают и выбирают для себя простые питательные вещества в той соразмерности, в какой требует сего их натура; но для совершенно успешного произрастания их нужно еще, чтобы в сфере действия их и самые вещества сии находились в приличной для них соразмерности, а, может быть, и в некоторых уже соединениях, им приличных. Если сей соразмерности не находится, если некоторые из веществ, хотя и имеются, но в малом количестве, да еще и в таких соединениях, коих деятельность растительной жизни должна прежде разрушить, чтобы потом присвоить из них нужную для растения часть, тогда оно растет не столь бодро и не столь сильно. Если в почве находятся все потребные для растения вещества, но в недостаточном количестве, тогда растение принуждено, посредством своих корней, отыскивать их в дальнейшем расстоянии и в долгайшее время для присвоения оных себе по мере надобности.

Довольно вероятно также, что иногда вещество, нужное, впрочем, для растения, может находиться в почве в столь великом количестве, что растение, через меру напитанное оным и как бы лишенное чрез то других веществ, ему потребных, ослабевает в произрастании своем.

Сим образом можно из'яснить, почему однородные растения, ежегодно на одном месте обрабатываемые, не достигают своего совершенства, хотя почва содержит в себе все для них потребные вещества, и почему снова они достигают сего совершенства, когда почве дан был отдых, или когда посеву оных предшествует, на той же земле, посев и сбор растений другого рода. Можно даже думать, что другое растение, требующее для своего питания простых веществ в обратной соразмерности, чрез самое поглощение оных, восстановляет в них ту соразмерность, какая приличка растениям, на той почве переставшим хорошо родиться, и которые после сего снова начинают хорошо произрастать на ней, именно от того, что предшествовавшие оным растения поглотили из почвы часть питательных начал. Конечно, и растение, возделываемое между двух других однородных посевов, вынимает из земли соки, но в другой соразмерности. Хотя и при такой перемене разного рода посевов можно совершенно истощить почву, так что она сделается неспособною к произведению всех родов растений; но сие не столь скоро случается, как тогда, когда она ежегодно занята растениями одного рода.

357. Нет сомнения, что если на одной и той же почве произрастает вместе несколько родов растений, то ни одно из них не доставит столь великого урожая, какой оно дало бы, если б одно только занимало землю; ибо не говоря о пространстве, какое каждое растение отнимает у других на поверхности и внутри земли, каждое из них берет себе несколько из питательных веществ, потребных для всех растений, и отнимает оные у ближайших к себе.

Но обратимся к опыту. Все искусные огородники и многие земледельцы единогласно утверждают, что выгодно возделывать некоторые растения вместе одни с другими, и что посредством сего получается урожай каждого из них, по соразмерности, больший, нежели какой получился бы от возделывания тех растений на разных местах.

Там, где огородное искусство достигло совершенства, часто на одной гряде возделывается пять и даже шесть разных растений; и общее мнение огородников, основанное на опытности, утверждает, что наем земли, унавоживание и труды не могли бы никак быть щедро оплачены, если бы каждое растение было возделываемо порознь от других. Величайшее искусство огородников, содержимое ими в тайне, и в коем они стараются друг друга превзойти, состоит, по собственным их словам, в благоразумном выборе сих растений.

Во многих странах выгода от совокупного возделывания растений была признана и применена к возделыванию полей. Стручковые растения: бобы, горох, или горошек, посеянные вместе с хлебными: с яровою рожью, овсом, или ячменем, дают обильнейший урожай, нежели какой бы дали посеянные порознь, разумеется, на том же пространстве земли. Так, с давнего времени заметили, что стручковые растения, посеянные в хлебных на такой жесткой и крепкой почве, на которой они одни не могли бы расти, приносят хороший урожай, не делая ощутительного вреда урожаю хлеба, с ними посеянного. Также, по общему замечанию опытных земледельцев, озимая пшеница, посеянная вместе с рожью, родится удачно на таких полях, на коих она одна не могла бы родиться; замечено даже, что урожай пшеницы, таким образом посеянный, бывает обильней, нежели когда б она была одна посеяна; сия смена семян дает удачный урожай и на пшеничном пожниве. (Stoppel), на коем, как по опыту уже известно, одна пшеница не может родиться, хотя бы почва для того была и способна.

Итак, самый опыт оправдывает то предположение, что посредством посева других растений между хлебными, восстановляется соразмерность в питательных веществах, потребных для произведения зерновых плодов. Мы уже выше упомянули, что пшеница, высеваемая на пшеничном пожниве, никогда не бывает удачна; она худо также родится и после ячменя, исключая того случая, когда земля особенно тучна, и ячмень был на ней высеян для уменьшения сей тучности. Рожь после ржи родится удачна, однакож, зерновой урожай (второй жатвы) бывает значительно меньше; но если между двух таковых посевов помещен будет посев одного из растений, принадлежащих к классу двоебратных (Diadelphie), как-то: гороха, вики, бобов или дятлины (клевера), то последующая за ними жатва совершенно удастся, даже часто превосходит первую, буде стручковые растения были скошены зеленые, или второй покос дятлины запахан. Сии и подобные опыты столь известны всякому наблюдательному хозяину, что нет нужды приводить других примеров и распространяться о сем предмете, тем более, что я буду о нем говорить в статье о возделывании каждого рода растений в особенности.

§ 358. Возделывание огородов представляет много примеров, что земля, прежде неспособная к произведению известных растений, очень еще может годиться для произведения других.

Унавоженная земля в грядах, употребленная однажды, напр., под дыни, никак опять для них не годится, пока не пролежит несколько лет под влияниями атмосферы и вновь не будет унавожена. Но на ней же хорошо могут расти: турецкие бобы, салаты и прочие овощи. Цветы, разводимые для удовольствия, как, напр., гвоздики, требуют частой перемены земли в горшках, в коих они посеяны, несмотря на то, что она изобиловала бы питательными соками; потому цветовод никогда не употребляет для растений земли, в которой сидели растения того же рода. Также не годится сажать и молодые плодовые деревья в такую землю, в коей уже и прежде сидели подобные того же рода. Вообще, принято за правило, чтобы для рассадников или школ всякий раз переменять места.

Хотя Эйнгоф и я многократно принимались делать опыты над изменениями, происходящими в перегное (humus) от беспрестанного возделывания на одном и том же месте одного рода растений, до совершенного истощения сего тука в почве; но никогда не удалось нам довести опытов своих до окончания, ибо их должно производить на открытом воздухе, а подобные опыты сопряжены с крайними неудобствами и такими препятствиями, кои преодолеть можно при беспрерывном только внимании.

Действительно, трудно избежать различных случайностей, кои в одну минуту разрушают многолетние труды и не позволяют получить верных результатов. Средством к сему могло бы быть только учреждение сада, хорошо загороженного и назначенного единственно только для опытов, и в котором уже не было бы ни птиц, ни насекомых.

§ 359. Вообще, замечено, когда урожай какого-либо растения бывает вовсе неудачен, или плох, не от истощения или от другого недостатка почвы, но от постороннего обстоятельства, то того же рода растение, в последующий год, на том же месте, дает хороший урожай,—по крайней мере лучший, нежели какой бы можно было получить, посеявши оное на его пожниве. Напротив, урожай какого-либо растения, посеянного на пожниве, приличного оному, предшествующего посева, бывает тем лучше, чем пожниво было сильнее, как, напр., пшеница после дятлины или после бобов; следовательно, всякое растение, посеянное два году сряду на одной земле, тем хуже бывает во второй раз, чем изобильнее родилось в первый; и совсем другое бывает, если два года сряду сеют разнородные растения. Итак, растение, от сильного урожая истощительное для самого себя, не таково может быть для другого растения и может даже содействовать обильнейшему урожаю оного.

§ 360. Образование зерна и мучных веществ в растении производит, повидимому, наибольшее истощение в почве. Когда же растения скашиваются и убираются зелеными во время цвета и сильнейшего оных произрастания, тогда они мало или вовсе не извлекают из почвы питательных соков, а, напротив того, кажется, что в некоторых отношениях еще улучшают оную. Внимательный наблюдатель с каждым днем может приобретать новые доказательства сей истины.

Недознано еще: извлекает ли растение из почвы большее количество питательных соков, преимущественно же углерода, в то время, когда созревают на оном семена; но то известно, что во время созревания все слизистое вещество (mucilage) целого растения исчезает, и оно обращается в волокнистую солому. А потому большая разница в том: остается ли на поле, после уборки, тучное пожниво в стеблях, или только сухая солома; а корни пожнива, сохраняя силу и деятельность жизни, привлекают ли в землю углекислый газ или нет?

Действие остающихся в земле корней весьма ощутительно в шпергеле; скошенный зеленым, он приметно улучшает почву, но когда его вытеребливают с корнем, что иногда делается, то земля, по мнению некоторых, сильно от сего истощается. Может быть, и лен весьма истощает почву именно от того, что его теребят. Впрочем, факты сии так известны, что не нужно останавливаться на тех сомнениях, кои с некоторого времени старались возбудить по сему предмету охотники до споров.

§ 361. Не позволю однакоже себе утверждать, подобно некоторым, будто бы всякое растение, которому воспрепятствовано образовать зерна, не отнимает ничего у земли.

Все имеющие мясистые корни и все корнеплодные растения, как бы накопляют в главных своих корнях запас питательных соков для стеблей, долженствующих из них выйти в следующий год; корни сии суть как бы некоторый род хранилища, из коего в следующую весну двухлетние растения должны извлекать соки, нужные для принесения цвета.

Нет сомнения, что если б корни сии были оставлены в земле, то они доставили бы оной сильнейшее удобрение, что уже и доказано опытами и испытаниями, деланными в большом виде.

Но поелику корни сии выкапываются из земли, то чрез сие необходимо отнимается у нее часть питательных соков, хотя вместе с тем земля и получает механическое улучшение посредством обработки, производимой около корнеплодных растений, чрез что они с величайшею пользой служат приготовлением для последующих жатв.

Если же от растений, имеющих мясистые корни, каковы, напр., некоторые торговые растения, оставляются в земле и корни и стебли и часть листьев, то чрез сие возвращается оной часть соков, поглощенных ими во время произрастания.

§ 362. Растения, покрывающие землю густыми и рыхлыми листьями, производят в почве химическое изменение и взаимное оной воздействие на составные части атмосферы.

В густой тени гороха, кормовых горошков и тучно растущей дятлины происходят разные соединения между газами, исходящими из растений, и частицами почвы; соединения, существование которых хотя нами и открыто, но еще весьма несовершенно познано.

Одного обоняния достаточно для удостоверения себя в присутствии удушающего воздуха под листьями сих растений. Ветер не может свободно рассевать сих

газов и испарений; свет их не разлагает и они остаются постоянно почти при одной температуре; посему-то, тотчас по скошении вышеупомянутых растений, если они росли тучно и изобиловали листьями, почва под ними бывшая, даже самая плотная, оказывается рыхлее и дробнее от произошедшего в ней брожения. Поверхность ее с виду чернеет; сорных трав в ней не оказывается, а в первые дни видны только стебли и земля: но вскоре земля сия начинает покрываться сорными травами, а через это и доказывает, что она напиталась количеством питательных веществ, достаточным для произведения новых растений. — Посему-то и должно, убравши скошенное растение, немедленно землю вспахать, чтобы она не успела зарасти сорными травами и чтобы воспользоваться тогдашнею ее рыхлостью.

Совсем другое бывает после хлебной жатвы: поверхность почвы крепчает, бывает суха и со всем тем засорена травою так, что нужно несколько раз ее перепахать, чтоб она снова сделалась способною к будущему произведению хлебных жатв. Долгие, веретенистые корни, действуя химически, действуют также и механически, особенно с наибольшею выгодой в землях плотных и глинистых; лишенные жизненной деятельности, но еще не разрушенные, они образуют трубки, посредством коих почва остается рыхлою и получает влияние атмосферического воздуха; следовательно они делают ненужным частое перепахивание земли и возможным посев на земле, однажды вспаханной.

По опытам всех хозяев можно полагать, что стручковые растения, принося спелые и питательные семена, мало похищают из земли силы так, чтобы не возвратить ей оной иным образом; даже, хотя бы и не принято было мнение, что они требуют питательных начал в различной соразмерности.

Если же стручковые растения сии будут скошены до образования зерен, то действительно они утучняют землю и делают ее способною к принесению таких жатв, к коим она прежде не была способна; но сие может быть в том только случае, когда стручковые растения расли сильно и густо, в противном же не только не улучшают они земли, но еще портят ее, ибо делают ее жестче. Посему-то и должно стручковые растения сеять на поле, вновь унавоженном, сильном, или, по крайней мере, на почве, особенно для них способной, такова, напр., глинистая с примесью извести.

Как урожай оных не всегда бывает удачен, то дальновидный хозяин, предвидя неудачу, не должен жалеть употребить их для сырого корма, или запахать.

§ 363. Растения, называемые нами плугопольными или корнеплодными, кои мы включаем также в число промежуточных, улучшающих почву, хотя и отнимают у нее часть питательных соков, а потому и требуют, чтобы под них клали навозу более, нежели сколько бы нужно было для земли, когда бы она, вместо того, осталась под пустым паром; но посредством обработки земли, удобно производимой около плугопольных растений, буде употребляются для сего приличные орудия, засев поля сими растениями с большею выгодою заменяет пар, при чем и работы нужно производить менее, нежели сколько потребно для обрабатывания пустого пара, а между тем не опускается ни одной из доставляемых паром выгод, как-то: размягчение почвы, открытие ее влиянию воздуха, смешение составных ее частей, истребление сорных трав и даже, если нужно, прибавление новой земли

из нижнего слоя к пахатному. Доставляемый же корнеплодными растениями скотский корм, или лучше сказать, получаемый от них навоз, вдвойне вознаграждает за то количество питательных соков, какое они похищают у земли. Если корнеплодные растения дают откармливаемой скотине, содержимой в загородках на самом том поле, где они растут, как то делается в Англии, то получаемое при сем удобрение равняется сильнейшему унаваживанию. Когда англичане говорят о многолетних севооборотах, у них употребительных, в продолжение коих на поля навозу не вывозится, то должно разуметь, что в числе растений, засевыемых между хлебными жатвами, находятся корнеплодные, потребляемые так, как выше сказано. Хотя сей способ кормления не согласуется с хозяйственной бережливостью, но он имет ту выгоду, что при нем откармливаемая скотина отплачивает за наем земли и за употребленную работу; между тем, как обработка мертвого пара, вводя в немалые издержки, не приносит никакого дохода.

Корнеплодные растения, исключительно сюда принадлежащие, имеют то особенное свойство, что превосходно приготовляют землю под ячмень, и, по замечанию многих, даже лучше, нежели обрабатываемый мертвый пар; но урожай озимого хлеба после них бывает не столь удачен, что частью приписать можно и тому, что после них посев озимого запаздывает.

Однако ж, если между корнеплодными растениями и озимым хлебом будут посеяны растения стручковые, то последующий за ними посев озимого в том же севообороте приносит обильный урожай и без прибавления навоза.

Если же вместо корнеплодных растений сажаются рядами стручковые, особенно же на глинистой почве, бобы, для коих она преимущественно приличка, и если между рядами производится обработка земли кривою мотыгою, то после них урожай озимого бывает столь же удачен, как и после пару, и даже, по мнению некоторых, удачнее.

В графстве Кентском такая обработка бобов, посаженных рядами, почитается наилучшим приготовлением для пшеницы, которую в сем графстве сеют в весьма большом количестве.

Многие растения, приносящие хороший доход, в особенности же дикая капуста (solza), если ее пересаживают или сеют рядами, с выгодою может заменять бобы, когда хозяин имеет способ достаточно унавозить землю и изобилен скотскими кормами.

§ 364. Для истребления сорных трав весьма нужно учредить плодосмен в посевах растений, ибо некоторые хлебные породы более других благоприятствуют размножению известных сорных трав, не препятствуя их росту и не мешая им созревать; между тем, как другие не терпят подле себя сорных трав. Сие обстоятельство весьма заслуживает быть принятым к соображению при назначении севооборотов для земли, засоренной одною какою-либо породой сорной травы, для совершенного истребления коей из поля иногда достаточен бывает хороший выбор севооборота.

§ 365. Сии опыты и основания определяют правила, коих должно держаться при избрании севооборотов; но вместе с тем должно обращать внимание на

скотоводство и на скотские корма, как относительно к получаемой от того прибыли, так и в отношении к получаемому от них навозу.

Правило плодопеременной системы не требует, как то иные воображают, чтобы половина полей была исключительно занята кормовыми травами.

В самой Англии есть целые области, в коих плодопеременное хозяйство существует с незапамятных времен, и где не только не возделывают кормовых растений, но даже вся солома продается в городе, и скотины совсем не держат; ибо изобильно унавоживают поля свои тинистыми морскими растениями, покрытыми раковинами, прибиваемыми к берегу водою, кои там рачительно собирают. Жители областей сих преимущественно занимаются обработкою стручковых растений, с коих стручки продают они зелеными в Лондоне, и сеют их попеременно с хлебными продуктами.

Если правила плодопеременного хозяйства и требуют, чтобы значительная часть полей была занята кормовыми растениями, то сие для того единственно, что от изобилия в кормах зависит изобилие в навозах, от коих преимущественно зависит хороший урожай хлебных пород.

Пространство полей, занятых кормовыми растениями, должно быть определяемо по частным обстоятельствам каждого имения, преимущественно же по мере находящихся в нем постоянных лугов и пастбищ и по мере возможности доставать нужное количество навоза вне имения. Посему, в некоторых случаях, выгодно бывает держаться постоянно такого севооборота, в коем половина, $^2/_5$, $^3/_8$, $^3/_7$ полей заняты произведением кормов; а в других случаях достаточно бывает занять кормовыми растениями $^1/_4$, $^1/_5$, или $^1/_6$ часть всех полей, а прочие части употребить для произведения растений, поступающих в продажу, но не отступая от правил плодосмена.

§ 366. Польза плодосмена столь недавно еще сделалась очевидною, что многое остается неразысканным в законах и изменениях оного: хотя нет сомнения, что со времени приобретутся гораздо обширнейшие сведения о выгоднейшем плодосмене растений одного после другого. При делении по сему предмету опытов, никак не должно терять из виду различия почв, навозов и пахотных орудий.

Сверх того разнообразие в погоде, имеющее весьма великое влияние на количество и качество урожаев, не позволяет никак основать заключений на результатах одного года. Так, напр., в Магдебургском герцогстве заметили, что ячмень родится после моркови не столь удачно, как после других корнеплодных растений; но если после моркови сеется горох, то он бывает весьма обилен, а после гороху уже и ячмень родится весьма хорошо, даже без прибавления навоза.

Однако же, касательно растений и посевов для нас важнейших и наиболее употребительных, мы имеем довольно надежных опытов, могущих доставить нам правила для руководства, многие из оных были известны даже в древности, но на них не обращали довольно внимания.

Каждому известно, что два года сряду сеять одинаковой хлеб на одной и той же земле не годится, пшеница после пшеницы родится худо; также пшеница не

весьма удачно родится после ячменя, кроме того случая, когда земля слишком тучна, и сия неудача происходит не от недостатка приличной обработки, поелику пшеница родится хорошо после гороха и даже удачнее после овса, — нежели после ячменя, — хотя от овса земля крепнет более и хотя озимый ячмень (orge d'automne) поспевает так рано, что можно бывает троекратно перепахать из-под него землю для пшеницы,—но со всем тем нельзя получить после него хорошего урожая пшеницы.

По сей причине в Нидерландах после ячменя сеют всегда другого рода растения, как, напр., дикую капусту или бобы, а потом уже пшеницу или ячмень.— Что же касается до овса, то он может родиться удачно сряду несколько раз, особенно же на распаханных лугах (Sur l'herbage), на коих, даже до третьей жатвы сряду, урожай его возвышается. Правда, часто случается, что сеют рожь от ржи, но урожай второго посева всегда бывает плох, даже и в том случае, когда после первого урожая останется много неперепрелого навоза, и она по виду будет обещать хороший урожай.

Ячмень после озимого хлеба родится удачнее, нежели озимый хлеб после ячменя; но если между ними бывает промежуточный посев, то, по многим опытам, это случается наоборот.

Вообще можно сказать, что посев колосовых пород, сряду один после другого, никогда не доставляет столь превосходных жатв и столь изобильного урожая в зернах, какие получаются тогда, когда между ними производится посев других пород растений; по сей-то причине издавна там, где начали извлекать пользу из парового поля, за лучшее почтено сеять на оном не колосовые, а другие растения.

§ 367. Хотя истина сия очевидна, но немногие хозяева решились сделать изменение в севообороте, и вместо того, что сеяли прежде, например, в 4-польном хозяйстве: 1) озимой, 2) яровой и 3) горох, стали сеять: 1) озимый хлеб, 2) горох, 3) яровой хлеб и потом оставлять поля на год в пару; однакож, сии хозяева нашли великую прибыль от сего изменения и начали получать больше соломы и больше хлеба. Многие немецкие хозяева, в том числе хороший практик фон-Эккарт, в своем сочинении: «Опытное хозяйство» весьма близко подходил к мысли плодосмена, но ослепленные предубеждением, столь еще сильным в те времена, они не видели того, что было перед их глазами, а если и видели, то не хотели верить видимому, потому что это не согласовалось с принятыми мнениями.

Вёллнер и Гермесгаузен доказывали также преимущество плодосмена. Но хотя многие земледельцы узнали, что зерновые жатвы, сряду взятые, бывают удачны тогда только, когда они разных пород, и хотя они на словах соглашались с сею теориею, но в практике никто из них не отступил от трехпольного хозяйства.

Правда, что сему препятствовало и соблюдение трехпольной, издавна введенной, системы, сделавшейся законом; но в Германии были большие и малые помещики, которые свободно могли располагать своими полями и делать в них, что хотели.

И я к системе плодопеременного, усовершенствованного хозяйства доведен

был не размышлением и не через чтение английских сочинений о хозяйстве, но единственно случайно и по необходимости.

Как в Германии почтили меня названием отца сей системы, то не излишним почитаю рассказать, какие обстоятельства побудили меня к введению оной. Я был ревностный защитник дятлины и кормления скота на стойле, по системе Шубарта, почему и хотел непременно распорядиться хозяйством так, чтоб приходилось косить дятлину в третий год моего севооборота, то-есть в паровом поле; но это мне не удалось: поле заросло сорными травами, а посеянный после него, по однократной распашке, озимый хлеб был весьма плох, несмотря на то, что я клал под него навоз и что дятлина зимою была покрыта навозом же.

Для летнего кормления сырым кормом мне достаточно было небольшого поля (un champ mediocre), засеянного люцерною и плевелом (райграсом); но зимнего корма, по неурожаю дятлины, я совсем бы не имел, если б на тот год не помогло мне небольшое количество лупового сена и картофель с репою, посаженные на вспаханном люцерновом поле. Видя пользу от сих овощных растений, я вспахал часть земли, засеянной дятлиною, которая росла очень худо, и посадил на ней картофель; позднее вырывание оного и случившаяся сырая погода не позволили мне засеять земли из-под него рожью, как располагал я было сделать; почему и засеял я ее в следующую весну ячменем; а дабы не иметь недостатка в запасе дятлины, я посеял ее очень часто по ячменю, который взошел чрезвычайно хорошо, что тем более было удивительно, что его посеяли на таком месте, где он редко удавался и всегда был посредственен. В последующий за тем год я получил на сем месте превосходный урожай дятлины, между тем как дятлина, бывшая на другом поле, после второй хлебной жатвы, родилась плохо и заросла щавелем, несмотря на то, что ее покрывали зимою навозом.

По снятии одного ничтожного покоса сей дятлины, я троекратно перепахал землю и засеял рожью, а первой дятлины сеяли два укоса; землю из-под нее вспахали только однажды и также засеяли рожью, которая в последующий год оказалась несравненно лучше ржи, посеянной после дятлины, из-под коей земля троекратно была вспахана. Сей опыт решил меня в отношении будущего севооборота. Но я никак не полагал особенной важности в сем роде хозяйства, кроме того, что оно полезно было для меня, по частным моим обстоятельствам; напротив, я даже стыдился, что, быв последователем системы Пфейфера, Мейера, Гугемуса и Шубарта, начал сажать картофель и хозяйничать, как бедный огородник, мой сосед, который производил хозяйство свое почти тем же образом. Но поелику опыты их согласовались с моими, то и продолжал я держаться сего рода хозяйства, с тою только переменою, что для подвалки картофелю ввел я у себя в употребление Мекленбургскую соху, с некоторыми исправлениями оной, в каком виде она ныне введена в употребление для обработки картофеля почти во всей Германии.

§ 368. Спустя несколько времени после сего, попались мне в руки новые английские хозяйственные сочинения, в коих сей севооборот и подобные ему принимаются за основание хорошего земледелия; в них изложены правила, как заменять пар тщательною обработкою растений в рядах, и показано, что дятлина тогда только доставляет верный урожай и улучшает почву, когда посеяна на земле рыхлой и

очищенной посредством возделывания в паровом поле плугопольных растений и когда она будет расти густо и сильно, осеняя землю. При таковых только обстоятельствах, в сочинениях сих, признается дятлина растением, хорошо приготовляющим землю к посеву пшеницы, но на худом дятлинном поле сеять пшеницу почитают в Англии противным всем правилам доброго хозяйства, раз земле дан будет отдых или когда, оставя ее на год в пару, тщательно в продолжение оного будут обрабатывать.

Я за обязанность себе почел передать моим соотечественникам сию систему, равно и многие достопримечательные опыты англичан, дотоле нам неизвестные и согласовавшиеся с моими. Сначала предложил я их в Ганноверском магазине, а впоследствии в моем «Руководстве к познанию английского хозяйства».

Следовательно, сего рода севообороты называют не без причины английскою системой; хотя она принята была не во всей Англии, а в некоторых только графствах, но теперь она господствует в хозяйствах всех просвещенных агрономов, от коих более и более распространяется.

Отличное одобрение сей системы хозяйства в вышеупомянутом сочинении возбудило многих противников опорочивать ее, именно английское оной происхождение. Будучи не знакомы с политико-экономическими обстоятельствами Англии, они приписывали системе сей недостаток в хлебе, тогда там ощущаемый; несмотря на то, что все английские писатели единогласно утверждали, что недостаток в хлебе происходил: от умножения народонаселения, от трехпольного хозяйства, не переставшего еще быть господствующим, и к коему необходимы были обширные пастбища, а в некоторых странах Англии—от великого количества земли, оставляемой под лугами, коих не поднимают или кои слишком долго оставляют под пастбищем. Сии писатели наперерыв один пред другим старались доказать, что сему недостатку не иначе можно пособить, как введением в большее употребление плодопеременного хозяйства, поелику малое число графств, где оное усилилось, несмотря на малоземельность их, достаточно снабжали хлебом многочисленных жителей столицы, множество торговых городов и даже целые графства, коих обитатели занимались фабричною промышленностью, каковы, например: Норфолк и графство Ланкастерское.

Германские противники плодопеременного хозяйства говорили еще, что если плодопеременное хозяйство годится для Англии, где народ привык к употреблению мясной пищи, то, несмотря на сие, оно никак не соответствует потребностям народа, коего большая часть обыкновенно питается растительною пищею, ибо в сем хозяйстве половина полей должна быть обращена на содержание скота. Впрочем, сего возражения не могли делать те хозяева, кои держались выгонной системы; ибо и у них, по крайней мере, половина полей была употреблена для прокормления скота. Защитники трехпольного хозяйства ссылались на гораздо больший посев, какой можно производить в трехпольном хозяйстве, но и сие их доказательство нетрудно было опровергнуть; ибо, чтоб хозяйство их шло с некоторым успехом, потребны обширные луга и пастбища, и сверх того половина произведений, получаемых с хлебных полей, необходимо должна быть обращена ими не для пищи людей, но для прокормления рабочего, а отчасти и скотного (продуктивного) скота;

между тем как все количество хлеба, добываемое в плодопеременном хозяйстве, могло быть употреблено для пищи человеческой; поелику собираемые в оном скотские корма достаточны для прокормления и гораздо большего количества скотины. Сверх же того в половине полей, занятых в сем последнем хозяйстве произведением скотских кормов, производится также несколько зерновых жатв, как-то: гороха, кормового горошка или вики и рядами посеянных бобов и, наконец, как выше было сказано, посев многих торговых растений, требующих обработки во время своего произрастания, может при имеющемся в изобилии навозе быть введен в плодопеременный севооборот в числе посевов приуготовительных, не истощая земли.

§ 369. Два отличные писателя: Карбе, в сочиненном им «Введении к плодопеременному английскому хозяйству» и его светлость герцог Фридрих Гольштейн-Бекской в сочинении своем «О плодопеременном хозяйстве и о соединенном с оным содержании скота на стойле», из'яснили начала системы сей, применяя ее к нашему положению, и показали великие выгоды, какие могли бы получиться от всеобщего введения оной. Бесчисленные примеры заведенных хозяйств по плодопеременной системе встречаются ныне в Дании, Шлезии, в Маркте Бранденбургском, в Саксонии, во Франконии, в Вестфалии и даже в Курляндии и Эстляндии, и повсюду успех доказывает превосходство сей системы, хотя часто переход к оной от трехпольной иными производится слишком круто, и хотя полный и блистательный успех от нее может оказаться не иначе, как по вступлении во второй круг севооборота, к которому могли приступить еще немногие из хозяев.

Но и доселе многие имеют ложное понятие о плодопеременной системе, полагая, что в оной ограничено количество клиньев и что нельзя отступать от определенного порядка в посеве. Иные полагают, что с сим хозяйством необходимо соединено кормление скота на стойле, а другие—что оно нераздельно с пастбищем; между тем как хозяйство сие с успехом может быть соединено с тем и другим, доставляя, при содержании скота на стойле, неизменно изобильный корм, и при содержании скота на пастбище обеспечивая зимнее его продовольствие и умножая доход от скопного скота. Что же касается до числа клиньев, или числа лет севооборота и до соразмерности между количеством земли, употребленной под хлебные посевы, и той, которая обращена для произведения скотских кормов, то в сем хозяин может свободно распоряжаться и гораздо свободнее, нежели бы мог он то делать в хозяйствах выгонных, каковые заведены в Мекленбурге и в Голштинии; ибо назначение клиньев и занятие их разными растениями в плодопеременном хозяйстве зависит от местных обстоятельств и от цели, каковую предполагает себе хозяин.

Главнейшие выгоды плодопеременной системы суть следующие: 1) уничтожается пустой пар, а на месте его несколько лет обрабатываются для скотского корма или для продажи растения, сеемые рядами, между коих можно производить обработку плужками, конными мотыгами и скребками вдоль и поперек или только вдоль; сия обработка способствует к лучшему их произрастанию, а вместе с тем доставляет земле такую рыхлость, какая могла бы ей доставлена быть обрабатываемым паром; по крайней мере, я еще доселе не встречал столь упорной почвы, которая бы при обработке приличными орудиями между рядами плугопольных

растений, не могла приведена быть в такую же рыхлость и мягкость, какую доставила бы ей обработка пустого пара. Может быть, есть и такие земли, кои прежде, нежели будут подвержены плодопеременному севообороту, необходимо должны быть предварительно обработаны в пару; но если обработка сия будет тщательно произведена однажды, то впоследствии, конечно, никогда не нужно будет оставлять эту землю под пустым паром. Главное удобрение и все количество навоза, в распоряжении хозяина находящееся, вывозится на клин, назначаемый под корнеплодные или плугопольные растения. Для него не будет излишним навоз, сколь много бы его ни положили, даже и такое количество, какое для других растений было бы почти вредно; ибо в сем клину удобрение, вместе с обработкою земли, содействует взрыхлению почвы и истреблению зародышей сорных трав, в ней таившихся.

2) За корнеплодными растениями следует посев ярового хлеба, сколько потому, что поздняя уборка тех растений не позволяет благовременно после них посеять озимого хлеба, столько же и потому, что замечено, что на обыкновенных глинистых почвах урожай ярового после корнеплодных растений бывает лучше, нежели урожай озимого хлеба, и между тем после ярового остается в почве довольно еще плодоносных сил для произведения в последствии одной жатвы озимого хлеба. Яровое сие бывает: пшеница, овес или ячмень; чаще же употребляется ячмень, особенно двугранный и голый, Hordeum coeleste, nudum, коих урожай здесь бывает весьма хорош и неизменен. Если же земля окажется не довольно еще обработанною или, по причине сырости предшествующего лета, не довольно очищенною от сорных трав и слишком плотною, то в таком исключительном случае должно предпочтительно сеять мелкий четверогранный ячмень, поздний сев коего дает способ передвонть землю до его посева. Впрочем, такие повторительные паханья вообще столь мало нужны, что можно весь посев ярового хлеба произвести с помощью однократной или двукратной обработки **экстирпатором** и бороной; что составляет весьма важное подспорье в сие время года, когда в хозяйстве стекается множество работ, не терпящих отлагательства.

Многие опасаются, чтобы яровой хлеб, посеянный на столь удобренной земле, не повалился; но общий опыт может удостоверить, что такое опасение напрасно, если только взята осторожность, чтобы посев был сделан не слишком част, каковой в сем случае не только не приносит пользы, но еще вредит. Глубокое паханье земли под картофель препятствует вылеганию хлеба, после него посеянного: впрочем, должно заметить, что такое глубокое паханье может быть допускаемо в том только случае, когда землю приготовляют под корнеплодные растения, коим глубокие паханья нисколько не вредны, ибо способствуют к поправлению выворачиваемой новой земли.

3) Должно держаться главного правила: чтобы никогда две колосовые жатвы не следовали непосредственно одна за другою, но чтобы между ними всегда находился посев растения другого рода. Разве когда севооборот приходит к окончанию, и поле вскоре должно быть занято корнеплодными растениями; в таком случае нельзя опасаться, что земля окрепнет и засорится дурными травами.

Выбор растений для промежуточных посевов зависит от количества клиньев и

от потребностей хозяйства; таковые растения могут быть: дятлина, стручковые плоды, масляные и прочие, не принадлежащие к породе колосовых.

4) Необходимо требуется, чтобы дятлина была посеяна на земле, совершенно очищенной, тщательно обработанной и хорошо унавоженной. Ее преимущественно сеют в яровом хлебе, посеянном после корнеплодных растений, и снимают в третий год от начала севооборота. В таковом случае редко бывает она неудачна, если только посеяна, как должно, и так глубоко проникает своими корнями глубоко вспаханную землю, что не может нисколько потерпеть от суровости зимы. Говорят, без сомнения, на основании опыта, что земля утомляется произведением дятлины, но в сем разе это оказывается несправедливым; поелику двадцатилетние опыты доказали, что хотя посев оной возвращался на землю через каждые четыре года, но, несмотря на сие, урожай ее год от году оказывался лучшим. Можно снимать покосы дятлины один или два года. В первом случае следует сеять после нее рожь по однократной распашке, которая ничем не может быть столь хорошо произведена, как разрезным плугом (charrue tranchant); во втором же случае можно иногда с выгодою после дятлины сеять яровой хлеб, особенно если хозяин желает снять еще третий укос оной или пустить на нее осенью скотину.

Оставление земли на два года под дятлиною столь хорошо приготовляет ее под озимый хлеб, что, по большей части, предпочтительнее сеют после нее озимое. Для сего, по снятии во второй год двух покосов дятлины, вспахивают из-под нее поле разрезным плугом (charrue tranchant), потом малым экстирпатором, или искоренителем (petit extirpateur).

Есть случаи, что дятлинное поле можно оставлять и на три года под покос, но тогда неотменно должно после нее сеять овес; а если бы хозяин пожелал после того посеять не овес, а озимый хлеб, то землю должно для того приготовить многократным паханьем.

5. В многолетних севооборотах, или когда хотят умножить количество кормов и навоза и вместе с тем довести землю до высшей степени плодоносия, до какой она может быть способна, найдено весьма полезным, чтобы между двух жатв одна была такая, которую снимали бы для корма скота, не допуская растений до зрелости. Сии растения преимущественно суть кормовые горошки (вики vesces) и греча, после коих поднятая земля бывает совершенно годова для посева озимого хлеба. — Такового рода произведения доставляют возможность в продолжение одного года снимать по две жатвы.

6. Снимать по две жатвы при плодопеременной системе хозяйства можно на нескольких клиньях в одно время, однакож это не так удобно, как кажется с первого взгляду; особенно при климате северной Германии, и в обширных хозяйствах, где нет избытка в работниках и упряжах. Правда, в нашем климате посев репы на вспаханном ржанище доставляет иногда весьма хороший урожай; но для полного получения такого урожая должно пахать под репу землю и сеять ее именно в ту пору, когда бывают обременены жнитвом.

Что же касается до посева весною в озимой ржи моркови, что нынче очень восхваляют, то я оного у себя не испытывал и не нахожу ни малейшего следа

сего производства в английском хозяйстве; несмотря на то, что англичане прилагают всевозможное старание об умножении подобных жатв.—Впрочем я знаю по собственному опыту, что весьма удобно можно получать урожай вторичного посева с поля, на коем бобы или кукуруза были посеяны рядами; промежутки между ними, после обработки конною мотыгою, с выгодою могут быть засеяны репою.— Поле, засеянное кормовым горошком для зеленого корма, по снятии оного можно также засеять гречею на траву, что обыкновенно бывает удачно, или засеять репою, которая еще будет иметь достаточно времени для доставления урожая, щедро вознаграждающего за обработку или наконец можно, в иных случаях, вторично посеять кормовой горошек опять для зеленого же корму.

7. Если в хозяйстве принят многолетний севооборот, в продолжении коего нужно двоекратно унавоживать землю: то вторичное унавоживание всегда должно делать не под хлебный посев, а под посев другого рода растений, преимущественно же под растения кормовыя, снимаемые травою; ибо чем сильнее будет их рост, тем лучше, и сорные травы, которые в них вырастут, не сделают ни малейшего вреда, потому что будут скошены прежде, нежели созреют.—Вспашка поля, немедленно по снятии с него сих кормовых растений, смешает почву с навозом, который, между тем, под ним успеет остыть; а горячий навоз вреден для молодых хлебных растений, ибо он выгоняет их в излишний рост, отчего они вылегают.

8. Занятие половины всех полей произведением скотских кормов не есть необходимое условие плодопеременного хозяйства; должно только наблюдать, как выше уже сказано, чтобы не более половины оных было занято хлебными (колосовыми) породами, и если навоза в хозяйстве достаточно, то можно из остальной половины оного гораздо большую часть употребить для произведения торговых растений, приносящих высший доход. Чтобы достигнуть изобилия в навозе, производящего в совокупности с хорошею обработкою, чудесное действие на землю, обыкновенно бывает нужно в течение первого круга севооборота ограничиться на одной половине поля посевом торговых растений, а остальную землю употребить для произведения кормов.

§ 370. Завести плодопеременное хозяйство так, чтобы успех оного не зависел от случайностей, возможно не иначе как при следующих условиях:

1) Чтобы хозяин был не ограничен во владении поместьем и мог свободно располагать своею землею, не имел бы притом никаких повинностей на себе или обязаности исправлять оные, или, по крайней мере, чтобы повинности сии были надлежащим образом определены.

2) Чтобы расположение полей было удобно и они не были бы слишком отдалены; ибо иначе беспрерывный присмотр, необходимый в сем роде хозяйства, был бы крайне затруднителен.

3) Чтобы при заведении плодопереме нного хозяйства земля была не весьма истощена, или, по крайней мере, чтобы хозяин имел средство случайным образом где-либо добывать много навоза. Для заведения сего хозяйства на земле, истощенной хлебными жатвами, нужно необходимо делать большие пожертвования, или употреблять вперед значительный капитал; ибо при заведении оного, первона-

чальное количество произведений, назначенных в продажу, бывает весьма ограничено и нельзя запастись сколь возможно большим количеством кормов для скота, или лучше сказать навозом.

Из сказанного выше ясно видно, что всего удобнее завести плодопеременное хозяйство там, где существует обыкновенное выгонное хозяйство, при коем земля всегда бывает менее истощена, нежели при трехпольном. Во многих случаях, предпринимая устроить плодопеременное хозяйство, выгодно бывает наперед завести у себя простое выгонное. Впоследствии, мы пространнее будем говорить о лучших способах для сего перехода.

4) Чтобы число работников было умножено. Хотя впрочем достаточно может быть и того числа работников, какое употреблялось для исправного отправления работ и в трехпольном хозяйстве, но в сем случае должно требовать от них гораздо большей и постоянной деятельности.—В плодопеременном хозяйстве работы могут быть распределены на все времена года так, что начиная с старика и до мальчика, каждому беспрерывно может быть дано занятие и способ к заработку денег. — Работы, производимые в сем хозяйстве, не требуют большого искусства; но поелику они могут быть лучше распределены, а следовательно, и работники могут более привыкнуть как к ним, так и к употреблению для производства их некоторых орудий, то многие работы в плодопеременном хозяйстве должны производиться скорее и за дешевейшую цену.

Если при сем хозяйстве многие увлекаются в издержки желанием возможного во всем улучшения и через то принуждены бывают умножить у себя число работников, то из сего не следует еще, будто бы это было необходимым следследствием плодопеременного хозяйства. — Потребность прибавить в оном число упряжей, может случиться единственно от умножения количества навоза и от умножения количества и доброты урожаев разного рода произведений.

Что же касается до паханья и до посева, то сии работы в оном еще облегчаются. Ибо хотя при посеве, в плодопеременном хозяйстве производятся многие действия, неупотребительные в других хозяйствах, но оные заменяют другие, гораздо более тягостные, работы. Сверх того работа упряжей во все времена года распределяется в оном довольно правильно.

5) Чтобы управляющий хозяйством был внимателен, прилежен и действовал с размышлением и решимостью.

Это условие необходимо, поелику для получения высшего дохода иногда бывает нужно, по разным соображениям времени, делать изменение в принятом уже посеве и в управлении скотоводством. В сем-то состоит наибольшее различие между хозяйством обыкновенным и плодопеременным.

6) Чтобы плодопеременное хозяйство было заведено в таком месте, где имеется достаточный сбыт для всех произведений и где следовательно находится надлежащая соразмерность между ценностью земли и труда; но там, где труд дорог, а земля дешева, где работы с выгодою могут быть производимы не иначе как посредством барщины (corvée), которая годится только для самого простого хозяйства—там плодопеременное хозяйство не может быть прибыльно.

7) Наконец из вышесказанного видно, что для успеха плодопеременного хозяйства нужен еще значительнейший наличный капитал для оборота и большой капитал орудий.

§ 372. При плодопеременном хозяйстве с выгоном, часть земли назначается под пастбище для прокормления рогатого скота или одних только овец.—Но назначается она для сего не прежде, как после удобрения и посева земли семенами кормовых трав, наиболее приличных для пастбища, через что доставляется изобильный корм, так, что можно умножить количество содержимого скота, или прежний скот прокормить гораздо на меньшем пространстве земли; сверх того, в сем роде хозяйства получаются еще и другие корма, частию для зимнего, частию же и для летнего содержания скота, буде несколько скотин, в продолжении целого лета, содержатся на стойле, или попеременно содержатся то на стойле, то на пастбище, так, что хозяин никогда не бывает вынужден (по недостатку в кормах) слишком рано весною спускать на пастбище много скотины.

§ 373. Вообще говоря: сей род хозяйства не годится там, где менее осьми клиньев в полях.—Если хозяин желает слишком ограничить зерновой посев, и если возьмет одно из полей для посева кормовых трав, в таком случае поля слишком мало время будут оставаться под пастбищем, и не получится от него ожидаемой выгоды. Исключая маленькие хозяйства, для коих всегда приличнее содержать скот на стойле, я всегда почел бы полезным шести или семилетнее хозяйство переменять на 12-ти или 14-ти летнее, отчего и переход к плодопеременному хозяйству был бы удобнее.

§ 375. Плодопеременное хозяйство с содержанием скота на стойле преимущественно отличается тем, что скотина, в продолжение всего года, содержится на стойле скашиваемыми и привозимыми кормами, а если и выпускается на пастбище, то не иначе как в конце лета.—Обыкновенно же кормится в стойлах, или на особенном дворе, или наконец в подвижных и прочно устроенных загородках, ежегодно переставляемых по близости тех клиньев, или полей, с коих предполагается получить наибольшую часть корма.— К сей же системе можно причислить способ содержания скота, употребляемый в некоторых странах и состоящий в том, чтобы скотине всякое утро, пред выпуском на пастбище, делать задачу корма на дворе.

Здесь не место рассуждать о преимуществе одного способа содержания скота перед другим, ибо здесь упоминается о сем единственно по отношению оных к хозяйству вообще.

§ 376. Особенные выгоды сего рода хозяйства суть следующие:

1) При одинаковом количестве скотины в оном требуется, для прокормления ее, меньшего пространства земли:

а) потому, что в сем хозяйстве, поле получает обработку, наиболее приличную для каждого рода кормовых трав, произведение коих не предоставлено одной природе; но посев и размножение оных производится с выбором именно тех родов растений, кои более годны для скотины и свойственны почве, под их назначаемой, чрез что получается возможность способствовать природе к полному

развитию растительных сил ее и добывать из земли самое большое количество кормов, какое только она произрастить может;

б) потому, что в сем роде хозяйства, растения допускаются до полного своего росту, в коем они дают самое большее количество корму и лучшего качества.— Опыт удостоверяет, что почти все роды кормовых трав сначала растут медленно, потом, по мере приближения к полному развитию, рост их постепенно ускоряется и усиливается; а как обыкновенно на пастбище спускается скотина прежде полного развития растений, потому и не можно от сих полей ожидать высшего урожая кормов.—Растения, расцветши, перестают расти, а листы и стебли их, по мере образования зерен, начинают терять часть питательных соков, в них содержащихся, следовательно, единственно посредством кошения возможно снять растения именно в ту пору, когда дают они высший урожай травы; и поелику они неистощены еще произведением семян, то часто дают новые отпрыски, которые снова могут достигнуть полного своего роста;

в) потому, что в оном стебли растений, не быв затаптываемы и раздавливаемы пасущеюся скотиною, могут расти беспрепятственно. Опыт убеждает, что сим способом в половину меньшее пространство полей доставляет столь же изобильное количество кормов, какое могло бы получиться от двойного пространства земли, употребленной под пастбище, и следовательно, по крайней мере, половина земли может быть обращена на другой предмет, или на содержание большого количества скота.

§ 377. 2) Навоз, для получения коего преимущественно содержат скот, только при сем хозяйстве может быть употреблен с возможною пользой. Во всяком другом хозяйстве большая часть лучшего летнего навоза растрачивается понапрасну. — Скотский помет, извергаемый на постоянных пастбищах, остается для полей совершенно бесполезным, не принося также почти никакой пользы и самим пастбищам; ибо не замечено, чтобы земли, с давнего времени под оными находящиеся, умножали урожай трав в соразмерности с падающим на них удобрением.—Часто еще помет, извергаемый на пастбищах, не производит другого действия, как только сообщает растениям, на кои попадает, противный скотине запах. Почему иные хозяева позволяют пастухам собирать такой помет в свою пользу. Хотя скотский помет, извергаемый на пастбище в отдыхающих полях и не совсем пропадает для хлебопашества, но большая часть оного бесполезно испаряется; а что и остается в земле, то несравненно меньшую приносит пользу, нежели какую могло бы принести, если бы все количество навоза приличным образом было приготовлено и потом перемешано с почвою. Навоз сей, разбросанный кое-где, не может приходить в брожение, необходимое для теснейшего смешения его с землею; большая часть его испаряется в виде газа, остальная же обращается в пыль и похищается насекомыми. Тем ощутительнее бывает потеря сия, чем долее поле остается под пастбищем, и тем она менее, чем скорее поле вспахивается; со всем тем нет иного средства с надлежащей пользой употребить навоз, как перемешать его с соломою, с коею он при сем так тесно соединяется, что и она делается сильным навозом.—Одно только содержание скота на стойле может дать способ собирать без утраты все скотские испражнения и доставлять возможность, с помощью соломы, приводить их в нужную степень брожения, препятствуя их испарению. И наконец посредством одного только кормления скота на стойле, достигается возможность вывозить навоз во время надлежащего его брожения, и именно на то поле, где он принесет большую пользу и где для выгоды целого хозяйства он нужнее.

§ 378. 3) В хозяйстве, соединенном с содержанием скота на стойле, удобнее и скорее, нежели во всяком другом, можно производить попеременно посевы кормовых и хлебных растений и, следовательно, легче достигнуть выгод, проистекающих от такого плодосмена. — Хозяйство сего рода дает способ производить кормовые растения в таком порядке, в коем наименьшее предстоит препятствие сколь возможно частому произведению торговых, преимущественно же хлебных растений; ибо кормовые растения, имея свойство очищать пашню от сорных трав, усиливая ее плодоносие и приводя ее в рыхлость, с выгодою заменяют пустой пар и служат лучшим приготовлением для последующих хлебных посевов.

§ 379. 4) Такое хозяйство во все времена года доставляет скоту ровно изобильную, сочную и приятную пищу, если только в нем хорошо, и в приличной соразмерности, распределены поля, производящие кормовые растения.—Следовательно, скот в оном бывает сыт и здоров и во всякую пору, чрез что получается от него более работы и дохода от скопа, между тем как при содержании скота на пастбищах, выгода сия может быть постоянною только при обширных пастбищах; ибо не всякий год родится на них трава в изобилии.

Содержание скота на стойле дает возможность сберечь в запас на неурожайный для кормов год излишек оных, оставшийся от летнего прокормления; весьма также полезно скотине, получающей зеленый корм, давать несколько и сухого. Такое содержание дает способ, не только, во всякое время, изобильно кормить скотину, но еще сверх того сохранять совершенное равновесие в прочих частях хозяйства; ибо оные легко можно устраивать, соображаясь с известным количеством навоза, при хозяйстве находящегося. Если удалось сделать запас кормов, то ничто не препятствует умножить скотоводство, или для прибавления навоза, или, буде хозяин сочтет за полезное, для получения скопа.

§ 380. 5) Наконец бесчисленные опыты доказали, что не только скотина, содержимая на стойле, может быть совершенно здорова, особенно если время от времени ее купают и выпускают гулять на вольный воздух; но еще, сверх того, через сие предохраняется она от многих опаснейших болезней, приключающихся скотине, содержимой на наспе, как например, от воспаления селезенки. Также она менее подвержена опасности заразиться прилипчивыми болезнями, кои никак не могут распространяться в странах, где кормление на стойле в общем употреблении. По крайней мере, во время свирепства зараз, сей способ содержания имеет неисчислимые выгоды над содержанием скота в полях и на незагороженных пастбищах, хотя последние некоторыми почитаются для сего также безопасными.

§ 390. Из сказанного в §§ 381—389 следует, что все возражения против летнего содержания скота на стойле и против усовершенствования земледелия, необхо-

димо от того последующего, взятые порознь, не заслуживают внимания, но в совокупности они могут привести в недоумение: действительно-ли полезно учредить в хозяйстве летнее содержание скота на стойле и не полезнее ли иметь пастбище с соблюдением хорошего севооборота? В странах, где способ содержания скота на стойле еще не известен и где скотники и приставники к хозяйству питают предубеждение и отвращение против оного, там введение сего не иначе может быть, как при особенном надзоре и требует усиленных попечений хозяина, на кои он, будучи занят многими другими частями хозяйства, едва ли и согласится.—А потому, кто желает завести у себя летнее содержание скота на стойле, тот прежде всего должен выбрать людей способных к присмотру за сей частию, или приискать таковых на стороне для главного надзора за скотным двором.

Сей род хозяйства не сам по себе, но по значительному усовершенствованию всех частей оного требует и большого наличного капитала; особенно он не может приличествовать тем местам, где земли очень много и нет нужды скупиться ею; ибо там и при менее искусственном хозяйстве, часто трудно доставать работников и оплачивать необходимые издержки.—В таких местах гораздо полезнее, по крайней мере сначала, учредить плодопеременное усовершенствованное хозяйство с выгоном, от коего впоследствии весьма удобно можно перейти и к содержанию скота на стойле. Напровит сие последнее хозяйство гораздо выгоднее там, где ценность земли возвышается и где надобно употреблять значительнейший капитал для производства сельского хозяйства. Еще менее прилично содержание скота на стойле при песчаной почве, в которой менее 25 процентов глины и чернозема; такая почва гораздо более улучшается посредством отдыха; т.-е. когда оставляется под залежью и употребляется под пастбище, чрез что приобретает она некоторую плотность, а через частое пахание она вовсе ее лишается.

Такого рода земли не столько способны для рогатой скотины, сколько для овец, коих содержание в овчарне еще не введено в употребление, и кажется совсем бесполезно при таких почвах; ибо на оных, несмотря на изобилие в навозе, урожай трав, назначаемых для летнего корма, по причине засух, бывает весьма не верен; а неурожай оных может иметь вредные следствия при содержании скота на стойле; сколь ни надежен впрочем бывает на таковых землях урожай корнеплодных растений.

§ 391. Содержание скота на стойле может быть введено или постоянное, или соединенное с пастбищем; здесь разумеется не то, чтобы одна часть скотины постоянно содержалась на стойле, а другая на пастбище, как то иногда и делается; но то, что скотина ежедневно получает задачу корма на дворе, и выпускается на пастбище.

Сей последний способ кормления многие хозяева почитают самым выгодным для умножения молочного скота и посредством оного получают много молока. Действительно, таковая перемена в корме должна возбудить аппетит скотины и способствовать пищеварению. Сей способ преимущественно годится в тех местах, где близ усадьбы находятся такие пастбища, кои будучи подвержены наводнениям, или по другим причинам не могут быть обращены на другое употребление,

а вместе с тем и недостаточны для прокормления всей скотины в продолжении целого лета.

§ 392. Содержание скота на стойле может быть соединено с разными системами сельского хозяйства; все они могут быть подведены под три вида:

Первый и самый старинный способ запасать корм состоит в том, чтобы для растений, доставляющих оный, иметь особые отгороженные места.—Для сего обыкновенно назначаются ближайшие к усадьбе полосы, на коих, через каждые три года, а иногда и с первого года и в первом хлебном посеве, сеется на траву дятлина, или люцерна, буде почва для нее годится. Когда травы сии перестают родиться на отведенной полосе один или два года, то занимают ее корнеплодными растениями или капустою, а иногда снимают с нее одну жатву хлебных или стручковых растений, после чего снова засевают ее кормовыми травами. Но на таковые отгороженные места нужно употреблять большую часть навоза, в хозяйстве собираемого; ибо на них, без сильного удобрения, невозможно получать хорошего урожая дятлины, по причине частого их занятия оною; следовательно, хозяин, держась сей системы хозяйства, не достигает главной цели, для коей сеет кормовые травы и содержит летом скотину на стойле, цели,—состоящей в том, чтобы доставить всем полям изобилие в навозе.—В сем случае некоторым образом правдоподобно мнение, впрочем ложное, что для травосеяния требуется весьма много навозу. Еще неудобство сего способа состоит в том, что при нем лишаются главной выгоды, происходящей от переменного на полях последования хлебных и травных посевов. Вместе с тем пар остается без всякой пользы и пахотное поле дичает, заростает негодными травами.—Тогда только травосеяние вполне соответствует цели своего назначения, и доставляет почве химическое улучшение посредством удобрения, а механическое посредством размножения и очищения земли, когда оно производится в полях и введено в общий севооборот хозяйства. Потому-то посев кормовых трав в отдельных загородках есть весьма недостаточное средство для получения скотских кормов, и хотя служит некоторым пособием в трехпольных и выгонных хозяйствах; но там, где в большом виде заведено содержание скота на стойле, оно совсем противно цели оного. Посев на небольшом по соразмерности пространстве близ усадьбы и в таковых загородках многолетних луговых трав, люцерны и проч., может быть подспорьем и при полном содержании скота, доставляя корм в такую пору, когда его еще негде взять.

§ 393. Второй способ получения кормовых трав состоит в том, чтобы сеять их в трехпольном хозяйстве вместо парового поля.—Мы выше говорили уже о сем способе, распространенном г. Шубартом и из'яснили, чего должно от него ожидать и опасаться.—Нельзя сказать, чтобы сей род хозяйства отнимал у полей навоз; напротив, если дятлина растет сильно, густо и не засорена негодными травами, то она доставляет почве новые силы; но сии три обстоятельства, при росте дятлины в трехпольном хозяйстве, встречаются весьма редко, разве на самой плодоносной почве и не иначе как тогда, когда посев ее приходит на то же место не прежде 9 лет.—Обыкновенно же в трехпольном хозяйстве, в коем есть недостаток в лугах для зимнего и летнего продовольствия скотины, урожай дятлины бы-

вает столь плох, что сей способ получения кормов оставлен везде, кроме некоторых, весьма плодоносных округов, а с ним вместе неминуемо должны были прекратить и летнее содержание скота на стойле.—При однолетнем неурожае дятлины попечительные хозяева заменили его посевом кормового горошка, или разнородных травяных семян, или употребляя для корму скотины гороховину. Но когда неурожай бывает часто не от случайных обстоятельств, а от существа самой вещи, тогда они принуждены были оставлять посев дятлины; хотя некоторые хозяева упорно и долго держались сего способа, пока не увидели, что поля их совершенно задичали.

§ 394. Третий способ, который один из всех оказался действительно успешным и при коем можно благонадежно учредить содержание скота на стойле, есть: заведение плодопеременного усовершенствованного хозяйства, в коем посев дятлины всегда производится на земле, тщательно и глубоко воздѣланной и изобильно упавоженной, и в коем всегда получаются для летнего, осеннего и зимнего корма, кроме дятлины, еще и другие кормовые растения, возделывание коих доставляет скотине, во все времена года, питательный и сочный корм.—Мы выше сего подробно изложили основания сей системы хозяйства и как в последствии опять должны будем говорить о ней при рассуждении о возделывании каждого кормового растения и кормлению скота: то почитаем излишним о сем распространяться.

3. ЗАЛЕЖНАЯ СИСТЕМА В СТЕПНОЙ ОБЛАСТИ.

Рассмотрим более подробно отдельные элементы плодосмена, выработанные сел.-хоз. практикой всех времен и, стран и постараемся глубже вникнуть в причинную сущность каждого элемента и в значение его для восстановления плодородия, при чем будем следовать в нашем обзоре пути исторической эволюции земледелия, начиная с наиболее примитивных экстенсивных форм плодосмена и кончая наиболее совершенными интенсивными формами современного земледелия. На первом месте должна быть поставлена залежь, как наиболее примитивный вид плодосмена. Строго говоря, залежь сама по себе не представляет культурного угодия, так как предоставляет заселение почвы естественным силам природы, и в первое время почва заселяется преимущественно теми сорняками, размножение которых составляет неизбежное последствие и бич примитивной бессменной полевой культуры. Однако постепенно в результате борьбы за существование сорняки, приспособленные к паразитическому образу жизни, в условиях несовершенной полевой культуры, вытесняются многолетними травами в лесостепной и степной зонах и лесной растительностью—в лесной зоне, и почва, таким образом, покрывается многоярусной естественной растительностью, которая из года в год обогощает почву, в особенности при отсутствии пастбищного пользования или истребления лесной поросли (тоже при помощи пастьбы или при лесопольной системе). Более внимательное изучение залежной растительности обнаруживает правильную смену нескольких сообществ, соответственно различному возрасту залежи и различному состоянию плодородия

почвы. Для черноземной степи наиболее полное описание смены залежной растительности принадлежит проф. П. А. Костычеву. Заимствуем это описание из известного руководства по организации хозяйства А. С. Ермолова (стр. 105—116).

В об'яснение плодородия полей, говорит Костычев, приводят обыкновенно две причины: 1) оставаясь долгое время в покое, почва при произрастании на ней трав с глубокими корнями, обогащается, в верхнем слое, где потом будут развиваться корни культурных растений, питательными веществами на счет нижних слоев; 2) на новях между культурными растениями не появляется сорных трав. Последнее действительно справедливо: отсутствие сорных трав на посевах по нови резко бросается в глаза при сравнении с посевами на старой пахоте. На новях, если пахота была удовлетворительна, весьма редко можно видеть сорные травы, да и то преимущественно только кусты злаков на неперевернутых местами частях пластов. Что касается первой причины, то едва ли можно придавать ей то значение, какое ей обыкновенно приписывается, так как чернозем не может в значительной степи истощаться в какие-нибудь четыре или пять лет. Роскошное развитие сорных растений на старой пахоте и урожаи культурных растений при благоприятной погоде показывают, что в почве, паханной пять-шесть лет, содержится вполне достаточный для роскошного развития растений запас питательных веществ. Плодородие нови должно быть поэтому об'яснено совершенно иною причиною: достаточно рассмотреть хорошенько пласты, чтобы убедиться в **особенном механическом строении почвы на новях,** резко отличающемся от строения почвы на пашнях более старых. Если взять в руки кусок пласта в средине лета на первый год посева по поднятой нови, то даже при значительной величине его он не разламывается; если взявши его в одну руку, сильно ударить его острым краем лопаты, то он не разрубается при этом, и лопата или соскальзывает с него или углубляется в него незначительно. При такой связанности больших частей пласта, они не представляют цельных больших комьев, но состоят из одних только мелких комочков,—так называемой **крупки,**—величиною по большей части от чечевицы до крупной горошины; все эти комочки связаны между собою по всевозможным направлениям—вроде бус—нитями корней бывших степных злаков; корни в такой степени еще крепки в это время, что иные из них с трудом можно перервать. Листья и стебли бывшей степной растительности на обороченной вниз стороне пласта в это время обыковенно уже настолько перегнивают, что их легко можно растирать между пальцами.

Такое строение пластов в высшей степени благоприятно для посеянных на нови растений. Пласт, вследствие значительной плотности отдельных его комочков, остается сверху всегда рыхлым, даже после очень сильных дождей; дожди не могут разбить или размочить отдельных, очень плотных комочков, составляющих пласт, тогда как те же дожди на мягких землях образуют порядочную корку. От этого влага в нижней части пласта держится долее, внутренность пласта всегда доступна атмосферному кислороду, а земля тотчас же под пластом постоянно остается сырою; на нетронутой целине или на мягкой земле влагу можно заметить на глаз или на ощупь не иначе, как в более глубоких слоях.

Такое строение почвы только и может быть на новях; никакие меры ни при каких условиях не могут придать мягкой земле такого строения, так как в подоб-

ной земле отдельные комочки никогда не могут быть так прочны, как на нови, и потому даже при лучшей обработке мягкая земля после сильного дождя образует кору, чего на нови не бывает; поэтому состояние нови вполне соответствует идеальному требованию относительно конечного результата механической обработки почвы, т.-е. относительно того, чтобы весь пахотный солй, начиная с поверхности его, оставался постоянно рыхлым. Подобное строение почвы в значительной степени сохраняется и на следующий (второй) год посева по оборотенному пласту; в это время, однако, корни бывших степных растений делаются уже трухлыми, пласт легко разрубается лопатою, и пробуя, насколько связаны между собою отдельные комочки пласта, легко убедиться, что даже легкая борона следа в 3 может вполне разбить поверхность пласта; между отдельными комками в это время находится уже заметное количество мелкой земли, которая после дождей местами сливается и заделяет промежутки между отдельными комочками. На третий год изменение идет дальше, а на четвертый, большею частью на пятый, в некоторых же случаях и на шестой год, нельзя уже отличить недавнюю новь от давнишней мягкой пахоти и крупка в почве исчезла совершенно.

Со второго года пахоты начинают между хлебами поселяться сорные травы, и притом те именно травы, которые на степи растут на голых местах между кустами ковыля, типца и тонконога, за исключением редких случаев, когда сорные травы бывают высеяны вместе с семенами хлебного растения. Сорные травы на второй год уже сильнее засоряют поля, но в еще большем количестве являются на третий и на следующие годы. Уменьшение урожаев вследствие изменения в физических свойствах почвы и обилие сорных трав, для уничтожения (выпалывания) которых требуется большое количество труда или особенно тщательная обработка почвы, в степных местах необычная, заставляют хозяина пускать землю в залежь; таким образом, вместо степи и пашни является залог.

В различных местностях России, где существует залежная система, условия и приемы культуры представляются различными в том отношении, что в одних местностях ограничиваются исключительным возделыванием яровых хлебов, под которые земля пашется один раз с осени, при чем, как уже сказано, в первые годы распашки хлеба сеются исключительно под борону; в последующие же годы для покрытия семян прибегают и к сохе. Это имеет место, например, в юго-восточных губерниях России; в губерниях же малороссийских и новороссийских, на ряду с яровыми, возделывают и озимые хлеба, в особенности же рожь, которая в этих случаях следует непосредственно за предшествовавшим яровым хлебом, без промежуточного пара; там посев производится всегда под борону. В этих местностях почва, повидимому, менее подвержена заростанию сорными травами, что и позволяет обходиться без улучшенной обработки и в особенности без более совершенного покрытия семян, чем какого можно добиться при употреблении одной только бороны, сколько ни волоки ее по полю. В последующие годы сеют одно за другим растения, все менее и менее прихотливые на почву, какими представляются горох, гречиха, овес; с последним хлебом обыкновенно период культуры заканчивается, и поле поступает в **залежь, перелог, облог** и т. п., т.-е. попросту всякая обработка поля прекращается, его предоставляют на волю божью и переносят тот же порядок

культуры на другой участок. Запущенное в залежь, **залуженное** поле предоставляется влиянию различных естественных деятелей—воды, воздуха, тепла и холода и т. п., которые должны возместить ему то, что было отнято у него человеком, и сделать его вновь способным служить целям человека. На ряду с такими деятелями, как воздух, вода, тепло и холод и т. п., тут важную роль играют еще и растения, естественная травяная растительность, появляющаяся на оставляемых без обработки полях. Растительность эта, с одной стороны, доставляет человеку возможность извлекать пользу и из этого заброшенного участка, с другой—мало-по-малу обогащает своими остатками (на счет веществ, извлекаемых ею как из более глубоких слоев почвы, так и из воздуха) верхний, истощенный предшествовавшею культурою, пахотный слой.

Запущенное в залежь поле может представлять различные виды, весьма различную степень производительности и затем претерпевает ряд последовательных превращений прежде, чем притти в прежнее, годное для культуры, состояние. Хотя мы и сказали, что заброшенное поле предоставляется на волю божию, однако, при этом очень многое зависит от того, что было наперед подготовлено человеком. В самом деле, заброшенное поле может в первые годы по прекращении культуры зарасти исключительно сорною растительностью—бурьянами и будяками, на которых скотине нечего взять и в которые, по причине их колючести и сплошного роста, скоту иногда и забраться невозможно. Такие пространства заросшей бурьянами залежи очень часто встречаются, напр., в юго-восточной России, где они носят характеристичное название—**соры;** помимо малой своей производительности, эти залежи служат только рассадниками семян всевозможных сорных трав, засоряющих также окрестные посевы и залежи. По удостоверению проф. Костычева, каждый хозяин в состоянии заранее определить, какие именно растения будут произрастать на залежах, и притом какие из них будут преобладать над другими. В хлебах и на залежах произрастают в этом случае растения, находящиеся на непаханной степи между кустами тонконога, типца и ковыля, и притом, если по близости нет ничего, кроме степей, растения эти произрастают в таком же почти численном отношении между собою, в каком находятся они на степи; так, если на степи много полыни, то она будет преобладать и на залоге; если степь заселена большим количеством какого-либо шалфея, то и на залоге тот же вид явится в преобладающем количестве; по близости участков с большим количеством живучки (Ajuga) трава эта занимает сплошь целые площади и на залогах; при большем количестве на степи какого-либо молочая (Euphorbia), соседние залоги отличаются особым зеленоватожелтым цветом от цветов этого растения и т. д. Одним словом, в этих случаях о растительности залога мы получим ясное понятие, если представим себе, что злаки на степи исчезли, а разрослись одни растения из других семейств пропорционально их настоящей численности. Исключения из этого представляют только те случаи, когда в хлебах поселяется какая-нибудь нестепная трава, семена которой занесены с семенами культурного растения. В таком случае та же трава остается и на залогах, а с них переходит и на другие соседние залоги, которые запущены будут позже. Кроме того, соседние, более старые, залоги могут влиять на растительность молодых залогов, заселяя их своими растениями, вследствие чего численное отношение между разными растениями на залоге будет несколько иное, чем на

соседней степи. Общее правило, однако, такое, что на залогах растет только то, что растет вокруг них. Иногда подобного рода залоги бывают совершенно непроизводительны.

Однако, развитие бурьянов на залежах происходит только там, где запускаемый в залежь участок не подготовлен к производству трав несколько более ценных и питательных, нежели бурьян. Такая подготовка заключается в возможном сохранении и даже распространении на предстоящем к запуску участке в последние годы культуры полезных растений из семейства злаков. Таких растений, по удостоверению проф. Костычева, главным образом, три: пырей обыкновенный (Triticum repens) и его разновидность (Triticum repens var. glaucum—сизый пырей), безостый костер (Bromus inermis) и чаполочь (Hierochloa odorata). В некоторых местах эти три злака произрастают вместе, при чем каждый занимает отдельные площадки, и залог кажется пестрым от различного вида этих площадок; иногда же на залоге разрастается какое-нибудь одно из упомянутых растений, так что нередко можно встретить в разных местах большие участки, сплошь занятые чаполочью, костером и т. п. Чаще всего из таких залогов с одним растением попадаются пырейные (с обыкновенным пыреем); за ними наиболее часто встречаются залоги с одной чаполочью; реже произрастают в одиночку безостый костер, а всего реже сизый пырей.

Все эти злаки, за исключением чаполочи, которая решительно никуда не годится, дают прекрасное сено и превосходные пастбища, в особенности для рогатого скота. Произрастание на залогах бурьяна или залежных злаков обусловливается, главным образом, предварительною обработкою почвы. Для того, чтобы на залоге преобладающими растениями явились злаки, необходима обработка почвы плугами и боронование не очень тяжелыми боронами, по крайней мере в течение двух лет перед запускапием почвы в залежь.

Причина, вследствие которой плужная обработка способствует развитию залежных злаков, а не бурьяна, состоит в том, что при переворачивании пластов плугом громадное количество семян сорных трав заваливается глубоким слоем земли, так что семена эти или совсем не могут прорастать, или дают очень слабые всходы. Если при этом будут вывернуты наружу семена, засыпанные землею в предыдущие годы, то, во всяком случае, только некоторые из этих семян будут всхожими, а остальные во время лежания под землею потеряли жизнедеятельность. Если при плужной пахоте пластами завалены будут бурьяны многолетние, но не имеющие корневищ, то они не дадут новой поросли и погибнут. Таким образом, плужная пахота, несомненно, очень неблагоприятна для развития бурьяна; напротив, залежным злакам она не вредит нисколько: корневища этих злаков лежат недалеко от поверхности почвы и во время пахоты плугом, который подрезает землю ниже области их распространения, нисколько не порвеждаются, оставаясь после оборота пласта приблизительно на таком же, как и прежде, расстоянии от почвенной поверхности. Все неудобство для их развития будет при этом заключаться только в том, что молодые побеги их, направленные прежде кверху, теперь будут обращены верхушками вниз; но они, делая изгиб, очень скоро опять поворачиваются кверху; между тем, разрыхление земли при пахоте в значительной степени способствует

легчайшему распространению корневищ залежных злаков, вследствие чего рост их от каждой плужной пахоты все более и более усиливается.

Из залежных злаков на первом месте следует поставить пырей. Пырей представляет собою, как известно, растение в высшей степени питательное и, кроме того, обладающее необычайно мощною способностью развития, благодаря его корням или, вернее, стелящимся под землею стеблям, которые, как сеткой, опутывают землю и, чрезвычайно быстро в ней распространяясь, при наступлении малейшем благоприятных условий, покрывают поле сплошным покровом богатой и питательной зелени. Способность к размножению этих подземных стеблей пырея настолько велика, что они не только не страдают от разрезания их резцом плуга, но, напротив, только еще более развиваются и размножаются; растения, вроде овса, ячменя, пшеницы,—вообще все яровые колосовые хлеба, также не страшны для пырея: пырей уживается с ними отлично, и если кто кому вредит, то скорее пырей этим растениям, чем они ему. Но у пырея есть два опасных врага: из земледельческих орудий—соха и борона, из растений—гречиха, а также отчасти и рожь. При сошной обработке соха не режет корней пырея, как плуг, на части, чего пырей вовсе не боится, но вытеребливает их наружу, выволакивает из почвы и, оставляя на поверхности земли, подвергает иссущающему влиянию солнца и ветра, которые для них всего опаснее. То же делает и борона. При бороньбе, в особенности тяжелыми боронами, они вытаскиваются зубьями и сгребаются в кучи, точно граблями. Количество корневищ в почве будет сильно уменьшено, а вследствие этого и количество стеблей этих злаков на данной площади может сделаться весьма незначительным. С другой стороны, семена бурьянистых сорных трав при этом не будут засыпаны толстым слоем земли, а будут только перемешаны с землею; очень многие из них останутся на разрыхленной поверхности вместо плотной, другие будут едва прикрыты землею, так что условия до их прорастания, сравнительно с прежними, когда земля не была еще разрыхлена, сделаются даже благоприятнее. Понятно, что в этом случае бурьян сразу может получить перевес над злаками, и последние после двух-трехлетней такой обработки почвы могут быть совсем уничтожены. Гречиха своей богатой листвой затеняет и заглушает всходы пырея; тоже, хотя в меньшей степени, производит и рожь, которая в удачные годы может совершенно истребить пырей. При существовании же той системы полеводства, о которой мы говорим, сохранение в почве пырея представляется в высшей степени важным, потому что оно обусловливает производительность залежи и возможность пользования ею, как сенокосом и как пастбищем, в первый же год по запускании. Хозяин, желающий приготовить себе такого рода производительную пырьистую залежь, должен поэтому вести культуру так, чтобы в течение последних лет обработки не только не истребить корней пырея в почве, но, напротив того, способствовать их развитию и размножению. Средствами для этого являются, как уже сказано, исключительно плужная вспашка без слишком сильного боронования, в особенности железными боронами. Условия, благоприятствующие развитию пырея,—не слишком густо стоящие колосовые растения, умеренно влажное лето и не слишком холодные осень и весна. Совмещены в большей или меньшей степени все эти условия—у хозяина богатая пырьистая залежь; нет этого—соры. В обоих случаях, условия пользования залежью в первые годы по ее запущении

совершенно различны. Пырьистая залежь представляется наиболее производительною в первые годы по ее запущении; тут получаются наилучшие укосы наиболее питательной травы (на сорах, как мы видели, не только косить нечего, но нельзя даже иногда и пасти скот, в особенности овец, которые теряют на колючках будяков свою шерсть); но затем, мало-по-малу, по мере уплотнения почвы, пырей все более и более садится, стебли и листья его становятся короче, тоньше, укосы все более и более уменьшаются. Далее известного предела, пырей совершенно не выносит уплотнения почвы и мало-по-малу весь пропадает. Но есть и средство для восстановления его роста в прежней силе, это именно—распашка поля, хотя бы на один год, и затем новое запущение; к этому средству иногда в некоторых местностях и прибегают; но если распашку такого поля произвести тогда, когда корней пырея в почве очень много, то развитие пырея происходит с такою необычайною силою, что лишь немногие из культурных растений в состоянии ему противустоять; он заглушает и забивает всякие посевы, кроме разве ржи и гречихи, к которым и прибегают в тех случаях, когда, поднимая пырьистую залежь, имеют в виду не восстановление ее пырьеватости, но обращение ее под хлебную культуру; в противном же случае, т.-е. когда имеют в виду исключительно, так сказать, оживить пырей, посевами хлебов готовы пожертвовать ради последующих укосов травы.

Как бы то ни было, урожайность пырея с течением времени мало-по-малу ослабевает, и на ряду с ними начинают появляться другие растения, частью из семейства мотыльковых—эспарцет (Onobrychis sativa), астрагал (Astragalus), разные горошки и т. п., частью из семейства злаков—степная тимофеевка (Phleum Boehmeri), тонконог (Koeleria cristata), типчак (Festuca ovina) и т. д. Мотыльковые растения обладают, в сравнении с злаками и даже с пыреем, особенной силой развития и преимущественно способностью противустоять засухе, благодаря своим глубоко идущим в землю корням. Усилившись же, они начинают мало-по-малу вытеснять пырей, заглушая его густыми своими листьями (последнее, однако, только в том случае, когда пырей уже ослабел вследствие уплотнения почвы; иначе, напротив того, он всегда выходит победителем в борьбе с этими травами). Такая же постепенная смена растительности происходит мало-по-малу, как мы сказали, и на тех залежах, которые, за отсутствием пырея, покрылись бурьянами. В первые годы, когда еще почва очень рыхла, бурьяны на залогах разрастаются необыкновенно роскошно, и с ними немыслима конкуренция никаких злаков: всякий злак будет так затенен листвою бурьянов и затеснен их стеблями, что может развиваться только весьма скудно. Бурьян растет, как лес, выше человеческого роста, с более низким подседом из разнообразнейших растений, из которых иные (большею частью разные виды Stellaria, Cerastium и других звездчатковых) стелятся близ самой поверхности почвы, между тем, как некоторые сложноцветные и губоцветные вырастают иногда до 3 аршин вышиною. Так бывает года два, три, даже четыре. Для скорейшего уничтожения бурьянов хозяева стараются косить и стравливать их скотом—в молодом возрасте, когда они еще относительно нежны и когда колючки их не успели окрепнуть; в особенности же стараются предупредить их плодоношение, так как иначе их летучие семена разнесутся повсюду. Если же бурьяны настолько устарели, что нельзя их ни косить, ни травить, то их иногда осенью выжигают; мало-по-малу, по мере уплотнения почвы, они, однако, пропадают и сами. Иногда в этот же период появляется на бурьяноватых залежах и пырей, которого до того совсем не было и который удерживается до тех пор, пока чрезмерное уплотнение почвы его и здесь не выживает. Наряду с бурьянами появляются, как и на пырьистых залежах, растения других семейств—мотыльковые и злаки; из первых наичаще встречаются на таких рыхлых почвах, как молодые залежи, желтый и белый донники (Melilotus officinalis и Melilotus albus), горошки, а на местах несколько плотных—и разные виды клевера. Донник, представляющий собою траву в свежем состоянии сомнительного кормового достоинства, главным образом, вследствие присущего ему, неприятного для скота, запаха, хорош, однако же тем, что он развивается необычайно мощно, достигая иногда сажени и более в высоту; своей роскошной листвой и своими глубоко идущими в землю корнями он первый, так сказать, начинает дело восстановления производительных сил почвы, продолжаемое затем и другими полезными травами, число которых год от году увеличивается, при чем одновременно растет и производительность такого участка. Если, таким образом, пырьеватая залежь давала хорошие укосы и была особенно производительна в первые годы, то здесь мы видим явление обратное: производительность залежи все более и более возрастает. Впрочем, в первые годы по запущении, на залежах непырьеватых покоса обыкновенно не производится даже тогда, когда наряду с бурьянами начинают появляться и хорошие травы. Такою залежью (бурьянистою) пользуются исключительно, как пастбищем, и притом пастбищем, в особенности пригодным для рогатого скота. На таких залежах ходят гурты скота, а когда рогатый скот уже несколько подобьет бурьяны, утопчет их и снимет верхушки, пускают овец доедать остальное, но избегают поступать обратно,—т.-е. пускать за овцами крупный скот.

Таким образом, по мере уплотнения почвы и исчезновения бурьянов, залежь все более и более улучшается; является, наконец, момент, когда можно приступить к покосу ее. Покос еще более содействует улучшению залежи, так как им устраняется возможность плодоношения для сорных растений, размножающихся, главным образом, при помощи семян, между тем, как большая часть хороших трав обладает способностью размножения побегами. В этот средний период залежи, при котором бывшие бурьянистые залежи становятся уже очень сходными с бывшими пырьеватыми, растительность залежи представляет то, что носит название разнотравия; злаки тут мешаются с мотыльковыми и с растениями различных других семейств. По снятии укосов получаются порядочные отавы, на которых скот, и в особенности овцы, свободно пасутся до зимы, или до перехода их на жнивья. Этот второй период залежи, однако, мало-по-малу сменяется третьим. Земля исподволь уплотняется до того, что сначала пырей, а потом и мотыльковые или более нежные злаки, вроде, например, тимофеевки, на ней расти не в состоянии; место их заступают злаки более грубые, в роде степной тимофеевки, типчака, тонконога и т. п.; по словам проф. Костычева, появление этих трав на залогах бывает тем скорее, чем степь ближе и пространство залогов меньше. В подобных случаях семена этих злаков могут легко рассеваться по залогу; пользуясь всяким клочком, мало-мальски удобным для развития, злаки эти укореняются местами и растут в виде отдельных, незначительных по величине, кустов кое-где изредка между бурьяном, так что

иногда на нескольких десятках квадратных сажен едва можно найти куст какого-нибудь из этих злаков. Занимая сперва такое скромное положение, злаки эти, раз укоренившись, уже никакими средствами (кроме пахоты) не могут быть вытеснены с занятых ими мест. Корни их очень длинны, так что засухи, в сильной степени подавляющие развитие бурьяна, не вредят им, а напротив, только способствуют большему развитию их, ослабляя конкуренцию бурьяна. Поэтому, с каждым годом кусты этих злаков делаются все больше и больше. С поселением их на залоге условия для рассевания семян их между бурьяном становятся благоприятнее, между тем, как бурьян при постепенном уплотнении почвы становится все мельче и мельче, растет уже не так густо, и, следовательно, не столь сильно оттеняет почву и злаки. Наконец, на высшей степени уплотнения почвы, а вместе и полного восстановления ее производительных сил, является ковыль. Все эти злаки, с ковылем во главе, сами по себе весьма малоценны, грубы, мало питательны. Ковыльные степи наименее производительны при сенокошении—дают не более 25—30 пудов сена, и неважны, как пастбища, так как при засухах выгорают чуть ли не до тла; за то ковыль служит лучшим признаком восстановления производительных сил земли и готовности ее снова быть обращенной в обработку.

Весь цикл превращения залежи из одного вида в другой, а затем в степь, совершается более долгое или более короткое время, смотря по естественному плодородию земель, по степени их истощения культурой, по условиям пользования ими во время оставления их без распашки, по естественным условиям, по присутствию на окружающих участок полях или залежах растений того или другого вида, обусловливающих обсеменение залежи теми или другими растениями, и т. п. Вообще же рассчитывают, что ковыль редко появляется вновь на распаханном участке ранее 20—15 лет по его запущении; раньше появления ковыля при чистой залежной системе участок не может считаться вполне пригодным для новой распашки.

Итак, многочисленные наблюдения над флорой черноземных степей и залежей различного возраста—с одной стороны, и теоретические об'яснения П. А. Костычева относительно истинной причины последовательной смены трех растительных сообществ и состояния плодородия, в соответствии с физическими свойствами почвы, с другой стороны—вполне подтверждают многовековой эмпирический опыт залежного хозяйства степной полосы, то-есть согласно свидетельствуют о том, что в лучшем случае 4—6 лет зерновых посевов в условиях примитивной культуры должны сменяться 15—20 годами залежи, и, следовательно, отношение между пашней и залежью не может суживаться далее 1:4. Но в действительности те условия, которые способствуют более быстрому восстановлению ковыльной степи, а именно близость и обширность нетронутых девственных степей, с течением времени изменяются настолько, что та идеальная схема смены растительных сообществ, которая так отчетливо обрисована и об'яснена П. А. Костычевым, в действительности сильно нарушается. Сам Костычев должен был признать, что смена растений на залогах в тех местах, где непаханных степей осталось уже мало и где необширны даже старые залоги, происходит иным путем. В таких местностях сено получается преимущественно только с низменных лугов, которые одни не распахиваются. В подобных случаях в борьбу с бурьянами за места на залогах вступают

сперва злаки близлежащих низменных лугов, а именно луговой мятлик (Poa pratensis), высокий костер (Bromus erectus), дикие виды овса (Avena pubescens и Avena flavescens), высокая овсяница (Festica elatior) и в некоторых случаях луковичный живородящий мятлик (Poa bulbosa var. vivipara).

Так как некоторые из перечисленных злаков распространяются посредством корневищ, то они занимают вследствие этого местами целые площадки сплошь, и залог получает от этого особенный вид: он делается (если можно так выразиться) пегим, так как зеленые площадки злаков на нем чередуются с разноцветными площадками бурьяна и образуют крупные пестрины. С течением времени злаки все более и более стесняют бурьян, так что залог по характеру растительности становится все более и более похожим на луг. Но на нем в это время можно найти уже много характерных, отличающихся своеобразным видом, кустов типца и тонконога, которые таким же образом, как описано для степной залежи, отвоевывают себе все более и более места и здесь, пока, наконец, все другие злаки (за исключением высокого костра) почти не вытеснятся ими. Для совершения описанного процесса при указанных обстоятельствах нужно, по крайней мере, **не менее тридцати лет.** Ковыль в таких случаях появляется еще позже; судя по тому, что здесь ковыль должен вести борьбу с таким стойким злаком, как типец (Festica ovina), можно полагать, что полное превращение растительности в степную совершается здесь не ранее, как в 50 лет, а, может быть, и в более долгий период».

Описанный характер смены растительности на залежах приобретает не только в степной полосе, но и в лесостепной зоне, где соотношение пашни и естественных лугов вообще складывается менее благоприятно для заселения залежей и где в то же время естественные условия позволяют наряду с плотнокустовыми злаками ковыльной степи развиваться и видам рыхлокустовых злаков и представителям других семейств (напр., мотыльковых). Вместе с тем, в лесостепной полосе утрачивается залежный характер хозяйства, залежь сменяется **перелогом,** то-есть укорачивается период отдыха пашни, которая вновь распахивается раньше достижения полной спелости залежи, в самом начале заселения плотнокустовых злаков. Само собой разумеется, что при этих условиях уже не может быть речи о полном восстановлении той залежной структуры, которая признается важнейшим фактором плодородия лесовидных почв степной и лесостепной зоны. Но и ковыльная степь в свою очередь тоже еще не представляет типа девственной степи, никогда не подвергавшейся распашке, уже вследствие того, что сенокошение и в особенности пастьба скота исключают появление множества видов целины и не допускает также накопления перегноя в том количестве, какое характеризует девственную степь при отсутствии пастбищного пользования. Чем меньше накопление перегноя, чем слабее и реже развиваются плотнокустовые злаки, создающие мелкокомковатую структуру, благодаря своей мощно развитой мочковатой корневой системе, тем короче должен быть период пользования пашней, так как тем быстрей разрушается структура почвы и тем раньше хлебные посевы заглушаются сорняками. Таким образом, по мере того, как сокращается период залежи, неизбежно происходит и сокращение периода хлебных посевов, и залежное хозяйство утрачивает свою устойчивость и выгодность. Цель восстановления плодородия дости-

гается при залежном хозяйстве только в условиях самого экстенсивного хозяйства, при большом обилии степей и лугов, в противном случае необходимо изыскивать новые способы восстановления плодородия.

4. ЗАЛЕЖНАЯ СИСТЕМА В ЛЕСНОЙ ОБЛАСТИ.

Обратимся теперь к лесной области, в которой смена растительности на залежи совершается еще более своеобразным путем, в связи с несравненно меньшим плодородием северных нечерноземных почв, худшими климатическими условиями и большей медленностью в развитии древесных пород по сравнению с травянистой растительностью.

Описание смены растительности в лесной области заимствуем из того же сочинения А. С. Ермолова, который в свою очередь цитирует авторов, непосредственно изучавших эти явления (стр. 118—139).

Разница по сравнению с черноземом, говорит проф. Костычев, замечается, кроме растительности, еще и во времени: чернозем в силу присущих ему особенностей, будучи хорошо разрыхлен, уплотняется и переходит в первоначальное состояние очень медленно, тогда как почвы нечерноземные в этом отношении менее стойки; они уплотняются быстро, и потому окончательная смена растительности, требующая на черноземе 20—30 и иногда большего числа лет, здесь совершается в 5—6 лет. Но и здесь на почвах с значительным содержанием глины перемены происходят медленнее, чем на почвах, богатых песком,—соответственно прочности их строения. Конечный результат перемен всегда одинаков,—угодье занимается такою растительностью, которая является господствующею на естественных лугах, сходных по положению с данным угодьем; на местах низменных поселяется растительность влажных лугов, на местах высоких—растительность сухих лугов.

Если наблюдать за сменою растительности на таких полях, которые несколько лет остаются под травами, то только после уплотнения почвы на них появляются в значительном количестве пахучий колосок (Anthoxanthum odoratum), сопровождаемый иногда обыкновенною полевицею, так что эти два злака играют роль, сходную с той, какую играют на черноземе тимец и тонконог; но северные нечерноземные почвы уплотневают обыкновенно гораздо быстрее чернозема, а потому и пахучий колосок появляется на местах, бывших в обработке, гораздо скорее тимца. Злак этот многие ценят за то, что он придает сену хороший запах и содержит вещество, действующее как пряность. Это можно считать единственным хорошим качеством его, потому что других найти в нем очень трудно: корма дает он очень мало, растет отдельными дерновинами, оставляя много свободного места, и т. п.

На залуженных пашнях, при среднем укосе в 45 пуд. на десятине, в наибольшем количестве произрастают: овсяница красная, пахучий колосок, осенний одуванчик, клевер красный и белый, метлица или пух (Apera Spica venti). Кроме того, в меньшем количестве—звонец, тысячелистенник, василек и др. Относительно этого угодья (запущенных пашен) нужно заметить, говорит другой исследователь нашей нечерноземной флоры, Марграф, что состав его и укос менее всех прочих постоянны. Это зависит от того, как сильна была эта часть пашни во время заброса, и сколько лет тому назад она была запущена под луг; та залуженная пашня, которая лежала ближе к усадьбе и, следовательно, была удабриваема сильнее, дает большие укосы, чем та, которая была обессилена; далее, та из них, которая была заброшена 4—5 лет тому назад, содержит больше мотыльковых. Влияние этих условий столь значительно, что укос на залуженных пашнях доходит до 80—90 пуд. Прежде всего, на состав и величину укоса оказывают влияние способы пользования—косят ли угодье, или травят скотом; далее влияет расположение—по степени пониженности пашен, и, наконец, еще те культурные растения, которые последние разводились на запущенных потом пашнях. «От этого представляются наблюдению следующие видоизменения залуженных пашен: когда поле заброшено после снятия ярового (овса), то в первый год на нем отражается влияние бывших в овсе сорных трав. Яровые хлеба в этих местностях сравнительно мало страдают от сорных трав; сорные травы являются тут только вкрапленными, но и они постепенно исчезают, так что уже через 2 года совершенно нет следов трав, бывших сорными в овсе. В это время из злаков среди клевера встречаются те, которые растут естественно на ближайших местах. Постепенно злаки все более берут верх; господство клевера продолжается не более двух лет, так что на 5—6-й год прочие растения вытесняются пахучим колоском, овсяницами, осенним одуванчиком, то-есть вытесняются растениями возвышенных лугов. Если пашня запускается после озимого хлеба, то растительность изменяется сходно с тем, как и после овса; вследствие лучшего состояния земли, после ржи растительность всегда бывает лучше и дает большую массу корма».

В заключение проф. Костычев указывает еще на угодья, которые в северо-западной России занимают иногда большие пространства. Это именно места, оставляемые без культуры, почти сплошь заросшие белоусом (Nardus stricta L.). Этот злак занимает почвы двоякого рода: торфяные, но только влажные, а не мокрые (на мокрых растет по преимуществу осока), и сухие песчаные, притом обыкновенно малопесчаные, сильно уплотняющиеся. До настоящего времени, несмотря на целый ряд сравнительных наблюдений, не удалось об'яснить, почему столь различные, повидимому, почвы заселяются одним и тем же растением. Белоус образует большие плотные кусты (дерновины) из щетинистых листьев и невысоких стеблей; травы он, вследствие малого роста листьев и стеблей, дает мало, да и ту с трудом может захватить коса, вследствие кочковатости отдельных кустов белоуса. Сенокошение на таких участках большею частью невозможно, а пастьба на них представляется опасною в том отношении, что скот мешает появлению на этих участках древесной растительности, на развитии которой основывается вся система, так как та жалкая травяная растительность, которая здесь развивается, не в состоянии оказать достаточно оплодотворяющего землю влияния.

Если таким образом период культуры при лесопольной системе короче, то, с одной стороны, период отдыха земли под зарослью должен быть более продолжителен, так как лесная растительность развивается гораздо медленнее, нежели степная, а с другой—земля под зарослью гораздо менее производительна, нежели

под травяною залежью, так как в течение долгого времени пользование ею каким бы то ни было образом является невозможным. Как на юге на заброшенном участке мало-по-малу появляется более или менее богатая степная растительность, так на севере, в царстве лесопольной системы, от носящихся в воздухе и всюду распространенных семян древесной растительности, ждущих только удобного времени, чтобы прорасти, развиваются мало-по-малу те или другие виды кустарников или дерев. В этих местностях стоит только поставить землю в известные благоприятные условия, охранять ее от вредных внешних влияний, для того, чтобы лес развился и вырос; под покровом же лесной растительности мало-по-малу развиваются и разные более питательные травы, с одной стороны содействующие вместе с деревьями улучшению верхнего слоя почвы, а с другой—увеличивающие ее производительность, доставляя хозяину корм для скота, сначала путем обращения таких участков под укос, а затем, когда лес разовьется и опасности от скота для него не будет, и путем пастьбы на них скота.

По наблюдениям одного из исследователей нашего северно-русского земледелия, Щекотова, который во многом исправил и дополнил наши прежние сведения об условиях хозяйства на северной окраине России и о тех формах, которые принимает там лесопольная система, появление древесной растительности того или другого рода на запущенных пашнях-перелогах зависит не столько от степени истощения почвы, сколько от качества ее, механического строения, естественного плодородия, влажности и напластования слоев подпочвы. Вследствие сего и преобладание тех или других древесных пород в лесах служит лучшим показателем качеств и свойств почвы и степени ее пригодности для культуры. Так, на севере, по удостоверению Щекотова, опытный хлебопашец, глядя на породы заросли, прямо укажет, какая земля боится засухи, какая нет, каков верхний грунт, каков нижний. Лучшими считаются чистые ольховые или еловые перелоги, хуже—ольховые с примесью сосны, ибо здесь и глина глубже, и более песчаная почва; березовые, отличного роста, заросли появляются там, где есть значительное содержание перегноя, весьма важного для первоначального укоренения березы, с еще большею влажностью почв, чем при ольховых кустах. Березовая заросль, корявая и тощая по виду, служит верным указателем подзола и сильной влажности; сосна преобладает на сухих песчаных перелогах и т. п.

Выше мы привели наблюдения Костычева и Марграфа над появлением и сменой дикой растительности на участках, запущенных из-под пашни в пределах нашей средней нечерноземной полосы. В местностях более северных, где господствует более чистая переложная система, в первые годы после уборки хлеба обыкновенно появляются травы и кустарники, наименее требовательные относительно почвы, каковы: беляк или белоголовник (Chrysanthemum Leucanthemum), различные виды рода Hieracium, иван-чай, или капорский чай, или кипрей (Epilobium angustifolium), Erigeron acris, некоторые виды клевера (в особенности Trifolium striatum), поросль осины и т. п. Засим, период заросли при лесопольной системе. точно так же, как период залежи при системе залежной, разделяется на несколько последовательных периодов. Выше названные растения характеризуют первый период. Во втором периоде появляются уже более обильные древесные

всходы, сложноцветное растение желтушник, или зверобой (Solidago Virga aurea), различные виды брусники (Vaccinium) и т. д. Наконец, третий период, когда участок заростает теми же древесными породами, которые прежде на нем произрастали, хотя впрочем нередко, в северной России, взаимная примесь древесных пород нарушается тем, что на участке, уже бывшем в разработке, преобладают хвойные породы, особенно сосна, хотя бы прежде преобладали лиственные породы. В Архангельской, Олонецкой и т. п. губерниях, где участков, годных к культуре, вообще немного, жители стараются улучшить разработанные и затем заброшенные участки особым уходом за ними, который заключается в производстве проходной рубки ради выборки сосновых и осиновых деревьев, чтобы взамен их предоставить больше простора для разрастания белой ольхи, березы и отчасти ели.

Продолжительность периода заросли совершенно обусловливается теми целями, которые в этих случаях преследует земледелец. При первоначальной, первобытной форме лесопольной системы, когда распашные участки являются разбросанными среди леса и когда для обращения под распашку выбираются участки, разделка которых представляется наиболее легкой, ни о какой правильности, ни о каком определенном периоде роста леса на запущенной ниве, разумеется, нет и речи. Запуская участок вследствие его истощения, хозяин не спрашивает себя, на сколько времени он его запускает; расчищая участок из-под леса, не знает обыкновенно и не интересуется тем, как давно этот участок запущен, и сколько времени лес на нем рос. При этом, собственно говоря, существует форма пользования известным участкам исключительно, как полем, совершенно независимо от пользования им, как лесом. Это, так сказать, период бессознательного лесопольного хозяйства, практикуемого и доселе, например, на крайнем севере России, в губерниях Архангельской, Олонецкой и Вологодской, где лес, кроме лучшего строевого, не имеет никакой цены, а участки, распаханные из-под леса, наоборот, —цену очень большую, и где эта форма хозяйства возникает скорее, как результат крайней скудости земель, годных для возделывания, несмотря на обширность территории края и на малую его населенность, при неблагоприятствующих вообще развитию земледелия условиях этого края. Несколько иное там, где население гуще, площадь способных к распашке земель больше, лесов меньше и потребность в лесном материале более ощутительна. По мере того, как площадь полей увеличивается, пользование лесною площадью все более и более входит в систему, все более и более устанавливается известная степень равновесия между полем и лесом, которые оба становятся, наконец, частями одного и того же хозяйства. Смотря по преобладающему значению той или другой части, регулируется и относительная продолжительность лесного и полевого периодов; при преобладании, например, леса, вводимый в полеводство лесной период предоставляется чрезвычайно продолжительным, рассчитанным на производство высокоствольных деревьев. Это мы встречаем в некоторых частях наших северных губерний, например, в южной части Архангельской и Олонецкой, северной части Вологодской, Вятской, Пермской, местами в Новгородской и Петербургской губерниях. По мере развития полевого дела, лесной период сокращается; вместо высокоствольного строевого выращивается только дровяной лес; еще далее, например, в таких губерниях, как Псковская, Костромская.

Смоленская, Могилевская и т. п., при существовании лесопольной системы довольствуются тем, что вместо леса выращивают кустарник, годный лишь на топливо, да на мелкие поделки. Иногда идут еще далее, и по мере все большего и большего увеличения значения распашного периода, древесную растительность доводят только до такого состояния, при котором она сама по себе не представляет еще никакой ценности, но, будучи вырублена и сожжена вместе с верхним дернистым слоем почвы, способна своими остатками обогатить почву и сделать ее более пригодной для производства культурных растений. Смотря по тому, до какого состояния доведена лесная растительность на заброшенном участке и какие приемы применяются для его разработки, различаются разные формы лесопольной системы, для которых в различных местностях России выработались различные названия.

Цель, которая преследуется решительно во всех видоизменениях подсечной системы и которая неразлучна с лесопольною системою, определяя все технические приемы ее, при приготовлении земель, занятых лесом, под рожь, ярь, лен, под покос и выгон, состоит в том: 1) чтобы испепелить всю древесную массу, будет ли она состоять из дерев огромных размеров, строевых, или из мелкого леса, наконец, из маленьких кустиков, ягодника, мхов и других растений, составляющих в целом почвенный покров; 2) чтобы самую почву подвергнуть процессу обжигания, и 3) чтобы масса корней деревьев и растений, заключающаяся в огромном количестве в лесной почве, будучи поставлена в такие условия, которые весьма сильно способствуют так называемому «закисанию» корней, и будучи обожжена сверху, обуглена и открыта чрез обжигание почвы процессам разложения, как можно скорее перегнила или истлела в почве.

Чтобы привести в исполнение первую задачу, нужно срубить на данной площади все деревья и высушить их в такой степени, чтобы они по возможности испепелились, когда будет пущен огонь в новину. Чтобы испепелить весь лесной покров и обжечь почву, необходимо сжигаемый древесный материал распределить по возможности равномерно по поверхности, а если площадь не может быть по неполноте насаждения покрыта цельными деревьями, то нарубить как можно больше сучьев и веток и укрыть ими почти всю обжигаемую поверхность. Истлевание корней не может быть быстро достигнуто, и условия для него должны быть созданы заранее, года за 1½ до выжигания. Поэтому, если рубка новины будет произведена слишком поздно, то корень может не успеть порядочно истлеть, и урожай неизбежно понизится, так как заключающиеся в корнях кислые вещества весьма вредно действуют на корневые мочки столь нежного растения, как рожь. Кроме того, в случае несоблюдения некоторых общих правил, другие процессы также не будут закончены, а это ухудшит качества пашни и обусловит большую затрату совершенно излишней (при других условиях) работы для окончательной подготовки новины к посеву. Варировать способы подготовки подсек хотя и возможно, но не всегда без ущерба делу. Поэтому, чтобы выполнить все условия, способствующие наивыгоднейшему возделыванию дорогого хлеба, строго держатся раз выработанных вековою практикою правил.

Известный хозяин Смоленской губ. А. Н. Энгельгардт и его сосед по имению и последователь, редактор известного журнала «Хозяин», А. П. Мертваго, в 80-х

годах пропагандировали особое видоизменение регулированной лесопольной системы, приспособленной к условиям более интенсивного хозяйства центральных нечерноземных губерний.

Указывая на громадное распространение во всей почти нечерноземной полосе России обширных пространств непроизводительной земли, представляющей собою частью заброшенные после освобождения крестьян полевые земли, частью пространства земли, никогда не бывшие в разработке и поросшие мелким лесом, кустарником, вереском и т. п., А. Н. Энгельгардт обращал внимание на ту громадную пользу, которую русское земледелие могло бы извлечь от обращения этих пустошей в культуру. Путем соответственной разработки пустошей, выжигания растущего на них леса и покрывающей их дернины, возможно, в особенности при соответственном удобрении их фосфоритною мукою, превратить эти бесплодные и совершенно бесполезные ныне земли в пахотные поля, которые могут затем в течение целого ряда лет служить для производства хлеба, льна и т. п., а затем и для производства кормовых растений, эксплоатируемых путем сенокошения, пастьбы скота и проч.

Разработанные пустоши могут, войдя в состав пахотных земель имения, уже навсегда быть приуроченными к полевым угодиям, с установлением на них той или другой системы земледелия, того или другого севооборота; при таких условиях они уже выходят из области лесопольного хозяйства. Но, по словам того же А. Н. Энгельгардта, земли эти могут быть, после окончательного истощения их целым рядом культур, вновь заброшены, запущены под лес. Такой способ эксплоатации особенно пригоден для земель мало производительных, с дурною почвою и т. п. Вот как Энгельгардт описывал предположенный им образ действия в подобных случаях:

«Разделывая до сих пор земли, не приносящие дохода, заросли и отчасти леса, я не трогал таких земель, которые приносили хотя какой-нибудь доход, например, покосы, которые брали на скос с части, хотя с одной трети в мою пользу. Теперь я намерен приступить к разработке других земель и вести ее так, чтобы сначала тоже возделывать земли, приносящие наименее дохода, именно выгоны, старые выродившиеся пустоши, давно разделанные из-под лесов покосы, на которых они уже достаточно выгнили. Разработку таких земель я буду производить тем же порядком, как производил разработку облог, а именно: очистив пустошь от кустов и пней, я буду подымать ее под лен, потом по перелому буду сеять рожь, без удобрения, и по ней клевер с тимофеевкой. Я ожидаю, что на хороших землях, дающих теперь плохие укосы трав потому только, что земля сильно одернела, загрубела, уплотнилась, при подобной разработке получатся прекрасные урожаи льна, ржи и трав в течение нескольких лет, после чего земля опять может быть поднята под лен. Когда же земля вышашется, то буду ее, испаханную, запускать, т.-е. просто бросать, чтобы она обсеменилась березняком. Что же касается пространств с дурною подзолистою почвой, покрытых теперь кочками, белоусом, мхом,—таких пространств, которые даже выгоны представляют дурные, то я намерен их возделывать под леса: кочковатые белоусные места, теперь уже поросшие мелким березняком, ельником и сосником, я вовсе не буду трогать, напротив, буду даже оберегать от порубов для того, чтобы на них вырос лес. Те же белоусные места, которые не поросли березня-

ком, я предполагаю поднимать, засевать по пласту льном, затем по перелому рожью, и потом оставлять, чтобы заросли березняком. Таким образом, пустыри, не приносящие теперь никакой пользы, даже как выгоны, превратятся в березовые рощи».

Очевидно, что подобный образ действия представляет применение лесопольной системы не в первоначальной, первобытной ее форме, а системы регулированной по строго обдуманному плану. Едва ли нужно говорить, какое громадное значение распространение такой системы могло бы получить в северной России, где так много земель пустующих, непроизводительных, но таящих в себе громадные, накопленные веками запасы плодородия, на ряду с ничтожными пространствами давно выпаханной полевой земли, которую мужик из года в год «болтает» сохою для того, чтобы она при тощем навозном удобрении, давала тощие ничтожные урожаи, которые не в состоянии прокормить того же мужика. Результаты же, которые могут быть получены от применения системы А. Н. Энгельгардта, обещают быть блестящими и сулят в будущем целый переворот в нашем северном хозяйстве.

Лесопольная система, помимо урегулирования ее, способна, однако, и к некоторому улучшению сама в себе; это именно — при введении искусственного посева или посадки леса на почве, оставляемой без обработки, после известного ряда хлебных культур. В таком виде лесопольная система получает довольно значительное развитие в некоторых местностях западной Европы, например, во Франции, где в Солони, в Бретани и Гаскони существует обычай засевать участки истощенной земли семенами морской сосны или других хвойных пород, которые своими остатками и вместе с производимым ими отенением земли улучшают почву и делают ее вновь способною к культуре.

Регулированная лесопольная система, предложенная А. Н. Энгельгардтом, представляет переход к травопольной или выгонной системе, так как главным образом восстановлению плодородия в ней служит т р а в я н и с т а я, а не древесная растительность, при чем период сенокошения и пастьбы не только следует за периодом полевых посевов, но и предшествует новому периоду обработки, после расчистки лесной поросли, с тем, чтобы облегчить обработку, не прибегая к дорого стоющей операции выкорчевки пней. Хотя при помощи подсева к последнему хлебу травяных семян и заправки почвы фосфоритной мукой и известью, — А. Н. Энгельгардт и пытался достигнуть своей системой более действительной с и д е р а ц и и почвы (впрочем, главным образом за счет дико произрастающих видов мотыльковых трав), однако за продолжительный промежуток, разделяющий периоды полевой обработки,—благотворное действие сидерации должно было идти на пользу последующей злаковой растительности, разнотравья и лесной поросли, и следовательно — полевые посевы могли выигрывать лишь вообще от более мощного травостоя, но не непосредственно от сидерации; последнее могло иметь место лишь при повторном периоде обработки до запуска под лес. Как бы то ни было, лесопольная система могла соответствовать даже в таком урегулированном и укороченном виде—сравнительно экстенсивному хозяйству и удержалась только в крупных помещичьих хозяйствах нечерноземной полосы. Необходимость более быстрого восстановления плодородия побудила хозяев

степной полосы стремиться к сокращению залежного периода, а в лесной области— к переходу от лесопольной системы к травопольной, и таким образом возникло несколько переходных типов п е р е л о ж н о г о хозяйства.

Насколько неудачны были попытки черноземных хозяев—ярко обрисовывает П. А. Костычев.

Немало хозяев,—говорит проф. Костычев,—разорилось на таких переложных хозяйствах, и тем не менее до сих пор редко где можно встретить надлежащее понимание особенностей этих хозяйств; неудача хозяев, как ими самими, так и посторонними лицами, приписывается обыкновенно «дурным годам», повторяющимся в последнее время особенно часто. Но уже одно это частое повторение дурных годов, слишком частое по сравнению с прежними временами, заставляет невольно задать вопрос о причинах скорого, а иногда и сплошного повторения дурных лет. При внимательном исследовании не трудно придти к убеждению, что причина частых неурожаев заключается в том, что земли в указанных хозяйствах, при слишком коротких периодах залежи, не успевают восстановить своих производительных сил, а при обычных несовершенных приемах обработки посевы культурных растений иногда почти совершенно заглушаются сорными травами, и в особенности — пыреем. Это развитие на полях пырья доходит иногда до того, что не редки случаи, когда можно сказать, что хозяева возделывают собственно пырей, а вместе с ним по временам и другие растения — культурные. Весь строй хозяйства при этом таков, что урожай культурных растений является делом чисто случайным, вполне зависящим от погоды; если погода мало-мальски неблагоприятна для культурных растений во время ранней их молодости, то пырей успевает занять место и забирает такую силу, что хозяин должен благодарить бога, если урожай от этого уменьшается только на половину.

Очевидно, что при таких условиях переложные хозяйства описываемого типа представляют предприятия рискованные, в которых дело ведется в расчете на авось, — на благоприятную погоду во время обработки земли и во время посевов. Задержка всходов или слабый рост культурных растений в первой молодости неизбежно сопровождаются разростанием сорных трав, и если после этого пойдут дожди, то это еще сильнее может повредить культурным растениям, потому что сорные травы разрастаются тогда с чрезвычайною силою.

Тем не менее, такие неудовлетворительные переложные хозяйства иногда долго удерживаются у нас в разных местах, потому что существование их имеет свои причины; запущенные залежи служат сенокосами и пастбищами, и так как, кроме залежей никаких других земельных участков для этого нет, то хозяева, обыкновенно, почти одинаково озабочены тем, чтобы на полях росли хорошие хлеба, а на залогах — хороший пырей. Достижение того и другого возможно только при долговременных залежах и потому понятно, что хлеба в описываемых переложных хозяйствах родятся плохо. Поэтому, нельзя не признать, что переложные хозяйства описываемого характера находятся теперь в периоде так называемого «переживания», понимая под этим такое явление, которое потеряло разумные причины для своего существования и держится в силу

только привычки. В прежнее время, когда возможны были многолетние залежи, переложное хозяйство было вполне рационально, с его однократною обработкою полей под посевы, с посевом по пластам под борону, с исключительными посевами яровых и проч. В настоящее время оно таково, что в большей части местностей Европейской России его давно уже пора заменить чем-либо более приспособленным к современным хозяйственным условиям.

В юго-восточной России стремление к краткосрочной «скороспелой» залежи, уже в 90-ых годах отчетливо формулированное известным агрономом удельного ведомства А. Н. Клингеном, было положено в основу многолетних работ Костычевской опытной станции, и первому руководителю этой станции В. С. Богдану удалось разрешить эту задачу введением в культуру нескольких видов дикорастущих трав, а именно житняка и серповидной люцерны. Житняк (Agropurum cristatum) принадлежит по характеру своего развития к группе степных плотно-кустовых злаков, образующих в пахотном слое густой войлок тончайших мочковатых корней и тем способствующих быстрому восстановлению мелкокомковатой структуры. При культурных условиях этот злак легко преодолевает конкуренцию всех дико-растущих видов степи и образует в течение нескольких (2—3) лет плотную дерновину и твердый пласт, аналогичный пласту залежи, и таким образом—действительно получается скороспелая залежь, годная к распашке под хлеба. Аналогичный процесс наблюдается и при условиях влажного приморского климата Англии и побережьев Северного моря, где однако для цели образования плотного злакового дерна служит другой злак, чаще всего английский райграс, высеваемый обыкновенно в смеси с другими многолетними злаковыми травами (тимофеевкой, овсяницей, лисохвостами, мятликом) и клевером (который однако в первый год пользования служит лишь в качестве покровного растения для медленно развивающихся злаков и не должен заглушать последних).

Существенное отличие краткосрочной залежи от обычного травяного клина заключается в обоих случаях в том, что благодаря подбору плотнокустовых злаков, в короткий срок создается плотная дернина с залежной структурой, чего не наблюдается в обычном травяном клину при возделывании клевера и смешанных посевов мотыльковых и злаков, даже в том случае, когда пользование травяным клином по продолжительности не уступает продолжительности залежного периода (а именно достигает 3—4 лет). Впрочем, на практике эти особенности далеко не всегда принимаются во внимание и исторически установилось смешение различных видов травопользования — под общим названием выгонной или многопольной травяной системы, введенной в Европе значительно раньше плодосеременной системы, при которой зерновые посевы ежегодно чередуются с посевами кормовых растений. Первоначально травяной период резко отделяется от периода полевой культуры, при чем для удобства пользования травяными полями они окапывались валом с живыми изгородями, т.-е. пастьба скота производилась на огороженных полях, получивших название «кошель».

---

5. ВЫГОННАЯ СИСТЕМА.

Возникновение и развитие различных типов выгонной системы особенно обстоятельно описывается в сочинении А. Тэера. Мы остановимся на этом описании в виду того, что и в истории нашего западного края выгонная система сыграла крупную роль, как об этом свидетельствует ближайшее изучение материалов Горыгорецкого Земледельческого Института. Приводим выдержки из II тома (§§ 324—330 и 352—354).

§ 324. Вероятно, что система выгонного хозяйства принята на Севере с древних времен, ибо Тацит говорит: «arva per annos mutant et superest ager» (они ежегодно переменяют пашню и имеют поле в запасе). Нет сомнения, что в те времена переменяли поля без порядка, а смотря по тому, как они истощались и переставали приносить изобильные жатвы; ибо в пастбищах, способных к обращению в пашню, недостатка не было. Но когда, по мере возрастающего народонаселения, владения становились ограниченнее, тогда увидели необходимость снова пахать оставленное поле; а как заметили, что отдых и удобрение, доставленное пастьбою скота, возвращало полю его плодоносие, то и начали запускать поля одно после другого на несколько лет под пастбище, снявши сряду по-нескольку зерновых жатв.—Во многих странах мы до ныне находим следы такого хозяйства, отыскивая пахотную землю под древними дубами.

Вероятно сей образ хозяйства сохранялся в северной части Германии и в Датском полуострове, где и был приведен в правильную систему, распространившуюся впоследствии и в соседственных странах. В начале XVШ столетия Ланцростфон-Люге ознакомил с выгодами сей системы и, между 1720 и 1750 г.г., начал вводить ее, с некоторыми изменениями, в своих Мекленбургских поместьях, чрез что навлек на себя насмешки, вражду и сопротивление, кои, при возникших в то время у него несогласиях с Герцогом, были отчасти причиною его гонения, которое разстроило его новое хозяйство и самого его довело до разорения.—Сии обстоятельства заставили подражателей его, в продолжение долгого времени, действовать скрытно и, мало-по-малу, вводить в своих поместьях его систему хозяйства с некоторыми изменениями, а публично—опорочивать оную. Вдруг начали замечать, что многие поместья, весьма истощенные трехпольным севооборотом, и в коих год от году убавлялось количество навозу и запашки, посредством вновь принятой системы весьма поправились и начали доставлять гораздо большие урожаи. Однако ж система сия не прежде как в продолжение и после семилетней войны получила всеобщее одобрение и распространилась в большей части Мекленбурга и в соседственных областях. С сего же времени начали появляться в свет и первые об оной сочинения.

Выгоды, полученные от сего рода хозяйства, особенно в тех поместьях, в коих год от году уменьшалось количество навоза, столь были очевидны, что начали сию систему почитать совершеннейшею из всех возможных, и помещики тех стран поспешили воспользоваться правами своими над поселянами, чтобы со-

вокупить все свои пахотные земли и разделить их на клинья. С сего-то времени начали только познавать истинную ценность земли.

§ 325. В упомянутых странах, слепой случай ознакомил хозяев с сею системою и благоприятствовал ее введению, но в других местах введением оной обязаны мыслящим людям. Особенное плодоносие земель отдохнувших, надежность и изобилие получаемых с них жатв, сравнительное богатство и превосходство пастбищ — все сии выгоды не могли не обратить на себя внимания людей наблюдательных.

Камилло Торелло в своем Ricordo d'agricultura предложил систему сию в полном ее совершенстве, основывая оную на твердых доводах и на справедливых рассуждениях. По мнению его, запущенная травою пашня должна быть восемь раз вспахана и потом употреблена под хлебные жатвы без унавоживания, разве с приложением извести; но перед последним хлебным посевом он советует унавозить и вместе с оным посеять дятлину и другие лучшие луговые травы с тем, чтобы опять допустить ту пашню под пастбище, или под сенокос для содержания скота. Швейцарец Бертран в своих основаниях земледелия предлагает ту же самую систему и доказывает преимущество запущенной под траву пашни над постоянными пастбищами, и превосходство хлебных жатв, происходящее от разрушения образовавшегося на оной дерна. Система сия введена и в Швейцарии, но с которого времени—мне не известно.

§ 326. Несмотря на все сие, против выгонной системы нашлось много противников, из коих большая часть не имела об ней настоящего понятия, и полагали, что от введения оной уменьшается количество хлебных жатв, что стыдно оставлять столь большие количества земли без посева, и что только одно уменьшение работы побуждало одобрять оную. При сем ссылались на уничтожение в Мекленбурге крестьянских мыз и утверждали, что следствием сей системы должно быть неминуемо уменьшение с'естных произведений и уменьшение в потребности работников.

Почему Берлинская Академия наук предложила на 1791 год, с назначением награды, задачу о том: хорошо ли ввести выгонное хозяйство, особенно в Маркт-Бранденбурге.—Многие представили в Академию свои сочинения, кои, обратя на сей предмет общее внимание, породили еще большее число новых сочинений; но ни в одном из них не изложено ясно взаимное отношение разных хозяйственных систем, а в большей части оных не дано даже полного понятия и о выгонной системе, особенно людям, не имевшим о ней никакого предварительного понятия.

§ 327. Главное достоинство плодопеременного с пастбищем, или выгонного хозяйства, о коем умалчивает большая часть противников оного, состоит в том, что все земли, способные к пашне, бывают в ней употребляемы. Одни только излишне влажные и неспособные к осушению или слишком гористые, или наконец, весьма отдаленные земли, оставляются постоянно: первые под лугами, а вторые и последние под лесами.

При сей системе нет нужды употреблять луга под пастбище, и если выпускается на них скотина, то не иначе как рано весною и поздно осенью, когда паст-

ва не может сделать им никакого вреда.—Пастбище в лесах совсем воспрещается, и скотина не топчет молодых отпрысков и не об'едает молодых деревьев. В сей системе не отделяют особых земель для постоянных выгонов, но все удобрение, производимое на отдыхающих полях скотиною и гниющими стеблями растений, обращается в пользу последующих, в продолжение нескольких лет, хлебных жатв, так что поля, плодоносие коих ослабело, но не истощилось, мало-по-малу оправляются, доставляя пастбище и корм скотине.

Впрочем, не совсем справедливо, будто бы с принятием сей системы уменьшается количество хлебных посевов, против трехпольного хозяйства; напротив, есть много случаев, что со введением оной увеличивается хлебный посев; ибо в число пахотных полей поступают не только постоянные пастбища, бывшие прежде необходимыми для содержания скотины, но еще и вырубленные леса, в коих оставались кое-где пни.

Мы уже говорили—выгонная система с помощью запускаемых под траву пашень может давать способ содержать гораздо больше скота на лучшем корму. Следовательно, оно доставляет и больше навозов и обращает в пользу даже тот скотский помет, который при обыкновенном хозяйстве был бесполезен для хлебопашества и терялся на постоянных пастбищах.

Мы уже говорили, что хлебный урожай зависит от силы почвы; и в плодопеременном с пастбищем хозяйстве, он столько увеличивается, что в большей части случаев, даже и при уменьшении количества хлебных полей, он превосходит урожай, получаемый от трехпольного хозяйства. Посему почти везде принято за правило, что при одинаковом унавоживании и при одинаковом севообороте, поле, попеременно обращенное под хлеб и потом под выгон, дает после сего одно лишнее зерно чистого урожая, что составляет немаловажную прибыль.

К сему должно еще присовокупить умножение доходов от скотины, получающей изобильнейшую пищу в продолжение целого лета, и притом представляется еще возможность умножить скотоводство, по мере большого пространства земли, запускаемой под траву, и сильнейшего произрастания оной: следовательно, признанная всеми выгода от скотоводства, получаемая при выгонной системе, уже показывает ее преимущество пред трехпольной, хотя бы при сем и не было умножения в количестве получаемого хлеба.

§ 328. Соразмерность между количеством клиньев, засеваемых хлебом и отдыхающих, бывает весьма различна в сем хозяйстве, и на сем-то различии и на последствиях, от того происходящих, основаны подразделения сей системы.

Главнейшие подразделения сей системы суть: так называемые, хозяйства: Голштинское и Мекленбургское.

В первом из них пастбище и содержание скота имеют перевес над хлебными посевами, и на них преимущественно основан доход хозяйства. Голштинский земледелец в сравнении с Мекленбургским, не только, по соразмерности, обращает меньшее количество земли под пашню, но и не столь много обрабатывает свое поле. По старинному обрязу сего хозяйства, доселе сохранившемуся у многих хозяев, нет обычая в продолжение целого года обрабатывать пар, или по крайней

мере, летом его перепаривать. Долгое время не смели даже раздроблять дерна и истреблять засеянных растений, дабы многократным паханьем не уменьшить зародышей будущих пастбищных растений, почему, при обращении отдохнувшей земли под пашню, они не приготовляют ее к посеву перепаркою, а часто по первому взмету сеют овес, или, если почва песчана, то гречиху.

Впоследствии же перед запущением пашни под пастбище опять опасаются много раздроблять землю и истреблять начисто растущей на ней травы; по сей-то причине последний хлеб перед пастбищем обыкновенно бывает у них овес, под который пашут землю однажды. Я не могу не одобрить тех хозяев, кои, хотя и чувствуют пользу тщательной перепарки, но производят оную на отдохнувшем клину не прежде, как по снятии с него вышеизъясненным способом одной овсяной жатвы.

§ 329. Голштинские земледельцы имеют большее число клиньев, нежели Мекленбургские, и многолетние севообороты; и чем большее число жатв сряду снимают с поля, тем на должайшее время оставляют пашню под пастбищем. Обыкновенно в Голштинии $^1/_5$ часть земли занимается озимым, $^1/_5$ яровым хлебом, $^3/_5$ остаются под пастбищем. Если поля оставляются в пару,—что входит в обыкновение с тех пор, как начали вводить в общее употребление удобрение мергелем, то должно полагать, что еще $^1/_{10}$ часть оных оставляется в пару для предуготовительной обработки. В сем случае принимается следующий севооборот: 1) овес на поднятом пласту, 2) пар, 3) озимый хлеб, 4) яровой хлеб, 5) озимый или яровой хлеб, 6), 7), 8), 9 и 10) пастбище.

В сем роде хозяйства, редко, или почти никогда не бывает менее десяти клиньев; иногда же оных бывает 12, 13 и 14, в коих после нескольких хлебных жатв сряду, каждый клин оставляется под пастбищем, так притом, что число лет отдыха превышает число лет посева; ибо никогда не берется сряду более пяти хлебных жатв с каждого клина.

В Голштинии реже, нежели в Мекленбурге, *переменяют число* клиньев; ибо там каждый клин отделен от других рвом и валом, с живою оградою. А как содержание скота на пастбище служит как бы основанием Голштинского хозяйства, то сим огородкам приписывают столь великую важность, что, по мнению многих, в сем-то и состоит главное различие между хозяйствами Голштинским и Мекленбургским; посему-то и возникли жаркие споры о пользе и неудобствах сих огородок.

Когда выгонный клин обращается под пашню, то живую изгородь срубают, а в продолжение пашни, ограда мало-по-малу отрастает, и впоследствии, когда клин снова обращается под пастбище, она действительно приносит великую пользу.

Затруднения и издержки, сопряженные с заведением таковых оград, служат причиною, что, по заведении оных, неохотно приступают к новому распределению клиньев; и потому в поместьях, в коих оных находится излишнее число, предпочитают один или несколько клиньев совсем исключать из принятого севооборота и завести в оных особенное хозяйство, подобное тому, как Мекленбургские земледельцы пользуются своими отдельными полями (Nebenkoppel).

Голштинский земледелец, по соразмерности, содержит скота более, нежели Мекленбургский, и кормит оный лучше летом и зимою, а потому и получает большее количество навоза, с помощью коего, при должайшем отдыхе, земля его сохраняется гораздо в лучшем состоянии и, при меньшем количестве работы, доставляет часто изобильнейшие, хотя вообще не столь благонадежные жатвы, какие получаются при Мекленбургской системе хозяйства.

Как сего рода хозяйство заведено в Голштинии с незапамятных времен, и поелику посредством оного плодоносие должно ежегодно усиливаться, то она с давнего уже времени там очень богата, хотя, за исключением некоторых низменностей и наносных земель, по естественному своему качеству ничем не лучше почвы Мекленбургской и других северных немецких областей. В Голштинии часто видишь черноземные плодоносные поля на почве, в коей песок преизбыточествует до такой степени, что при другом роде хозяйства она была бы совершенно бесплодна. Сим об'ясняется чудесное действие, производимое удобрением земли посредством глинистого мергеля. Сие удобрение ныне составляет отличительную черту Голштинского хозяйства, действие оного столь сильно, что не можно ожидать подобного, от сильнейшего унавожения скотским пометом.

Вообще полагают, что в Голштинии, половина дохода получается от молочного скота; почему на сию отрасль хозяйства обращено особенное попечение.

§ 330. Мекленбургские земледельцы, напротив, преимущественно стараются о произведении зерновых жатв и обработке земли. Вообще их земледелие сложнее и разнообразнее. В продолжение каждого севооборота, они оставляют поля на год, или на два — в полном пару, который непременно подымают еще с осени и потом тщательно воздельвают его в продолжение следующего лета. Следственно под пастбищем у них остается меньшее число клиньев, и потому они не только должны держать меньшее количество скота, но и того не могут продовольствовать столь же хорошо ни летом, ни зимою, как в Голштинии, а посему и доход от скотоводства в Мекленбургском хозяйстве получается гораздо меньший, нежели в Голштинском.

Мекленбургский хозяин, получая меньше навоза, старается недостаток оного вознаградить более тщательною обработкою полей, посредством коей часто получает изобильнейшие жатвы, нежели Голштинский хозяин, при всем избытке оного в навозе; но за то поля первого от таких изобильных жатв приходят в истощение.

Сей недостаток в навозе много старались заменить употреблением удобрения, производимого и сохраняемого самою природою, преимущественно илом, накопившимся из низменностях и в оврагах, иногда же употреблением и болотных растений, особенно же вересков, чем во многих поместьях предупредили истощение почвы.

Хотя употребление глинистого мергеля и там распространяется и производит весьма благотворное действие во многих Мекленбургских, еще не истощен-

ных поместьях; однакож не столь счастливое, как на плодоносной почве Голштинии. Здесь обыкновенно все поля подвержены одному севообороту; между тем как в Мекленбурге обыкновенно имеют несколько севооборотов.

§ 352. Главные выгоды, доставляемые выгонною системою, суть следующие: она весьма сокращает работу, а за произведенную вознаграждает лучше нежели трехпольная, в коей обработка неудобренной земли почти не оплачивается; ибо оный урожай получается не много более как сам-друг. Работы в выгонной системе всегда идут одна за другою в однообразном порядке, и не только работы сии одинаковы в каждом году, но и довольно уравнительно распределены по всем временам года, каждая из них может быть произведена в приличное для нее время, и поелику здесь все, назначенные к распашке, земли поднимаются с осени, то всегда можно улучить благоприятную пору для паханья и бороньбы; посему-то признано всеми, что кто хочет видеть отлично возделанный пар, тот пусть едет в Мекленбург. Навоз вывозится на поле в самое приличное время, и перемешивается с верхним слоем так, что производит полное свое действие на хлебные посевы. Хозяин, для озимого сева, не встречает никакого препятствия, и, что чрезвычайно важно, всегда может ранее отсеять озимое, пользуясь благоприятным к тому временем; что, при других севооборотах, не всегда зависит от воли земледельца.

Противники сей системы говорят, что она излишне сокращает работу и через то вредит деятельности и народонаселению. Но делающие подобное возражение не разсуждают, что при сей системе не остается ни одного праздного места, и что она об'емлет и занимает все пространство земель в поместье, употребляя каждую из них на тот предмет, коему она более свойственна. Если бы со введения сей системы в Мекленбурге и действительно народонаселение в оном уменьшилось, с чем однако-же согласиться трудно: то и в таком случае уменьшение сие должно было бы приписать не введению сей системы, а чрезмерной обширности поместьев и недостатку в малых хозяйственных заведениях.

Количество работы и жатв, за исключением необыкновенных годов, бывают в ней одинаковы и, судя не по пространству засеянной земли, а по действительному чистому урожаю, по крайней мере в оном не оказывается столь великой разницы, какая бывает в разные годы в прочих севооборотах. Здесь редко случается неурожай озимых хлебов; ибо их сеют заблаговременно и приличным образом, так что почти наверное можно предвидеть количество урожая, если только особенные случаи не помешают оному. По сей-же самой причине редко также удается с какой-либо части полей, получить чрезмерный урожай, коего и об'яснить себе невозможно. Ни при каком другом роде хозяйства не можно с такою уверенностью определять ежегодный доход от поместья, как при выгонном.

Сколь много требуется познаний и соображений для хорошего распределения клиньев и для положения прочного основания сей системы хозяйства, столь же легко управлять оными впоследствии, заведя однажды порядок.—Самое обширное хозяйство может идти и содержаться в порядке при весьма небольшом надзоре.—Всякое действие производится однообразно, в свое время и в своем месте, так что почти незачем смотреть, разве за механическою частию работ; т.-е. чтобы паханье, бороньба, посев; сенокос и уборка хлеба вообще производилась надлежащим образом. Сия, так называемая мною, механическая часть работ, столь известна и столь хорошо исправляется в тех странах, где заведено выгонное хозяйство, что всякий староста, взятый из крестьян, хотя бы он и грамоте не знал, в состоянии управлять оною.

Обыкновенно в сих хозяйствах скопная скотина отдается на откуп и находится в ведении и на попечении особенного арендатора; польза сего арендатора требует, чтобы луга сохранились и сенокос на них производился надлежащим образом; почему присмотр над тем и другим принимает он охотно на себя, если только управитель на то будет согласен. Летом скопному скоту отводятся определенные места для пастбища, зимою же производится в корм сено и солома, остающиеся сверх потребности оных для рабочего скота. Даже и в худые годы, когда не изобильно родятся кормы, хозяин уверен, что его скотина, хотя и с нуждою, но прокормится; об остальном ему нечего заботиться; ибо арендатор, при заключении с ним договора, берет скот на свою ответственность, расчитывая только на необходимое количество кормов, без коего уже обойтись невозможно.

Нет сомнения, что при столь постоянном ходе хозяйства и при ежегодно одинаковом количестве произведений, невозможно ожидать больших выгод от оного. Всякое имение дает ежегодно однообразный доход, который в сложности почти всегда равен чистому урожаю получаемых произведений. Имение, в коем сей род хозяйства порядочно устроен, и в коем нет особенных, дотоле неизвестных, источников дохода, должно иметь неизменяемую цену, и покупщик оного, оставаясь при заведенном выгонном хозяйстве, не может ожидать значительного умножения дохода, разве, от стечения необыкновенных обстоятельств произойдет значительное возвышение цен на хлеб.

Впрочем из сего не следует, чтобы оборотливый человек не нашел случая, посредством делаемых им улучшений, получать в некоторых выгонных имениях значительнейших выгод. Но выгоды сии получиться могут не собственно от сего рода хозяйства, а от известных только местных обстоятельств. Хотя многие старались о сем и без успеха, однакоже нет сомнения, что в имениях с выгонным хозяйством есть еще много нераскрытых источников дохода.

§ 353. По особенному удобству и постоянному ходу сей системы хозяйства, ее особенно можно одобрять для обширных поместьев; заведя оную однажды, легче будет управлять хозяйством, в коем обрабатывается 1000 десятин, нежели при другой системе хозяйства, 100 десятин. Притом, вникнув в совокупность всего хозяйства, не трудно иметь и главный над ним надзор. Каждая работа имеет свою определенную меру и время. Староста, надзиратель полевых работ, или прикащик, зная, что все работы могут и должны быть сделаны в известное время, при обыкновенных рабочих силах, в распоряжении хозяйства находящихся, так уже и располагает своими действиями; должно только остерегаться, чтобы в чем-либо не помешать обыкновенному течению дел, ибо тогда все выйдет из своего порядка, и не может опять придти в него. Это хозяйство похоже на машину, в которой перемещение одной части выдвигает из своих мест все прочие, и в коей трудно сделать общее изменение так, чтобы не остановить всего хода и не быть при-

нуждену завести совсем новый порядок; ежлиж в нем не делают никакой перемены, то оно идет своим чередом и производит ожидаемое от него действие. Не без причины многие земледельцы страшатся сделать в нем хотя малейшую перемену. Достаточно занять 1 десятину на паровом поле дятлиною, или картофелем, чтобы произвести замешательство в обработке всего поля, состоящего из нескольких десятков десятин; ибо при этом легко может статься, что нельзя будет успеть приготовить заблаговременно землю к посеву, или надлежащим образом ее обработать.

Постоянный ход хозяйства сего рода даст помещику способ заочно управлять несколькими обширными поместьями,—не имея даже в них отменно способных надзирателей; стоит только изредка посматривать на машину и в случае нужды ее подмазывать.—Ведение книг, может быть учреждено самое простое и вместе с тем достаточно ясное.—Многие помещики и арендаторы обширных хозяйств в Мекленбурге все свои счеты ведут мелом на воротах своих домов.

Кроме того, что в сем роде хозяйств работа бывает распределена уравнительнее, но и вообще ее требуется менее, нежели в других родах хозяйств. Посему в тех местах, где мало работников, и особенно там, где их невозможно бывает достать в страдную пору, выгонное хозяйство очень прилично. Оно ежегодно требует одинакового числа работников и рабочего скота, коих труды распределены по разным временам года столь уравнительно, сколь это возможно в сельском хозяйстве; а если и случается пора, в которую работники бывают нужны для хозяйства, то они к сему уже привыкли и приискивать себе на ту пору другие занятия.

В странах, мало образованных и мало населенных, где земля имеет низкую ценность, или вовсе никакой; где приличнее обращать внимание на количество а не на качество работы, там особенно выгодно выгонное хозяйство. И в таком случае я едва-ли бы решился отступить от принятой формы оного.

Оно имеет то преимущество, что его можно во всякое время переменить, и что от него незатруднителен переход к другим севооборотам, а в случае нужды оно не препятствует раздроблению на части большого поместья; ибо стоит только для сего завести на каждом отдыхающем клину особенный севооборот.

§ 354. Но рассматривая систему сию в самом существе оной и без отношения к местным обстоятельствам, мы увидим, что она еще весьма далека от совершенства.

Вообще признано, что в Голштинии хлебные урожаи гораздо менее, нежели должны-бы быть, судя по силе земли, в Мекленбурге же скотоводство не доставляет хорошего дохода, не потому, чтобы мало содержали тим скота, но потому, что недастает оному и летом и зимою нужного корма, через это хозяева не только лишаются надлежащего дохода от скопа, но, что еще хуже, терпят недостаток в навозе; иначе, при превосходной обработке земли в Мекленбурге, получали бы больше хлебного урожая и силз земли прибавлялась бы.

Сверх того в обоих сих видах выгонного хозяйства, урожай зерен и соломы значительно уменьшается от последования одной за другою, 3-х, 4-х и более хлебных жатв, и хотя мекленбургский земледелец, после тщательной возделки пара, получает урожай озимого хлеба не менее того, какого можно ожидать от количества питательных соков, содержащихся в почве; но зато последующие жатвы, особенно третья и четвертая, столь плохи, что среднее количество урожая всех хлебных посевов полагается в Мекленбурге не более как сам-четверт или сам-четверт с половиною.

Нет сомнения, что если-б в обоих сих хозяйствах производились более приличные оные посевы, то как от хлебопашества, так и от скотоводства получался бы гораздо значительнейший доход; сии улучшения могут быть вводимы (как-то уже и видим у некоторых хозяев) без значительного изменения в сделанном разделении клиньев, и не прибегая к содержанию скота на стойле, которое кажется иным весьма затруднительным».

Горыгорецкий Земледельческий Институт при организации своих опытов придавал выгонной системе особенно важное значение и ввел севообороты, весьма приближающиеся по типу к выгонным севооборотам Голштинии. Однако, опыты с различными типами плодосмена, организованные Институтом в 1847 г., не подтвердили возможности выгодного применения выгонных систем в местных условиях. Достаточно указать на то, что в десятипольном севообороте, где под выгон отводилось 5 полей, а под хлеба—три поля (кроме того, навозный пар и картофель после удобренной ржи),—средний урожай ржи за 14 лет составил 69 пуд., по навозу и 55½ пуд. без навоза, следовательно, благотворное действие выгона проявилось чрезвычайно слабо, не говоря уже о том, что пастбище получалось очень тощее (несмотря на подсев белого клевера), а средний сбор зерна на десятину (принимая во внимание и выгонные поля) понизился в 3—4 раза по сравнению с севооборотами плодопеременной или зерновой системы (17 пуд. на десятину). Такой же результат получился и при шестиполье с трехлетним выгоном (в этом севообороте средний урожай ржи—51 п. и овса—41 п., а сбор клеверного сена в первый год пользования—136 пуд.). При перечете зернового сбора на десятину всей пашни, при шестиполье (правда, на более плохом участке, ныне находящемся под плодовым садом) получено всего 15,₃ пуда.

Неудача с применением выгонной системы об'ясняется, главным образом, тем, что в наших климатических условиях развитие злаковых трав далеко необеспечено даже при высеве их на подготовленную почву; о появлении же естественного злакового покрова—нечего и думать и для подавления сорной растительности необходимо было прибегать к подсеву белого клевера, который, впрочем, не мог сам по себе давать значительного подроста и сомкнутого травостоя. Сидерация при таком залужении полей тоже не достигалась, судя по низким урожаям безнавозной ржи по трехлетнему выгонному пласту (51—55 пуд.). Впрочем, и в условиях Мекленбурга, как свидетельствует сам Тэер, урожаи ржи при выгонной системе держались в то время на столь же низком уровне (сам 4—4½, что даже при густом посеве в 12 пуд. на дес. составляет урожай в 48—54 пуд.); Тэер приписывал такие низкие урожаи коренному недостатку Мекленбургских севооборотов, а именно повторению 3—4 хлебных посевов подряд и более слабому (чем в Голштинии) удобрению полей навозом. Но и Голштинские севообороты, допускавшие

не более 3-х хлебных посевов, после 4—6-летнего выгона, при обильном удобрении хлебов, все же не отличались высокими урожаями хлебов. И, таким образом, успех выгонной системы основывался исключительно на обеспечении кормами большого количества скота, т.-е. на чисто животноводственном направлении Голштинского хозяйства, что, в свою очередь, оказывалось, возможным лишь благодаря влажному и теплому приморскому климату, благоприятствовавшему быстрому отрастанию трав на выгонах. Подобные естественые и экономические условия сложились в России только в Прибалтийском крае, о чем и свидетельствует исследование проф. И. А. Стебута, произведенное в 1856 г. и приведшее автора к заключению о целесообразности и своевременности перехода от трехпольного зернового хозяйства к многопольно-травопольному или выгонному. Вывод этот вполне правильный для крупных хозяйств Прибалтийского края, по экономическим условиям того времени казался И. А. Стебуту приложимым и к западным и к средним нечерноземным губерниям, но прямой опыт Горыгорецкого Земледельческого Института показал, что он не оправдывается естественными условиями этих районов. В частности, по отношению к северной нечерноземной полосе—более соответствующим и естественным и экономическим условиям оказалось применение регулированной лесопольной системы в том виде, в каком ее пропагандировал А. Н. Энгельгардт, однако, исключительно в отношении экстенсивных крупных помещичьих, но отнюдь не мелких крестьянских хозяйств.

6. ТРАВОПОЛЬНАЯ СИСТЕМА.

Более универсальный характер приобрела травопольная система с кратковременным пользованием травами, преимущественно для сенокошения, и лишь в последний год или после покоса—с пастбищным пользованием. Этот тип травополья, очевидно, существенно отличается от выгонного прежде всего тем, что под травы отводится обыкновенно гораздо меньшая часть полей, нежели под хлебные посевы, а именно, в виду возделывания в этом типе не злаков, а клевера,—необходимо было разделить 2 — 3-летний период травопользования 4 — 6-летним периодом обработки и, следовательно, кормовая площадь составляла не более ⅓ всей пашни. Клеверное травополье, таким образом, явилось типом переходным от выгонной системы к плодопеременной, при которой кормовые посевы ежегодно чередуются с продовольственными зерновыми или пропашными. Третьей особенностью клеверного травополья является предпочтительное пользование травами **на укос,** что вытекало во 1) из гораздо большей производительности клеверных посевов по сравнению со злаковым выгоном (в особенности при естественном залужении дикорастущими злаками) и во 2) из чувствительности клевера к пастьбе и к уплотнению почвы ,в связи с чем приходилось ограничивать пастбищное пользование только отавой и последним годом пользования.

Следует, однако, заметить, что переход от злаковых выгонов к клеверному травосеянию требовал все же большей продолжительности травопользования, чем представлялось бы рациональным при возделывании чистого посевного клевера, растения, по своей природе не многолетнего, а двухлетнего, а потому необходимо

было прибегнуть к смешанным посевам клевера со злаками, что в первый год не могло понижать производительности клевера, в виду более медленного развития злаков, а с другой стороны примесь злаков обеспечивала в последующие годы более сомкнутый травостой и возможность пастбищного пользования (в особенности на третий или последний год, непосредственно перед взметом).

Широкая практика западноевропейских, а затем и русских хозяйств выработала господствующий сейчас повсюду тип травополья со смешанными посевами клевера и злаков (преимущественно тимофеевки) и с 2—3-летним пользованием травами, которые вновь возвращаются на то же место не ранее, как через 4—6 лет. Такая продолжительность для возврата клевера была подкреплена и чисто биологическими наблюдениями над развитием клевера при условии чистого возделывания его, а именно установлением так называемого клевероутомления почвы, которое наблюдалось особенно резко при трехпольной культуре, т.-е. при смене клевера только хлебными посевами. Хотя истинная причина клевероутомления почвы и до настоящего времени не выяснена с достаточной полнотой, но по аналогии с явлением почвоутомления при возделывании целого ряда других растений—принято усматривать главную причину в чисто биологических моментах, т.-е. в постепенном размножении тех паразитов и симбионтов растительного мира, которые всегда сопутствуют каждому растению, особенно многолетнему; для некоторых же почв, в том числе и наших подзолистых и лесных суглинков и для деградированных черноземов, установлено, кроме того, сильное истощение в отношении фосфорной кислоты, извести и калия, т.-е. элементов, в которых клевер нуждается еще сильнее, чем хлебные злаки. На указанных почвах успех клеверной культуры, а, следовательно, и данного типа травополья находится в тесной зависимости от применения минеральных удобрений, так как навозное удобрение при сравнительно слабом развитии животноводства (что неизбежно связано с сокращением кормовой площади) не в состоянии поддержать плодородие полей на высоком уровне, да и не является необходимым и рациональным при возможности сидерации почвы при помощи клевера. Наиболее слабой стороной клеверных севооборотов следует признать несоответствие между истощающим почву вдвое более длительным периодом хлебных посевов и улучшающим почву коротким периодом травопользования, и в связи с этой особенностью находится необходимость подкрепления плодородия почвы не только при помощи минеральных удобрений (что отразилось бы, главным образом, на развитии клевера), но и при помощи паровой обработки и навоза (что имеет особенное значение для озимых хлебов). Однако, необходимость этих способов восстановления плодородия уже неопровержимо свидетельствует о том, что само по себе краткосрочное травосеяние, даже несмотря на благотворное влияние клевера,—не достигает цели, при чем продление периода травопользования не только не способно улучшить положения, но, напротив, заметно понижает благотворное действие клевера, так как предоставлят весь накопленный запас азота не хлебным посевам, а злаковым травам или даже сорникам, обыкновенно поселяющимся на клеверных полях—тотчас после выпадения клевера. Кроме того, удлинение периода травопользования неизбежно вызывает сильное сокращение валового сбора продовольственных продуктов с десятины, т.-е. то самое явление, которое мы отметили для выгонной системы, примененной в неподходящих естественных

условиях (на Стебутовском опытном поле в Горках). Другой отрицательной стороной клеверного травосеяния является недостаточное улучшение физической структуры почвы, что вытекает из характера корневой системы клевера, приспособленной к питанию из подпочвы и не дающей поэтому в пахотном слое того войлока мелких корешков, который образуется при возделывании злаков, в особенности из группы плотнокустовых. В этом отношении и тимофеевка является злаком, дающим недостаточно мощную корневую систему и сравнительно рыхлую дерновину, при чем, с увеличением возраста пласта замечается сильное изреживание тимофеевки и засорение дерновины различными сорняками (в особенности из сем. сложноцветных), вследствие чего, наряду с ухудшением структуры, происходит также истощение почвы в отношении азота и засорение последующих хлебных посевов сорными травами.

Третьим недостатком травопольной системы с возделыванием клевера и хлебов является сравнительно умеренная производительность клевера, вызванная недостаточно тщательной подготовкой почвы и истощением плодородия продолжительной и односторонней зерновой культурой, которая по существу носит экстенсивный характер и не допускает сильного удобрения—ни минерального, ни навозного. При этих условиях культуры клевер не только не может давать максимальных укосов, не только не способен долго удерживаться, но оказывается недостаточно надежным и устойчивым кормовым растением, легко поддающимся разным климатическим невзгодам, при чем травяные поля быстро засоряются и утрачивают приобретенную под густым покровом клевера рыхлость.

Неудачи клеверных посевов при экстенсивной зерновой культуре наблюдались в русских крестьянских хозяйствах особенно часто, напр., в центральных нечерноземных губерниях. Такие неудачи были замечены, однако, уже во времена Шубарта и Тэера, когда посевы клевера пропагандировались в условиях трехпольного хозяйства. В то время еще не знали клевероутомления почвы, и посевы клевера производились сначала в каждом паровом поле (под предшествующий яровой хлеб), с однолетним пользованием и посевом озими по клеверному пласту, но затем, после неудач подобных посевов (засвидетельствованных самим Шубартом) перешли к посеву клевера на половине или на трети пара с возвратом на то же место через 6 и 9 лет. Но и в том случае, когда соблюдалась 5—8-летняя продолжительность возврата клевера, когда, казалось бы, не могло быть уже речи о клевероутомлении, тем более, что клевер оставался на поле только один год и не успевал достигнуть сильного развития,—все же результаты оказывались посредственными, и, следовательно, причину нужно было искать не столько в клевероутомлении, в частом возврате клевера, сколько в неблагоприятных для клевера экстенсивных условиях зерновой культуры; и это об'яснение напрашивалось тем более, что одновременно наблюдались прекрасные результаты от клеверной культуры в четырехпольном норфолькском севообороте, получившем широкое распространение в Англии, в Бельгии и затем и в Германии. В этом севообороте клевер возвращался на то же поле всего через 3 года и тем не менее, по свидетельству Тэера, в течение нескольких десятков лет неизменно давал высокие укосы, что приписывалось благотворному влиянию плодосмена, введению, кроме зерновых посевов, пропашного клина, с сильным навозным удобрением и с тщательной глубокой обработкой. Таким образом, в условиях интенсивной культуры даже частый возврат клевера не сопровождался падением урожаев клевера, тогда как в экстенсивных хозяйствах с примитивной зерновой культурой даже продолжительные промежутки не спасали клевера от низкой производительности и неустойчивости.

Наблюдения на Стебутовском опытном поле в Горках тоже подтвердили возможность частого возврата клевера при интенсивной культуре, а именно в норфолькском 4-польном севообороте клевер дал в среднем за 14 лет 183 пуда сена (причем в первые семь лет урожаи клевера были даже на 16 пудов ниже, чем в последние 7 лет, а именно 173 и 189 пуд.), тогда как в выгонном 6-полье (с 2 хлебами) средний урожай первогоднего клевера составлял всего 136 пуд. (в первое 7-летие 134,3 и во второе—137,4 п.), причем во второй и третий год пользования клевер не косился, а стравливался скотом и, несомненно, давал значительно меньшую кормовую массу. В пятипольном английском севообороте с двухлетним пользованием клевером (тип норфолькского севооборота, только на год удлиненный ради более продолжительного пользования клевером) урожаи клевера были близки к урожаям клевера в 4-полье (244,6 пуд., с резким под'емом во второе 7-летие с 212 до 267 пуд., то есть на 55 пуд.), причем и во второй год пользования урожаи были выше, чем в 6-полье в первый год пользования (а именно 144,2 пуда, тоже с резким под'емом со 100 до 188 пуд.). При сравнении двух других типов плодосмена—8-полья (с 3 хлебами, картофелем, однолетним клевером и паром) и бранденбургского зернового 9-полья (с 5 хлебами, картофелем, двухлетним клевером и паром) вновь подтвердилось неблагоприятное влияние на клевер продолжительной зерновой культуры, а именно при 8-полье клевер дал 261,4 п., тогда как при 9-полье—251,6 п. В 10-польном севообороте с 6 зерновыми посевами однолетний клевер дал в среднем 208 пуд. (172—244). Севообороты клеверные, которые пропагандировались в крестьянском хозяйстве нечерноземной полосы, должны быть тоже отнесены к группе экстенсивных зерновых. Так, напр., известное волоколамское 8-полье (пар, рожь с клевером, 2 года клевер, ярь, пар, озимь, ярь), представляющее наиболее правильный вариант ярославского травопольного севооборота, вводит клевер среди 4 хлебных посевов, и хотя, кроме того, сохраняет два пара (пережиток трехполья), тем не менее не обеспечивает высоких урожаев клевера именно благодаря экстенсивной зерновой культуре и слабому удобрению полей (в лучшем случае навозом удобряется весь пар, предшествующий озими с клевером, то-есть ⅛ часть всей пашни).

Явным доказательством того, что клеверное травополье в данном случае не достигало цели восстановления плодородия, служит необходимость сохранения пара, при чем площадь пара сокращается только с ⅓ до ¼ всей площади пашни, тогда как при благоприятных условиях можно было ожидать, что травополье может почти вполне вытеснить паровой клин, вводя клеверный полупар вместо позднего зеленого пастбищного пара, как это и рекомендовалось с самого начала клеверной культуры отцом ее, Шубартом. И, действительно, наблюдения над результатами травосеяния на крестьянских полях Московской губ. показали, что даже при двухлетнем пользовании клевером поля настолько засорялись и дичали, что правильная

обработка их представлялась для крестьян весьма затруднительной и невозможной без введения пара, и таким образом, наряду с травосеянием, необходимо было сохранить старое испытанное, но слишком экстенсивное, средство восстановления плодородия в виде чистого пара, возвращающегося при том два раза на протяжении 8-летнего севооборота. Едва ли нужно прибавлять, что при таких условиях клеверные укосы держались на самом низком уровне (почти не превосходящем урожаев овса, за счет которого должна была развиваться культура клевера) и вместе с тем далеко не всегда оправдывался расчет на увеличение урожаев ржи, без которого сокращение площади ржаных посевов даже всего на ¼ (с 33 до 25%) неминуемо должно было сопровождаться уменьшением валового сбора ржи по сравнению с трехпольем. Естественно, что при таких результатах последовало большое разочарование в травосеянии, которое большинством агрономов признавалось коренным и наиболее действительным средством улучшения крестьянского хозяйства нечерноземной полосы, и под влиянием такого разочарования травосеяние стало распространяться с гораздо меньшей быстротой, а агрономическая пропаганда устремилась по другому руслу, в направлении подкрепления навозного удобрения минеральным, а когда и это направление встретилось с непредвиденными трудностями, пришлось вспомнить и о значении механической обработки, и об улучшении физических свойств нечерноземных почв, и таким образом, совершив замкнутый круг неразрывно связанных между собой культурных средств воздействия на почву, агрономическая пропаганда вернулась к цели и средству, которые лежали в основе травополья, то-есть к необходимости прежде всего озаботиться об улучшении структуры почвы; эта цель, достигавшаяся полнее всего при залежной системе, в гораздо меньшей степени могла быть достигнута при многолетнем злаковом травополье (в выгонной системе), и в еще меньшей степени достигалась при краткосрочном клеверном травопользовании (при травопольной системе), в особенности наряду с экстенсивной хлебной культурой, которая, естественно, продолжала господствовать в переходной стадии от трехполья к травополью.

Все эти недостатки укороченной травопольной системы отчетливо сознавались уже во времена Тэера, который в своем руководстве об основах рационального земледелия подробно останавливается на причинах тех неудач, которые постигли систему Шубарта.

Вот что он по этому поводу высказал:

«§ 306. В трехпольном хозяйстве без нарушения старинных форм оного, последовал величайший переворот, когда вошло в употребление сеять в яровом хлебе и собирать в пару клевер или дятлину, которую до того сеяли изредка на особых местах. Тогда начали утверждать, что дятлина не только не истощает почвы, но еще улучшает ее посредством своих корней и отрастающих, после второго покоса, сочных листов, если их запахивают; что она способствует почве извлекать питательные части из атмосферы; что она приводит землю в такую рыхлость и так очищает ее от сорных трав, что однократная запашка оной равняется пару и приготовляет почву еще лучше оного, для посева пшеницы; что изобильный и питательный корм дятлины, получаемый с парового поля, при кормлении скотины на стойле, доставляет от оной гораздо высший доход и дает преизбыточно навоз. Полагая также, что, с помощью дятлины, вперед можно будет обойтись без лугов, без пастбища и без прочих способов прокормления скота: посему клевер или дятлину почитали основою и сущностью всего земледелия. Словом, на посеве дятлины и на уничтожении пастбища и пара, основывали все благоденствие рода человеческого.

И действительно, такое мнение было бы не преувеличено, если б возможно было от посева дятлины, чрез каждые два года, по снятии двух хлебных жатв, получать всегда равно обильные и сильные урожаи травы в паровом поле; но скоро увидели, что это невозможно и что дятлина, возвращаясь часто на одну и ту же землю, если не углубляют пахотного поля оной и если не пашут с особенным тщанием, год от году родится хуже и наконец почти перестает родиться, сколь бы, впрочем, почва ни была для нее прилична; тогда вместо нее появляются всякие сорные травы, почва делается твердою, и последующие хлебные жатвы бывают весьма плохи.

Сам славный Шубарт, ревностнейший поборник клевера, получивший за то дворянское достоинство с прозванием фон-Клеефельд, принужден был скоро переменить свое мнение, и стал сеять клевер на том же месте чрез 6, а потом чрез 9 лет, а, наконец, одобрять возделывание на некоторой части пара свекловицы, коль-раби и картофеля для корму скотины, а на другой части оного посев гороха. В немецкой истории протекшего столетия имя сего мужа, вместе с именами других благотворителей рода человеческого, будет начертано неизгладимыми буквами, несмотря на то, что он, подобно всем смертным, заблуждался в некоторых понятиях. С неутомимою ревностью настаивал он об уничтожении пара и общих пастбищ и выгонов. Но много уже лет спустя после его смерти и по долгой нерешительности исполнены, наконец, желания его королем баварским Максимилианом Иосифом и некоторыми другими немецкими владетельными князьями, которые, как просвещенные отцы своих народов, решились уничтожить отяготительные права, введенные обычаями».

Если такие плохие результаты получились в западно-европейских странах, где более теплый и влажный климат позволял производить озимые посевы даже после поздних яровых (как картофель и некоторые корнеплоды) и где клеверный пар по своему влиянию на озимь не уступал чистому пару, то в суровых условиях континентального климата России не могло быть речи о замене чистого пара клеверным и о введении клевера в трехполье, взамен пара. Клевер занял свое особое место в севообороте, и обыкновенно за ним следовали не озимые, а яровые посевы или пар; последнее с точки зрения использования рыхлой комковатой структуры почвы, созданной клевером и злаковыми травами, представляется особенно неудачным, ибо многократная паровая обработка приводит лишь к разрушению такой структуры, в особенности на черном пару, который сильно оседает и уплотняется уже к весне, благодаря чрезмерному пересыщению влагой пахотного слоя и действию морозов на пласт; а последующая культура озими приводит структуру почвы в еще худшее состояние, и таким образом последующие посевы уже ничего не могут выгадать от возделывания трав. В засушливых районах, напр., в черноземной лесостепи, клеверный пар являлся малопригодным еще и потому, что чрезмерно просу-

шивал почву и затруднял обработку, вследствие сухости и твердости пласта после укоса клевера, а тем более после пастьбы скота.

Если таким образом клеверное травосеяние в экстенсивных зерновых хозяйствах не могло заменить по своему действию на почву долголетнего залужения злаками при скороспелой залежи в степной полосе или при усовершенствованной выгонной системе (с посевом злаковых трав) в приморских странах, то отсюда, естественно, создалось убеждение в необходимости возделывания клевера в условиях более интенсивной культуры, и в такой именно форме клевер приобрел в передовых странах Европы прочное положение, явившись одним из наиболее могучих элементов плодопеременной системы. Тэер много раз подчеркивал в своем руководстве те требования, при удовлетворении которых только и возможно достижение хороших результатов от клеверной культуры; напомним эти правила, формулированные им в § 369, п. 4 (стр. 154—155). В этих правилах, конечно, многое нужно понимать не в том узком смысле, в каком они выражены; напр., не следует думать, что клевер требует именно навозного удобрения (Тэер в данном случае подчинялся своей гумусовой теории питания растений); напротив, именно под клевер издавна стало применяться с большим успехом сначала известкование и гипсование, а позднее удобрение фосфатами и калийными солями, и в настоящее время мы видим именно в клевере культуру, приспособленную к наиболее выгодному использованию минеральных удобрений и к сидерации почвы, то-есть к обогащению ее азотом и органическим веществом при условии обильного **минерального** питания. Затем не следует, конечно, думать, что при всех условиях подсев клевера в яровом клину является более рациональным; по условиям влажности и состояния плодородия зачастую озимый клин в этом отношении является более подходящим, и в русских хозяйствах северной черноземной России даже преобладает посев клевера по удобренной озими, что, однако же, нельзя считать обязательным, особенно в случае применения под клевер минеральных удобрений, вполне заменяющих навоз, внесенный под озимь.

Далее, не вполне оправдался и взгляд Тэера, что при глубокой обработке и правильном плодосмене, клевер может возвращаться даже через 3—4 года на прежнее место, без ущерба для его урожая. Не всегда оправдывается также заключение Тэера о том, что двухлетнее пользование клевером вполне подготовляет почву к озимому посеву (в засушливых районах, как уже указывалось, клеверный пар не обеспечивает озимых), и, наконец, совет — подвергать многократной перепашке клеверный пласт после трехлетнего пользования тоже не соответствует современным представлениям о рациональной механической обработке травяного клина: клеверный пласт более целесообразно используется при помощи пластовых посевов, не требующих многократной обработки и потому дольше сохраняющих благоприятную структуру почвы. Тем не менее основное требование Тэера, чтобы клевер возделывался при оптимальных условиях питания, обработки и посева и чередовался с разнообразными другими культурами, а не только с хлебами,—остается в силе и для настоящего времени.

7. ПАРОВАЯ СИСТЕМА.

Хотя в основе травопольной системы и лежали те же способы восстановления плодородия почвы, которые присущи залежной и лесопольной системам, так как во всех трех системах плодородие восстанавливается, благодаря воздействию на структуру почвы многолетних трав и отчасти благодаря сидерации и обогащению почвы за счет минеральных веществ подпочвы,—однако, исторически первобытные формы залежного и лесопольного хозяйства сменялись не травопольной системой, которая явилась продуктом более высокой культуры, и послужила переходной формой к плодопеременному хозяйству, а различными видами **паровой системы,** которые в истории европейского и русского хозяйства являлись господствующими на протяжении многих веков.

Мы уже указывали, что залежная система достигает своей основной цели восстановления плодородия только при условии восстановления флоры ковыльной степи, для чего требуется 20—30—50 лет, а так как при односторонней зерновой культуре плодородие почвы или, вернее, нормальное состояние структуры, утрачивается уже после 4—6 хлебных посевов, то, очевидно, требуется, чтобы площадь залежи превосходила площадь пашни во много раз. Вместе с сокращением залежей и расширением запашки утрачивается прежняя устойчивость хозяйства, и приходится изыскивать новые средства восстановления плодородия, приспособленные к более интенсивному хозяйству. Когда площадь залежи приближается к площади пашни, то переход к паровой системе земледелия напрашивается сам собой: вместо последовательной смены 4—5 посевов хлебов с 5—6 годами плохого перелога оказывается несравненно более выгодным укоротить продолжительность залежи до 1—2 лет, чередуя залежь с посевами, через 1—2 года, но с тем, чтобы залежь использовать не для покоса или выгона, а для паровой обработки. Чтобы охарактеризовать условия, при которых совершается переход от залежной системы к паровой, остановимся на описании сибирского земледелия, приведенном в сочинении А. С. Ермолова.

«Переходим теперь к описанию третьего вида переложной системы—**залежно-паровой,** по преимуществу распространенной в Сибири, где, как обнаружили новейшие исследования, лесопольная система полеводства в чистом виде не существует; что же касается до системы залежной, то существование ее обнаружено **только в Приамурьи и Приморской области,** на крайнем востоке Сибири, да еще в степных областях, куда эта система была занесена, по всей вероятности, переселенцами из южных, степных губерний Европейской России. Во всей коренной, земледельческой Сибири, к составу которой принадлежат губернии Тобольская, Томская, Енисейская и Иркутская, а также, вероятно, и Забайкальская область, чисто-залежная система также совершенно не встречается: коренною местною системою полеводства представляется система **залежно-паровая,** переходящая по мере постепенного сокращения земельного простора в паровое зерновое хозяйство с унавоживанием.

Сущность залежно-паровой системы заключается, как видно из самого ее на-

звания, в том, что залежь конкурирует в ней, в качестве восстановляющего производительные силы земли средства, с паром: на поднятой пашне посевы производятся не «хлеб на хлеб», как при чисто-залежной системе, а в перемежку с годами пара; после ряда посевов, земля на несколько времени оставляется в залежь, после чего вновь распахивается и засевается, опять таки в перемежку с годами пара, хлебами. При этом свежераспаханные нови и залежи паруют через более продолжительные промежутки времени (2, иногда и 3 года) и засеваются самыми требовательными хлебами; когда почва истощилась, ее оставляют под пар после каждого хлеба и переходят к более грубым хлебам. Нормальную, общую схему залежно-паровой системы можно, следовательно, изобразить следующим образом:

Под'ем нови—пар—хлеб—хлеб—(хлеб)—пар—хлеб—хлеб—пар... пар—хлеб—пар—хлеб—пар—хлеб—... отдых.

Можно было бы подумать, что подобного рода порядок обработки земли—не что иное, как одна из переходных форм от чисто-залежного к чисто-паровому зерновому хозяйству без залежей. Но такое предположение не имеет за себя никаких фактических оснований: оставление земли под пар практикуется в земледельческой полосе Сибири повсеместно, даже на самых лучших и самых свежих землях в самых многоземельных местностях, а чисто-залежная культура не встречается нигде,—и это заставляет всех исследователей признать, что залежно-паровая система была для Сибири первоначальною, коренною, а не переходною системою полеводства. В трудах хозяйственно-статистической экспедиции, исследовавшей Иркутскую и Енисейскую губернии, мы находим попытку об'яснить эту важную особенность сибирского хозяйства местными природными условиями: «окупать, плодородие почвы посредством одной залежи, читаем мы здесь, было бы крайне невыгодно для большинства земледельцев, поставленных в необходимость расчищать девственные лесные пространства, взамен запущенной под залежь земли. Расчистка, в особенности, первобытных лесов стоила значительной затраты труда и времени. К тому же примитивный характер культивируемых, в большинстве случаев, горных пород, требующих для своего выветривания, усиленной механической обработки, как нельзя более способствовал введению пара». Таким образом, на основании сказанного, залежно-паровая система в Сибири—результат, с одной стороны, необходимости усиленной механической обработки почв, с другой и главным образом—невозможности окупить значительные затраты по вырубке и корчеванию леса таким небольшим числом посевов, какое почва была бы способна дать без содействия пара. Весьма остроумное, такое об'яснение, однако, едва ли может быть признано верным: залежно-паровое хозяйство издавна существует и в наиболее плодородных степных местностях Сибири, где ни затруднительность расчистки лесных новей, ни необходимость усиленной механической обработки почвы, очевидно, не могли иметь влияния на ее возникновение. Едва ли не вернее, поэтому, будет искать причины возникновения и упрочения в Сибири залежно-парового хозяйства в том упоминаемом, хотя и мимоходом, в трудах Иркутско-Енисейской экспедиции обстоятельстве, что пионеры, колонизовавшие Сибирь, были уже знакомы с значением пара, к которому и прибегали, лишь только производительность свежераспаханной пашни, после снятия 2—3 хлебов, начинала заметно уменьшаться.

Под залежно-паровою системой не следует, конечно, разуметь какого-либо единообразного, а затем более общеобязательного, в силу общинных распорядков и т. п., порядка чередования хлебов с паром и залежью. Напротив—«характернейшею чертою сибирского крестьянского хозяйства, по заявлению исследователей, является именно полное отсутствие неподвижной рутины и неизменных, шаблонных порядков; эти последние безконечо изменчивы, в зависимости и от об'ективных причин—количества пашен, почвенных и иных условий, в их крайне разнообразных комбинациях,—и от суб'ективных,—главным образом, от степени экономической состоятельности каждого отдельного домохозяина. Хозяйство в Сибири—это непрерывное приспособление к разнообразнейшим почвенным, климатическим и т. п. условиям,—приспособление тем более полное и рациональное, чем более возможности к тому дает состоятельность каждой данной хозяйственной единицы»; и в этом-то приспособлении, как констатирует исследование, «лежит об'яснение самой возможности развития местного земледелия» при тех крайне неблагоприятных климатических и т. п. условиях, с которыми ему, в большинстве случаев, приходится бороться.

Попытаемся, однако, несколько разобраться в этом бесконечном разнообразии, свести залежно-паровое хозяйство к его простейшим типам и выяснить взаимную зависимость и последовательность этих типов. Прежде всего необходимо остановиться на вопросе о сравнительной продолжительности периодов обработки и сроков залежности, которая на первом месте зависит от размеров, в каждой данной местности, земельного простора: как и при чисто-залежной системе, сроки залежности, по мере сгущения населения, сокращаются, периоды обработки удлиняются; но вместе с тем идут, как мы увидим ниже, изменения в значении пара,—и все это продолжается до тех пор, пока залежно-паровая система не перейдет, более или менее незаметным образом, в паровую зерновую систему с удобрением или без него.

Выше мы привели общую схему чередования в сибирском залежно-паровом хозяйстве пара с посевами; но для отдельных хозяйств, урочищ и целых более или менее обширных местностей можно построить частные схемы, которые будут приближаться то к схеме трехполья:

пар—хлеб—хлеб—пар—хлеб—хлеб. . . . . залежь,

то к схеме двухполья:

пар—хлеб—пар—хлеб—пар—хлеб . . . . . залежь.

Мы не имеем ни возможности, ни нужды вдаваться здесь в детали и говорить о порядках, преобладающих в тех или других местностях земледельческой полосы Сибири; укажем только на общий вывод, к которому приводит исследователей местного хозяйства подобный детальный обзор: «чем выше, читаем мы в трудах Иркутско-Енисейской экспедиции, процент посевов на жниво, чем земли в данной местности новее и лучше,—тем ближе местная система полеводства к переложной и тем дальше она от трехпольно-паровой; чтобы перейти в последнюю, ей предстоит пережить еще более или менее продолжительный период двухполья, к которому она и будет подходить путем постепенного и низбежного сокращения посевов (на жнивах), в связи с истощением почвы, возрастанием населения и уничто-

жением залежей, как фактора системы». По Западной Сибири, равным образом, «исследованием отмечено, что преобладание того или другого способа посева овса находится в тесной зависимости от относительного изобилия земли, а вместе с тем— от относительной продолжительности периодов обработки и сроков залежности... В самом деле, там, где, благодаря продолжительным срокам отдыха, земля успевает достаточно отдохнуть, где во время непродолжительного периода обработки она не успевает сильно истощиться,—там сравнительно высокая степень свежести земли постоянно допускает посевы на жнивах, и севооборот, во время периода обработки, тяготеет к трехпольному типу... Где, напротив, периоды обработки продолжительны, а сроки залежности коротки,—там земля доводится до сравнительно весьма высокой степени истощения... она начинает требовать восстановления своей ослабевшей производительности посредством учащенной паровой обработки,—и землю начинают оставлять под пар после каждого посева, а хлеба сеют только на паровой земле». Важную роль играет здесь, конечно, и относительное плодородие земли; чем она плодороднее, тем обычнее на ней вторые и даже — на свежих новях — третьи посевы, чем она тощее, тем более хозяйство приближается к двухполью.

Существует в некоторых местностях России переходная форма от переложной к паровой системе, еще более экстенсивная, нежели двупольное хозяйство, именно система с многолетним паром. Описание ее мы находим в статье уже неоднократно цитированного нами автора, г. Щекотова, «Многолетняя паровая обработка земель без удобрения». По удостоверению г. Щекотова, такую оригинальную систему паровой обработки можно встретить во многих уездах Вологодской губернии: в Вельском, Тотемском, Никольском и др. Коренное ее назначение — получать, без удобрения, на запольной, отдаленной от усадеб части пахотных угодий такие же урожаи, какие достигаются и при вывозе навоза. В результате этого делается возможным для северных хозяйств держать, сравнительно с общими размерами пахотных угодий, очень мало скота, являющегося в данном случае лишь потребителем яровой и озимой соломы и отбросов полевого хозяйства с этих запольных земель. Самые лучшие земли севера нуждаются в многолетней паровой обработке, если хотят получать на них хорошие урожаи, и это даже в том случае, когда они выкорчеваны из-под леса; но особенно важное значение приобретает описываемого рода паровая обработка на бедных песчанисто-дресвяных почвах, очень распространенных на севере, и несколько меньше на богатых суглинках. По отношению к хлебам особенно хорошие результаты от нее получаются при посеве овса и несколько слабейшие — при посеве ржи.

Многолетний пар, с усиленною и учащенною обработкою почвы нисколько не тождествен с тем, что называют залежью в наших черноземных степных губерниях. Если северную почву оставить в залежи, как оставляют степную, то она покроется лет через 15—20 лесочком и кустарником, превратится в лесной перелог, вполне пригодный для применения на нем приемов подсечного хозяйства с соответствующими хорошими, а иногда и прекрасными урожаями льна и других растений; при многолетнем же паре, или усиленной паровой обработке в течение 2-х или 3-х лет, достигается та же цель, но иначе и много скорее.

Необходимость применять пар на плодородных землях севера, даже выкорчеванных из-под леса, следовательно, с большим слоем перегноя, по удостоверению г. Щекотова, вызывается тем, что такого рода почвы, после обработки их многолетним паром, приобретают прекрасные физические свойства и спелость, обеспечивающие целый ряд блестящих урожаев.

Многолетний пар применяется с полным успехом на почвах, способных к выветриванию, с богатым содержанием легко разлагающихся калиевых и фосфорнокислых солей, бедные же по природе своей песчаные почвы не могут дать обильных продуктов для выветривания, и потому на таких почвах результаты многолетнего пара не особенно хороши, вследствие чего паровую многолетнюю обработку тут применяют лишь в редких случаях. Выпаренные земли дают превосходные урожаи ржи, нередко овса; бывают годы, когда рожь родится здесь лучше, чем на навозной земле. После ржи эти же почвы дают еще несколько хороших урожаев овса, ржи; нередко влияние многолетнего пара замечается в течение многих лет. Многолетний пар приобретает особенно важное значение для тех почв и для тех клочков земли, где практиковались приемы лесопильной системы хозяйства, где ряд «прокатываний» ради возделывания льна довел почву до крайней степени истощения, так что почва одичала на долгий срок и сильно задернела вследствие усиления мхов и белоуса. Такая почва обыкновенно не в состоянии произвести на своей поверхности даже кустов ранее 15—20 лет; а между тем, если тотчас же после уборки последнего льна, посеянного по пару посредством прокатывания, поднять ее сохою и подвергнуть многолетней усиленной паровой обработке, то уже через 2—3 года она может дать еще несколько удовлетворительных, а иногда и хороших урожаев ржи и овса. Лучшие же почвы в этом случае нуждаются для поддержания своего плодородия, лишь в 1½-годичной паровой обработке; а иногда практика допускает, без особенного ущерба, еще более сокращенную паровую обработку опять-таки без навоза; она состоит в том, что в течение одного года применяется пар, как обыкновенно, однолетний, на следующий же год снимается рожь, след., создается двупольный севооборот: пар, рожь, пар, рожь и т. д. На более плохих по качеству полянках иногда рожь заменяется овсом; поэтому севооборот составляется такой: пар, овес, пар, овес, и т. д., при чем иногда после ряда лет подобной культуры вновь следует многолетний пар».

Переход от залежной системы к двуполью с площадью пара, равной площади посевов, наблюдается не только в условиях крайнего севера и при самом экстенсивном строе хозяйства, но под влиянием крайностей климата—является необходимым и в условиях, почти противоположных. Интересный пример подобного двуполья представляет система сухого земледелия, получившая распространение в засушливом районе Северо-Американских Соед. Штатов, система, приписываемая, благодаря агитации и рекламе, Кембелю. Двупольная система с черным паром по словам агронома Розена, бывшего сел.-хоз. агента Екатеринославского Земства «имеет многих защитников среди фермеров и деятелей опытного дела степных штатов и имеет значительное распространение в области великих равнин, хотя сравнительно только немногие фермеры действительно содержат пар «чистым». Нордплатская опытная станция в западной Небраске сильно рекомен-

дует эту систему (по естественным условиям область Великих Равнин приближается к условиям нашей степной полосы и в частности Екатеринославской губ.).

Их прием состоит в следующем: непосредственно после жатвы поле подвергается двойному дискованию (аналогичному лущению); дисковая борона делает один конец, по полю, оборачивается назад и без пересадки дисков захватывает вновь половину вырезанной полосы. Таким образом, все поле, за исключением двух крайних полуполос, проходится бороной дважды, один раз правым, другой раз левым рядом дисков, что дает возможность закрывать борозду. Дискование имеет целью «открыть» почву, чтобы сделать ее способной поглощать влагу и вместе с тем взломать корку, которая могла образоваться на поверхности в течение последней части растительного сезона, когда занятое поле не могло культивироваться. Последующая затем вспашка на глубину 7—8 дюймов, производится осенью или поздней весной в зависимости от состояния погоды. Если осень слишком сыра или поле вообще не удалось почему-либо вспахать осенью, оно опять дискуется ранней весной и затем поверхность держится чистой и в разрыхленном состоянии при помощи вайдера или борон. В июне с сорными травами обыкновенно становится трудно бороться без переворачивания борозды и тогда поле вспахивается, за плугом следует «подповерхностный паковальщик» (каток Кембеля) или дисковая борона с дисками, поставленными под прямым углом к поверхности почвы. Это делается для уплотнения нижнего слоя почвы и восстановления капиллярного движения влаги снизу. За паковальщиком идет зубчатая борона и разрыхляет верхние 2—3 дюйма, чтобы прервать капиллярные капальцы на этой глубине и предотвратить потерю воды, благодаря испарению. Поверхностный слой почвы затем поддерживается в разрыхленном состоянии вплоть до посева. Если сезон благоприятен, то вспашка и пакование производятся осенью, но в этом случае иногда приходится повторить этот процесс в июне, чтобы уничтожить сорные травы. Применением описанного черного пара удается при условиях западной Небраски сохранить в почве и перенести с одного года на другой 100—125 мм. осадков, которые идут на пользу последующему посеву.

Что касается чередования посевов с черным паром, т.-е. того, что Кембель называет сущностью своей системы, то вопрос о значении черного пара должен почитаться пока открытым. «Исследования, предпринятые с.-х. опытными станциями засушливой полосы и отделом «сухого земледелия» при Северо-Америк. Департаменте Земледелия, указывают: 1) что черный пар создает условия, способствующие быстрому истощению органического вещества в почве; 2) что самая возможность удержания влаги в почве из года в год — вещь не вполне установленная; 3) что разные почвы в зависимости от своего строения и от характера подпочвы обладают способностью удерживать только определенное количество влаги и попытки заставить их удерживать больше этого, остаются безуспешными; 4) что с хозяйственной точки зрения черный пар, при условии действительного содержания поля в чистоте, обходится слишком дорого, а в случае потери посева от градобития или других причин сразу теряются результаты двухлетнего труда; 5) что при селекции подходящих сортов растений, применении правильной смены посевов и употреблении зеленого и навозного удобрения можно не только получить хорошие урожаи с меньшим риском и меньшими расходами в полосе с 400—450 мм. осадков, но вместе с тем поддерживать и улучшать плодородие почвы и 6) что во многих местностях при содержании поля под описанным черным паром грозит опасность выдувания почвы ветрами или смывания ее проливными дождями».

Наблюдения, организованные проф. А. Г. Дояренко при Петровской Академии, подтвердили неблагоприятное влияние постоянного черного пара — не только на содержание гумуса, но и в особенности на физические свойства почвы, и это влияние в течение всего десятка лет проявилось настолько резко, что сделало почти невозможной обычную механическую обработку, вследствие необычайной связности и твердости почвы, что следует приписать не только быстрому истощению запасов деятельного гумуса, но и накоплению солей, не потребляемых растительным покровом.

Если переходные формы от залежной к паровой системе встречаются в настоящее время только на окраинах и обычно (за исключением Сибири) довольно быстро принимают более устойчивую форму трехполья,—то последняя форма, благодаря своей большей эластичности и лучшей приспособленности к запросам примитивного натурального хозяйства, удерживается чрезвычайно долго. Остановимся несколько на выяснении преимуществ и недостатков трехпольной системы, обусловливающих ее значение и долговечность. Прежде всего приведем техническую оценку трехпольной системы, принадлежащую А. Тэеру.

§ 312. «Несмотря на то, что в простом трехпольном хозяйстве треть пахатной земли ежегодно остается праздною, многие систему сего хозяйства почитают за лучшую и защищают ее, как единственно хорошую, следующими доводами:

I. Древность и всеобщность системы сей доказывают достоинство оной; ибо не можно вообразить, чтобы худая система могла быть принята, распространена и поддерживаема с постоянством у всех народов и во все времена.

II. Что ни один из всех доселе известных и принятых систем не доставляет столь великого количества хлеба, который, составляя главное основание необходимой для человека пищи, всегда более других предметов требуется для продажи, удобнее сбывается на торгах и имеет постояннейшую цену. Если в сей системе хозяйства получается менее животных произведений, то сие то самое и указывает великую пользу оной; ибо поле для пищи человека дает по крайней мере втрое большее количество растительных произведений, нежели сколько можно бы получить оной от произведений животных; почему система сия равно благодетельна для человечества, государства и для хозяина.

III. В трехпольном хозяйстве лучше, нежели в других, могут быть распределены работы. Между посевами яровым и озимым остается много досужего времени для обработки пара и возки навоза, так что можно заблаговременно исправить посев озимого хлеба, который есть нужнейший и самый прибыльный в хозяйстве. Посему надо содержать и меньше упряжей для работ.

IV. В трехпольном хозяйстве все работы просты и безыскусственны, а потому и могут быть исправляемы всяким работником без различия, и орудиями самыми простыми и всем известными.

V. Что сие хозяйство основано на шестари принятом разделении пахатной земли на три поля, следственно, оно совершенно согласуется со всеми законами, уставами и обычаями, к земледелию относящимися, и может быть переменено не иначе, как с уничтожением оных.

§ 313. Но все сии доказательства, при внимательном рассмотрении оных, оказываются неосновательными.

1. Трехпольная система существует повсеместно и с давних времен, это неоспоримо. Мы получили ее от римлян, а они ввели ее в употребление в отдаленнейших (от Рима) провинциях, особенно в тех, кои снабжали его хлебом; но в окрестностях Рима и даже в других более населенных странах Италии введено было возделывание земли подобное огородному, и господствовало плодопеременное хозяйство, и духовенство Римское, преимущественно содействовавшее распространению между грубыми народами искусств и самого земледелия, учило плодопеременной системе хозяйства, как более соответствующей цели оного. У них был еще избыток в земле, хотя самовольная распашка не разделенных пустых полей и переходы с стадами с места на место и были уже прекращены. Карл Великий в своем Capitulare de villis et curtis imperaroris именно предписывает своим чиновникам наблюдать за сохранением трехпольного хозяйства. Посему неудивительно, что в такие времена, когда власть составляла все, и рассудок безусловно покорялся приказам, трехпольная система сделалась всеобщей во всех христианских странах, и что во всех государственных учреждениях, относящихся к собственности и к сельскому устройству, приняли ее в основание. В последующие за тем смутные века, когда земледелие оставалось в руках рабов, погруженных в грубое невежество, под надзором самого низкого звания людей свободных, и нельзя было ожидать какой-нибудь перемены. Порода или обычай долго с необоримою силой господствовали над науками и искусствами, и малейшее сомнение в согласии оных с правилами рассудка почиталось ересью. Посему-то, в новейшие только времена начали рассуждать о достоинстве сей системы, — и различное от оной хозяйство было введено на некоторых только участках земли в Нидерландах, Голштинии и в немногих графствах Англии.

Сказанного здесь достаточно для показания, что древность и всеобщее распространение трехпольного хозяйства, не есть доказательство его достоинства.

§ 314. 2) Нельзя отрицать, чтобы при трехпольном севообороте не высевалось, на известном пространстве земли, больше зернового хлеба; и в сем отношении он уступает только 4- и 5-летнему севообороту.

Но когда вместе с полями примем в соображение и то пространство земли, какое при сем хозяйстве находится под пастбищами, под лугами, необходимыми для содержания скота, доставляющего навоз, нужный в сем хозяйстве, и сочтем всю пахотную землю, полагая в оную и пастбища: тогда относительно зернового посева окажется другой совсем рассчет, и нельзя сказать, чтобы от

трехпольного хозяйства получалось более хлеба, нежели от других хозяйств. Следовательно, предполагая только, что при поместьи находится достаточно лугов и пастбищ, ненужных для обращения под пашню, могут быть случаи, в коих, при известных местных обстоятельствах, должно дать предпочтение сей системе пред другими.

Впрочем посев и урожай суть две вещи разные; вся важность и вся выгода, как для земледельца, так и для общества, заключается в том, чтобы чистый урожай хлеба, за исключением семян и употребленных на обработку издержек, доставлял наибольшую прибыль. Но в сем отношении, в большей части случаев преимущество находится на стороне других севооборотов. Сие преимущество оказывается еще разительнее, когда сообразим, какое множество других произведений, назначенных для пищи и потребностей человека, гораздо удобнее доставляется при других системах без всякого ущерба для хлебных произведений.

«Хотя защитники трехпольного хозяйства и сознаются, что при других севооборотах, больше можно получить выгод от скотоводства; но они весьма мало ценят сие и полагают, что умножение содержимого скота не приносит значительной пользы ни для земледельца, ни для общества».

Пока в малообработанных странах в изобилии находились естественные пастбища, исключительно назначенные для содержания скота, до тех пор цена скота долженствовала быть низкою соразмерно с ценою хлеба, но по мере усиления хлебопашества и распахивания новых земель, цена скотины должна возвышаться, как по тому, что общественное благосостояние распространяется на все классы народа и дает каждому способ употреблять лучшую, хотя и дороже стоящую пищу. Тогда требование на животные произведения делается столь значительным, что можно с выгодою употребить для содержания скотины и часть пахотной земли и урожай разных растений, искусством производимых, и при всем том получать от поля доход столь же великий, какой бы получился от хлебного на оном урожая; ибо ныне найдено средство прокармливать скотину на гораздо меньшем пространстве земли.

Земледелец, кроме дохода, получаемого собственно от скотины, рассчитывает также выгоду от навоза, возвышающего урожаи хлебных посевов. Рассчет сей побуждает его умножать количество животных произведений до той поры, пока умножение оных будет превышать требование, и, следственно, цена их начнет унижаться. Заметив сие, он обращается преимущественно на произведение хлеба и других веществ, удобнейших к сбыту и необходимых; и тем с большим успехом, что усиленное им скотоводство доставило ему способ привести поля его в лучшее состояние.

Такой ход имеют и необходимо должны иметь изменения в соразмерности содержимого скота к хлебным посевам, если только посторонние причины не переменят естественного порядка.

Сей ход равно полезен, как обществу, переходящему через разные степени образованности, так и земледельцу. Только в Англии соразмерность между хлебными посевами и количеством содержимого скота, повидимому, достигла на

некоторое время настоящей степени, и тогда цена животных произведений сравнительно с хлебом понизилась. Германия еще далека от достижения сей соразмерности; у нас очень можно умножить животные произведения и через то усиливать хлебные урожаи, не опасаясь, что первых будет производиться слишком много. Напротив, через умножение оных, мы можем избавиться от необходимости получать от наших соседей многие предметы, непосредственно нужные для первейших потребностей. Система хозяйства, способствующая сему без ощутительного уменьшения количества производимого хлеба и умножающая плодоносие почвы, имеет, по моему мнению, на своей стороне неоспоримое преимущество.

§ 315. 3) Система трехпольного хозяйства во всей оного простоте дает способ удобно исправлять работы, буде находится достаточное число рук и упряжей для посева и уборки. Но кроме сих двух рабочих пор руки остаются излишними, и чтобы упряжной скот вознаграждал за годовое содержание оного, то необходимо, как в больших, так и в малых хозяйствах употреблять его на посторонние занятия. Если же бы вздумалось хозяину отступить от простоты трехпольного хозяйства и производить некоторые посевы на паровом поле, то он был бы в необходимости прибавить рук и рабочего скота, дабы исправиться с накопляющимися работами в страдную пору и не потерпеть убытка. Кто в состоянии обнять совокупно распределение работ в разные времена года, для того гораздо большее уравнение упряжных и ручных работ в других севооборотах будет очевидно.

§ 316. 4) Если в какой-либо системе хозяйства ободряется леность и беспечность, то это не есть ее достоинство.

Всякий с некоторым рачением и вниманием, сколь-бы он прост и неловок ни был. может в короткое время приобрести искусство для произведения работ, свойственных другим севооборотам. Опыт убеждает, что деятельность и старание работника увеличиваются, когда он участвует в успехе жатвы, к произведению коей он содействовал не простою, но несколько искусственною работою. Что касается до нужных для сего орудий, то мы об'яснились о сем в другом месте; конечно, употребление их еще не сделалось всеобщим, но из того не следует, что должно препятствовать введению полезных орудий.

§ 317. 5) Конечно земледельческие законы и постановления, доныне существующие, препятствуют во многих странах владельцу земли самому по себе переменить трехпольную систему на другую, и для многих делают это невозможным; посему и нельзя винить даже и самого искусного и деятельного хозяина, если он отклоняется от таковой перемены, опасаясь бесчисленных, сопряженных с тем неприятностей. Но когда дело идет о пользе и о благе общественном, тогда должно внимать законам естественным, а не человеческим; ибо сам рассудок велит, чтобы сии последние подчинялись и согласовались с первыми, и это должно и может быть принято за правило во всех тех странах, где чистые понятия о государственном хозяйстве имеют доступ в кабинеты законодательства.

Весьма нелогически рассуждают те, которые говорят: при настоящих постановлениях улучшенное хозяйство невыгодно; а если новая система хозяйств невыгодна, то не следует переменить настоящих постановлений».

В дополнение к оценке Тэера приведем его соображения об условиях, при которых, по его мнению, трехпольная система является вполне целесообразной.

§ 301. Если поле, возделываемое по трехпольному севообороту и чрез каждые два года в третий унаваживаемое, производит на десятину по 10 четвертей озимого и столько же ярового хлеба, а соломы получается от озимого урожая—228, а от ярового—114 пудов: то на основании данных, изложенных в § 275, от одной десятины получится навозу 684 пуда или 12 фур по 57 пуд. каждая; а как для удобрения десятины на три года, нужно таковых фур по крайней мере 20, то и недостает еще для сего осьми фур или 456 пуд. навозу, который приобресть должно посредством сена. Следовательно, для получения навозу, нужного на одну десятину, кроме родившейся на ней соломы, должно еще употребить в дополнение сена 288 пудов, т.-е. сколько оного получается с 1¼ десятины посредственного луга. Хозяйство, в котором есть возможность доставлять земле такое унавоживание, и в котором, следовательно, на каждые три пахотные десятины имеется по 1¼ десятины луга. и сверх того нужное количество пастбищ для прокормления употребленного при хозяйстве скота, такое хозяйство может удержать трехпольный севооборот, ни мало не ослабевая. А как, кроме вышеупомянутого навоза, собирается еще навоз от скотины, содержимой по ночам на пастбище, преимущественно же от овец; то при сем севообороте плодоносие земли постепенно возвышается, так что с большим успехом можно бывает заняться посевом выгоднейшего в продаже хлеба.

С тою же удобностью севооборот сей может существовать повсюду, где находятся посторонние оному пособия, как, напр., где можно собираемую в счет десятинной подати солому употребить для скотины, откармливаемой при винокурнях и в пивоварнях, и через то превратить ее в навоз. При таком пособии иногда получаются превосходнейшие жатвы, кои, по мнению многих, служат доказательством и превосходством сего севооборота.

Если пашня посредственного качества унаваживается в шесть лет однажды, то с десятины, после унавоженного пара, получается урожаю озимого и ярового хлебов по 6½ четвертей, а после неунавоженного пара получается оного по 4 четверти; следственно, если можно в продолжении шести лет получить с одной десятины 10½ четвертей озимого и столько же ярового хлебов, да еще соломы от озимой жатвы 285 пуд., от яровой 152 пуда, итого 416 пудов, от коих получится навозу 832 пуда или 14½ фур, полагая притом, что для поддержания сей степени плодоносия нужно унаваживать десятину по крайней мере 20-ю фурами, то и тогда недостанет еще навоза 5½ фур или 312 пудов и для произведения оных нужно употребить 156 пудов сена.—Из вышесказанного следует, что такое трехпольное хозяйство может существовать и давать посредственный урожай там, где на каждые 6 десятин пашни имеется при оной по ⅞ десятины лугов и достаточное количество пастбищной земли; если при сем соби-

рается помет, извергаемый по ночам содержимою в пастбище скотиною, преимущественно же овцами, то можно еще надеяться, что пашня не придет в истощении, ей угрожающее.

Плохой урожай от трехпольного хозяйства, в коем навоз кладется через 9 лет однажды, довольно каждому известен.

§ 302. Мы предполагали, что хозяйства, в коих принят сей севооборот, имеют достаточные пастбища; редкие однакож из них пользуются сею выгодою. Полагаю, что в каждом трехпольном хозяйстве для превращения в навоз получаемых от оного соломы и сена, нужно иметь по 4 рогатых скотины на каждую унаваживаемую десятину; а дабы скотина сия сохранялась в силах и доход от нее был не ниже надлежащего, то нужно иметь по расчету на каждую скотину, смотря по доброте трав, от ¾ до 1¼ десятин безлесных пастбищ или от 2½ до 3¾ десятин лесных пастбищ, смотря по густоте леса.

Из сего количества пастбищ можно однако убавить то, что будет причитаться на рабочий скот, который по правилам хорошего хозяйства должен всегда содержаться на стойле. Но как и за сим требуется великое количество пастбищ, какое весьма редко встречается при хозяйствах, то мы видим, что почти во всех трехпольных хозяйствах рогатая скотина доставляет весьма маловажный доход, даже и в тех случаях, когда она получает зимою достаточную пищу и когда об ней имеют приличное попечение. Следовательно, вся прибыль от скотоводства ограничивается едва-ли не одним доходом от овец; но и овцы не дают полного дохода, какой могли бы доставить; ибо редко трехпольные хозяйства имеют довольно изобильных и здоровых для них пастбищ. Обыкновенно же в замену оных хозяин принужден бывает оставлять пар невспаханным до половины лета, сколь ни противно сие существенным правилам порядочного трехпольного хозяйства, и несмотря на то, что чрез сие урожай зерна и соломы на глинистой хорошей почве значительно уменьшается.

§ 303. По сему для суждения о том, в порядке-ли производится в каком-либо имении трехпольное хозяйство и может-ли оно само собою поддерживаться в цветущем состоянии (ибо без сего последнего условия невыгодность оного очевидна), должно прежде всего разсмотреть: в вышеозначенной-ли соразмерности находятся между собою пахотные земли с землями луговыми и пастбищными, и не выгоднее было бы попеременно возделывать те и другие; дабы потом, вследствие такого рассмотрения, распорядить все хозяйство приличнейшим образом для получения обильных жатв хлебных, или, по крайней мере, для получения большого дохода от скотоводства, без уменьшения хлебного урожая.

Трехпольное хозяйство, едва-ли не есть самое приличное для таких стран, где в преизбытке имеются невозделанные тучные пастбища, и находится достаточное для собственного потребления количество пахотных полей, но откуда вывоз хлеба затруднителен и не доставляет прибыли, как-то мы видим в большей части Венгрии.

Но где земледелие улучшается, где усиливается распашка новых земель, где народонаселение, потребности и места для сбыта умножаются, там, за исключением некоторых частных случаев, система сего хозяйства более и более делается неприличною; ибо при ней скоро начинает оказываться недостаток в пастбищах, или оные с большею выгодою могут быть употреблены, или, наконец, при другом севообороте получается способ содержать скотину и лучше и дешевле.

К этому расчету следует добавить, что Тэер на основании своих собственных опытов, принимал, что количество получаемого в хозяйстве навоза соответствует двойному весу кормов и подстилки (при условии, что подстилки дается не более того, сколько требуется для поглощения мочи) и что для поддержания хлебных урожаев на должной высоте (10 четвертей озимого и столько же ярового хлеба) необходимо вносить ежегодно по 1200 п. навоза на каждую десятину пара; (внесение через 6 лет 2400 п. он считал менее рациональным, ввиду возможности полегания хлеба). Из приведенного расчета не трудно усмотреть, что трехполье требует сохранения весьма значительной площади лугов и выгонов, которые в совокупности должны превосходить площадь пашни (на каждую удобряемую десятину, составляющую ⅓ всей пашни, по мнению Тэера, требуется кроме 2 дес. луга, смотря по производительности от 5 дес. до 15 дес. пастбищ). Так как в современном хозяйстве даже в России кормовая площадь при всей своей малой производительности в редких случаях приближается к площади пашни (а в большинстве случаев бывает значительно меньше), то очевидно, что трехполье в современных условиях и не может считаться целесообразной и устойчивой формой, и потому не удивительно, что дает урожаи озими почти вдвое более низкие против нормы Тэера (около 5 четвертей с десятины). Для сопоставления с оценкой Тэера приводим соображения о трехполии А. С. Ермолова, имеющего в виду главным образом современные условия русского хозяйства.

«Пар, озимь, ярь—вот наиболее распространенная, наиболее обыкновенная и общая форма неулучшенной зерновой системы,—форма, охватывающая целые страны и удерживающаяся в течение многих и многих столетий. Эта форма возбуждает против себя, как известно, всевозможные нарекания, и действительно она во многих отношениях несовершенна, как по малой степени интенсивности, так и по неблагоприятному действию ее на почву, вследствие крайнего однообразия год за годом повторяемых хлебных культур. Если она тем не менее излюблена населением и удерживается столь долгое время, давно уже будучи осуждена теорией и даже практикой, то это благодаря ее крайней простоте, удобству и соответствию обычаям и приемам земледелия в местностях, не слишком далеко еще подвинувшихся на пути экономического развития. Но особенное значение трехпольная форма паровой зерновой культуры получила в России, где она представляется, как известно, господствующей на землях как крупного, так и мелкого землевладения. Она возникла у нас уже несколько столетий тому назад, а именно около XVI столетия, в эпоху закрепощения крестьян земле,—закрепощения, вызвавшего необходимость оставления системы переложной—лесопильной или залежной. Удержание трехпольной системы приписывают у нас обыкновенно отсталости наших земледельцев, не знающих будто бы ничего другого и не-

умеющих ввести никакой другой системы, более совершенной, хотя и более сложной, нежели трехпольная. Но значительное распространение трехпольной системы в России об'ясняется не только ее простотой, при чисто экстенсивном характере русского земледелия, и не одной рутинностью русских земледельцев, как у нас обыкновенно утверждают. Напротив того, пристрастие наших хозяев к трехпольной системе имеет другую, вполне разумную причину, которую следует искать в особых климатических условиях нашей страны и экономических условиях нашего земледелия. Климат наш обусловливает позднее поспевание большинства наших хлебов,—поспевание, наступающее в некоторых местах чуть-ли не позже самого времени производства озимого посева, и во всяком случае слишком поздно для надлежащей подготовки почвы под своевременный озимый посев в том же году; производство озимого посева после снятия яри, даже после снятия озими же, представляется от этого в большинстве случаев (за исключением южной России) совершенно невозможным. Если для самого посева и хватило бы еще времени, то его ни в каком случае не хватит для соответственной обработки земли, вывоза навоза и т. п. Припомним заодно, что, по отзыву едва-ли не всех русских хозяев, ранние посевы озимых хлебов удаются у нас обыкновенно гораздо лучше поздних. Таким образом, между ярью и озимью д о л ж е н неизбежно лечь промежуток одного лета, в течение которого почва могла бы соответственным образом быть обработана, удобрена и т. п. С другой стороны, опять-таки в большей части местностей России, особенно в средней России, которая и представляет собою настоящее царство трехполья, культура озимых хлебов оказывается обыкновенно гораздо более выгодною, нежели культура яровых. Озимь дает земледельцу гораздо больший доход, да и в крестьянском обиходе продукты озимей играют более важную роль, нежели продукты яровых,—недаром чуть-ли не во всей России арендная плата за землю под озимый посев значительно, иногда вдвое, выше платы за землю под яровое; между тем, при большей части других форм паровой зерновой системы, кроме трехпольной или двухпольной (но последняя еще хуже, потому что еще более сокращает площадь производительных земель), площадь озимых посевов должна подвергнуться сокращению либо в пользу яровых, которые оказываются менее прибыльными, нежели озимые хлеба, либо в пользу пара, что очевидно еще не выгоднее для земледельца.

Кроме того, следует заметить, что есть еще одна, и при том также весьма разумная, причина, нередко препятствующая оставлению трехпольной системы и переходу к многопольным, это именно то, что такой переход большею частью требует более или менее коренного изменения всей системы хозяйства, что не всегда легко, а иногда даже и невозможно исполнить. Никак не следует думать, что трехпольная система сама по себе всегда дурна, а всякая многопольная система всегда хороша,—напротив того, бывают многопольные системы, которые хуже трехпольной,—бывают, и весьма нередко, случаи, когда многопольная система может дать хозяину меньший доход, нежели самое обычное, рутинное трехполье.

Как мы сказали, при большей части других систем, кроме трехпольной или двупольной, площадь земли под наиболее прибыльной для хозяина озимью

должна сократиться, а вместе увеличиться площадь непроизводительного пара. Такое сокращение озимого поля и даже увеличение пара не представляются рискованными. в тех случаях, когда возможно введение культуры ценных яровых, и в особенности плутополольных растений, а равно тогда, когда введением культуры кормовых растений на полях и усилением скотоводства возможно увеличение производительности земли. Этим путем хозяин может иногда даже с лихвою возместить себе тот ущерб, который он понесет от сокращения озимого посева. Но эта возможность представляется не всегда. Так, весьма часто нет таких ценных яровых хлебов, которые хозяин мог бы возделывать с выгодою для себя, взамен сократившейся озими. Яровые пшеницы на вышаханных почвах не удаются, посевы льна рискованны и требуют сильной почвы; рапс и другие масличные также довольно требовательны на почву и сильно страдают от разных атмосферических влияний, от блохи и т. п.; подсолнечник часто подвержен так называемой ржавчинной болезни, особенно при значительном усилении его культуры и частом возвращении на одно и то же место; кукуруза может произрастать только при известных климатических условиях; горох, гречиха, просо недостаточно ценны; возделывание корнеплодов—свекловицы, картофеля — возможно только при существовании в пределах имения или вблизи от него заводов для технической переработки этих растений в сахар, спирт, крахмал, патоку и т. п. При малом, к сожалению, распространении сельско-хозяйственных производств эти условия встречаются у нас сравнительно довольно редко, а без них продукты этих растений, не способные к дальней перевозке, не найдут себе сбыта. Наконец, возделывание кормовых средств на полях, при условии отчуждения продуктов их на сторону, может повести к еще большему истощению земли, нежели при обыкновенном зерновом трехполье, потребление же их в пределах имения требует значительного усиления скотоводства, которое может быть и представляется весьма желательным, но точно также не всегда возможно, например, при отсутствии сбыта молочных продуктов, при опасности чумы и т. д. Кроме того, усиление скотоводство, в котором, на-ряду с развитием сельско-хозяйственных технических производств, несомненно заключается весь ключ к поднятию производительности русского земледелия, требует однако нередко полного пересоздания всего сельско-хозяйственного строя имения, — гораздо больше, нежели простое паровое зерновое хозяйство, требует труда, внимания, ухода со стороны хозяина, который при этих условиях должен отдаться своему делу весь. Не следует также упускать из виду, что скотоводство, даже при самых лучших условиях, само по себе редко бывает доходным,—скот большею частью рентирует только своим навозом, следовательно, нужно, чтобы при усилении скотоводства и полевая культура была поднята на соответственную высоту. Словом, оставление трехполья и переход к усовершенствованным формам полевого хозяйства должны явиться последствием поднятия и переорганизации всего строя хозяйства, а никак не наоборот, иначе от подобной реформы может не получиться ничего, кроме убытка. Вот отчего хозяева, которые сознают, что для них по тем или другим причинам, не настало еще время изменения всего хозяйственного строя имения, поступают вполне разумно, оста-

ваясь при прежнем трехполье и не увлекаясь призрачными иногда выгодами многопольных систем. Вот отчего так часты были и разочарования тех хозяев, которые от одного только якобы «рационального» многополья несли иногда невознаградимые убытки, сваливая потом ответственность за них не на себя, а на ни в чем неповинную агрономическую науку, на ту теорию, которая будто бы ввела их в заблуждение и не оправдалась на практике.

В большинстве случаев, теми же самыми причинами обусловливается и пристрастие наших крестьян в большей части местностей России, за исключением крайнего севера и крайнего юга, к трехпольной системе с тою еще разницею, что для крестьян, при общинной форме землевладения, переход от установившихся форм полеводства к новым, связанным притом с пределами полей и с чередованием посевов не соответственно обычным приемам трехполья, еще труднее, а для отдельных хозяев иногда и совершенно невозможен. Весьма естественно, что крестьянину нельзя занять свой клочек земли в паровом поле, по которому ходит деревенское стадо, каким-нибудь кормовым растением, которое немедленно будет вытоптано и выедено скотом; нельзя ему завести четырех или пятипольный севооборот на своей земле, которая не выделена в один участок, а расположена среди разделенных на три клина общих крестьянских полей, до тех пор, пока вся крестьянская земля не будет соответственным образом переделена: на такой же общий передел наши крестьяне обыкновенно не решаются потому, что не видят достаточно основательных причин отказаться от стародавнего трехполья, которое при том в их глазах имеет вполне разумное основание, удовлетворяя всем потребностям крестьянского хозяйства в пище для людей, в корме и выпасе для скота».

Как показывает история сельского хозяйства в западно-европейских странах, переход от трехполья к другим, более интенсивным системам не сопровождался значительным сокращением озимых посевов, несмотря на почти полное вытеснение чистого и пастбищного пара, но там по климатическим условиям оказалось возможным заменить зеленый и черный пар клеверным и пропашным паром без заметного ущерба для урожаев озими.

В климатических условиях континентальной России такая замена, если и возможна, то в большинстве случаев лишь с ущербом для озими, на севере и во всей нечерноземной полосе, вследствие краткости лета, в лесостепной и степной зоне, вследствие недостатка влаги. Но если сопоставить урожаи озимых при занятых парах с урожаями по позднему пастбищному пару, который является господствующим при современном трехполье, разница в урожаях не только сгладится, но и может оказаться в пользу занятых паров, а потому препятствием к замене трехполья другими формами хозяйства следует признать не суровость климатических условий, а трудность разрешения кормового вопроса; при недостатке кормов и слабом удобрении полей невозможен переход к более интенсивному земледелию, которое пред'являет к плодородию почвы более повышенные требования и, в частности, исключение пастбищного пара, если само по себе и не представляет опасности для урожая озимых, то представляется выгодным лишь при условии обильного удобрения занятого пара; в противном же случае не только не достигается главной цели занятого пара (обеспечения хозяйства кормами), но в то же время усугубляется истощение почвы в ущерб всем последующим хлебным посевам. Итак, современное трехполье попало в заколдованный круг, из которого нет простого выхода; пастбищный пар явно не в состоянии восстановить плодородия почвы, даже если бы он чередовался с каждым хлебным посевом (в период переходной залежно-паровой системы, при избытке земли, выгонов, пар служил цели восстановления именно потому, что при этих условиях был возможен чистый пар и обильное навозное удобрение), с другой стороны—увеличение количества навоза и переход к чистому пару оказываются невозмжными по отсутствию кормовых угодий. И выход из этого заколдованного круга возможен лишь в том случее, если хозяйство изыщет какой-либо способ решения кормового вопроса, в форме ли травосеяния, или введения занятого пара или введения пропашного клина или коренного улучшения других земельных угодий (с превращением их в более производительные кормовые угодия или пашню). Таким образом, естественным пределом выгодного применения паровой системы и, в частности, трехполья, следует считать, с одной стороны, известное соотношение кормовых угодий и пашни (и именно то отношение, при котором хозяйство еще может пользоваться паром в его наиболее целесообразной форме, т.-е. в виде черного и раннего чистого пара), а с другой стороны, соотношение урожаев озими по позднему пастбищному и по занятому или клеверному пару. Первый предел, указанный еще во времена Тэера, давным давно перейден всем европейским и даже русским хозяйством, что лучше всего доказывается невозможностью замены позднего пастбищного пара ранним или черным (напрасно думают, что крестьяне не сознают преимущества более ранней обработки пара; там, где земельные условия позволяют прибегнуть к чистому пару, мы встречаемся с этим паром даже в самых глухих углах Сибири и северных губерний). Второй предел в настоящее время тоже достигнут, но сознание преимущества занятого пара по сравнению с поздним пастбищным еще не достаточно проникло в массу хозяев, да и в научном отношении целесообразность такого перехода обоснована далеко не во всех районах, и только сравнительно недавние выводы русских опытных учреждений ставят вопрос о выгодности замены зеленого пара занятым на более твердую почву; применение же выводов заграничных хозяйств в этом отношении много раз приводило русских хозяев к жестоким разочарованиям. Существует и до сих пор взгляд, теоретически вполне обоснованный, о том, что в условиях континентального климата как на севере, так и на юге, едва ли возможно обойтись без чистого пара, в особенности при условиях экстенсивного хозяйства и примитивной обработки. И даже в западно-европейской и американской литературе существует не мало сторонников применения чистого и черного пара на более тяжелых почвах и в сухих районах. А потому даже и при переходе к интенсивным формам земледелия пар остается важным средством восстановления плодородия, отнюдь не являющимся спутником только экстенсивных систем и примитивной культуры. Несостоятельность черного пара с этой точки зрения оказалась очевидной прежде всего в отношении всех легких почв, не обладающих большим запасом нерастворимых минеральных веществ и вместе с тем нуждающихся во внесении азота и органических веществ, и в условиях экстенсивности земледелия эти почвы оставались или в виде малопроизводительных кормовых угодий или совсем забрасывались под лес.

Необходимость в расширении пашни вовлекла эти пустошные земли в культуру значительно позднее. Наиболее примитивный и дешевый способ их эксплоатации в конце 19 века у нас пропагандировался А. Н. Энгельгардтом в «Письмах из деревни» и в особенности в книге «Фосфориты и сидерация». Способ Энгельгардта сводился к заправке пустошных земель дешевыми минеральными удобрениями (фосфоритной мукой и каинитом) перед посевом трав или перед запуском пашни под покос и выгон, при чем он возлагал надежды на появление после такой заправки значительного процента дикорастущих мотыльковых, которые, в свою очередь, должны были заправить почву в отношении азота и гумуса. Но эта надежда оправдалась далеко не в такой мере, чтобы данный способ мог оказать заметное влияние на повышение продуктивности пашни, прежде всего потому, что производительность естественных пустошных покосов даже на заправленных почвах в лучшем случае достигала производительности средних по качеству лугов, т.-е. не превышала 100—150 пуд., тогда как для заметного улучшения почвы необходимы громадные количества органических веществ (во всяком случае, не меньше тех, которые вносятся с навозом), а, кроме того, в данном случае могла быть речь лишь о постепенном обогащении почвы подземными частями, тогда как главная масса (до 75%) производимой растениями массы приходится на долю надземной массы, которая использовалась для корма и возвращалась в почву лишь в виде навоза, следовательно, количество органического вещества в лучшем случае сокращалось на половину. В конце-концов, улучшение пустошных земель могло лишь несколько увеличить в хозяйстве запас кормов и навоза и, следовательно, на некоторое время затянуть переход от трехполья к более интенсивным системам.

8. СИДЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА.

Несравненно более радикальным средством для улучшения песчаных почв и пустошей явилась сидерационная система земледелия, первоначально разработанная в Германии Шульцем-Люпитцем, впоследствии примененная с некоторыми видоизменениями к другим некультурным почвам. Сущность этой системы заключается в регулярном применении зеленого удобрения при помощи однолетних мотыльковых, преимущественно в паровом клину, вследствие чего пар в строгом смысле совершенно исключается из плодосмена, и культура принимает весьма интенсивный характер, без значительного увеличения культурных затрат.

Впервые Шульц-Люпитц выступил в печати с пропагандой своей системы в 1881 г. («О производительности песчаных почв» в немецком журнале «Landw. Jahrbücher»), следовательно, незадолго до появления в русской печати статей А. Н. Энгельгардта. Однако, выступая в печати, Шульц-Люпитц имел уже блестящие результаты от применения своей системы в собственном хозяйстве, которое за короткий промежуток времени испытало чудесное превращение тощих земель в богатые, с урожаями, в несколько раз превосходившими урожаи рутинного трехполья. За время ведения хозяйства Шульц-Люпитц перепробовал все известные в литературе средства к повышению урожаев, начиная с искусственных минеральных удобрений, известкования, мергелевания, травосеяния и зеленого удобрения, но ни одно из этих средств, взятое порознь, не давало удовлетворительных

результатов. Люпины, возделывание которых было в то время хорошо известно немецким хозяевам, оказывались по истечении нескольких лет непрерывной культуры слишком слабым средством для удобрения, также, как и посевы клевера и вики, то-есть давали весьма скудную растительную массу; мергелевание, сначала заметно повысившее урожаи, затем вызвало совершенно болезненное развитие люпина и вынудило к полному исключению люпина из главного севооборота. Люпины некоторое время возделывались только на отдаленных пустошных землях, в качестве кормового посева, чередуясь с пастбищными периодами; но и здесь после 5—6 лет непрерывной культуры обнаружилось явное утомление почвы от люпина, и пришлось на пустошных землях отказаться от непрерывной культуры люпина на одном месте. Только с открытием Стасфуртских калийных залежей Шульцу-Люпитцу удалось найти действительное средство к борьбе с люпиновым утомлением почвы, так как внесение каинита оказывало чудесное действие и совершенно вылечивало почвы, отказывавшиеся от производства люпина. И только благодаря калийным солям, люпин вновь занял видное место в полевой культуре, и мергелевание почвы уже не оказывалось опасным для люпина, вызывая в то же время заметное улучшение в развитии прочих растений. Еще лучшие результаты получились в том случае, когда хлеба, следовавшие за люпином, стали получать фосфоритное удобрение, и, таким образом, за 10-летний промежуток (1881—1891) все основные принципы новой системы земледелия были установлены с полной определенностью и получили в Германии настолько быстрое и широкое распространение, что потребление калийных солей за десятилетие возросло в 10 раз. Громаднейший успех от применения калийных солей под сидерационные посевы затем подтвердился и при культуре болот по способу Римпау (с навозкой песку поверх торфа), а затем и на чисто торфяных почвах (по исследованиям Флейшера на Бременской болотной опытной станции), и, таким образом, сидерационная система земледелия захватила обширную площадь почти всех непроизводительных и некультурных земель Германии, а оттуда постепенно воспринималась и в соседних странах, у нас в Прибалтийском и в Привислинском крае и позднее в Литве. В России наиболее долголетние исследования по вопросам сидерации принадлежат трем учреждениям, а именно: Собеницкой опытной станции, Новоалександрийскому с.-х. Институту и Курляндской опытной станции (под Митавой). Из них в печати наиболее известны исследования проф. П. В. Будрина, опубликованные им в полном виде лишь в 1907 г., после того, как он уже оставил Ново-Александрийский Институт и временно (в связи с разгромом Энгельгардтовской опытной станции в революцию 1906 г.) принял заведывание этой станцией, и сам обзавелся хозяйством в Смоленской губ. Деятельность Ново-Александрийского опытного поля обнимает 25-летний период (с 1881 по 1906 г.), но регулярные систематические опыты с сидерацией при различных севооборотах были организованы П. В. Будриным лишь с 1891 г. и, следовательно, продолжались 15 лет. В виду того, что во всей русской сел.-хоз. литературе не имеется других, более полных данных по вопросу о сидерации, мы остановимся несколько подробнее на исследовании П. В. Будрина*).

*) „Результаты опытов по применению удобрений и изучению севооборотов в Новой Александрии".

Сидерация испытывалась в Новой Александрии на легкой почве (содержащей 95% кварца и кремнезема, 1% гумуса и около 4% полуторных окислов), сильно нуждавшейся в удобрении, при чем опыты производились при трехполье рутинном и улучшенном (с виковым паром и картофелем в яровом клину), при интенсивном двуполье (озимь—картофель), при норфолькском четырехполье (с заменой ячменя овсом) и при бессменной культуре ржи (однополье).

Мягкий климат Новой Александрии не только позволял возделывать рожь по ржи, но даже вклинить между посевами ржи пожнивные посевы люпина на зеленое удобрение (от уборки озими в начале июля ст. ст. до посева озими в начале сентября пожнивные посевы люпина или вики имели два месяца и в благоприятные по количеству осадков годы давали до 2.400 пуд. зеленой массы люпина и до 600 п. зеленой массы вики то есть от ¼ до полного навозного удобрения, не считая подземной массы и пожнивных остатков). Кроме зеленого удобрения, во всех 5 севооборотах испытывалось и действие минеральных удобрений, внесенных преимущественно под хлебные посевы. При этом обнаружилось, что на данной почве, несмотря на ее бедность, калийные удобрения не оказывали значительного влияния на развитие хлебов (только картофель оплачивал это удобрение лучше всех других растений, не исключая и бобовых), тогда как фосфаты, даже в форме фосфоритной муки, давали повышение зачастую свыше 50%, в особенности после зеленого удобрения. В этом отношении, следовательно, сидерация в Новой Александрии могла отступить от системы, выработанной в Лопице, где калийные удобрения оказывались наиболее действительным средством; тем не менее и в данном случае одна сидерация без помощи минеральных удобрений оказывалась не вполне надежным средством поддержания плодородия, и наилучших результатов удавалось достигнуть лишь при сочетании сидерации с калифосфатным или фосфатным удобрением. Тем не менее урожаи ржи под влиянием одной сидерации в течение 15 лет возросли в 1½ раза (при бессменной культуре ржи без удобрения средний урожай держался на уровне около 50 пуд. зерна и около 200 пуд. соломы). Под влиянием фосфоритования урожаи поднялись при сидерации почти в два раза по сравнению с неудобренным посевом. Бессменная культура ржи, сопровождавшаяся падением урожая за 15 лет на 25%, при сидерации давала устойчивые урожаи, но при отсутствии минеральных удобрений замечено ухудшение умолота и качества зерна, что часто наблюдается при одностороннем азотистом удобрении и даже при навозном удобрении.

Гораздо лучшие результаты получены от сидерации при более интенсивных севооборотах и при соблюдении плодосмена. В двухпольном севообороте (рожь, картофель, с сидерацией не под рожь, а под картофель) без минеральных удобрений урожай ржи повысился до 105 п. при урожае картофеля в 908 пуд., а при внесении калифосфатного удобрения урожаи ржи в среднем за 15 лет поднялись до 130 пуд., а урожаи картофеля—до 1.150 пуд.

По поводу значения сидерационного двухполья П. В. Будрин дает в своем исследовании следующее интересное заключение (стр. 56):

«Опыты с двупольным севооборотом показали полную применимость их при климатических условиях Новой Александрии, особенно при возделывании в озимом клину ржи (вместо пшеницы), после которой (в виду более ранней уборки) остается больше времени для надлежащего развития люпина, тем более, что посев люпина в первой половине июля (ст. ст.) по распределению осадков более надежен, чем конец этого месяца. Севооборот этот дает возможность очень интенсивно использовать бедные почвы, удаленные от усадьбы на столь значительное расстояние, что доставка туда навоза не оплачивается, при затрате весьма небольших средств на дополнительные минеральные удобрения, каковы дешевые фосфаты, зола или каинит.

При возделывании ржи и картофеля в указанном двухпольном севообороте (без навоза) достижима наибольшая чистота почвы от сорных трав, так часто и сильно понижающих урожаи сел.-хоз. растений. Оба растения притом являются крайне ценными, можно сказать, почти во всяком хозяйстве имеют большой спрос и разнообразное применение. Особенно же это двухполье ценно для мелких хозяев, нуждающихся в производстве возможно большего количества пищевых, кормовых и подстилочных средств с ограниченной площади земли и могущих к тому же выгодно применить свой труд к требовательному на него картофелю».

К сожалению, применение этого интенсивного севооборота требует особенно благоприятных климатических условий, так как возделывание ржи после картофеля возможно лишь при влажной и теплой осени; а с другой стороны, получение хороших результатов от сидерации при возделывании люпина в промежуток от уборки ржи до конца полевого периода также требует влажного и теплого лета, без чего невозможно образование большой растительной массы (последнее обеспечивается только в том случае, когда люпину предоставлен весь вегетационный период от весны до посева озими). По этим соображениям более широкое значение должно принадлежать сидерационному трехполью.

П. В. Будрин испытывал два типа трехполья—рутинное (с посевом ржи и овса и сидерацией под рожь) и улучшенное (с занятым виковым паром, рожью и картофелем—с сидерацией под картофель).

Климатические условия Новой Александрии не только позволяли применять зеленое удобрение люпином в пару под рожь, но даже возделывать люпин в пару на **семена,** при чем урожай ржи в последнем случае не только не упал по сравнению с урожаем ржи по **чистому** неудобренному пару, но даже возрос почти вдвое (с 67 до 111 пуд. зерна), тогда как урожай ржи по зеленому удобрению достиг 117 пуд. В данном случае резко проявилось благотворное влияние люпина на почву, даже без запашки его урожая. Под влиянием минерального удобрения дальнейшее возрастание урожая наблюдалось только при замене ржи пшеницей (урожай последней—137 пуд. вдвое превысил урожай пшеницы по чистому пару без удобрения, но мало отличался от урожая пшеницы по зеленому удобрению—135 пуд.). Урожаи овса в трехполье с чистым паром были довольно высоки (85 пуд.), но под влиянием зеленого удобрения возросли до 140 пуд. (при возделывании люпина на семена овес дал урожай только на 7 пуд. более низкий, чем при запашке люпина). Улучшенное трехполье (с виковым паром, пшеницей вместо ржи и картофелем вместо овса) дало еще более высокие урожаи озими (возделывалась костромка), при чем обычный виковый пар дал 67—71 п. зерна пшеницы, то-есть немного

менее, чем по чистому пару без удобрения (85 пуд.), но виковый пар с уборкой вики на семена, несмотря на более позднее освобождение пара, сопровождался повышением урожая пшеницы до 80 пуд. (то-есть почти сравнялся с чистым паром). Это повышение (в 70%) достигнуто, по словам П. В. Будрина, несмотря на худшую подготовку почвы (однократная предпосевная обработка) и на значительно большее количество извлеченных семенной викой питательных веществ (урожай семенной вики был выше, чем кормовой). Таким образом, в данном случае, как и при культуре люпина на семена, проявилось влияние более значительного обогащения почвы пожнивными остатками (отчасти и осыпкой части семян). Зеленое удобрение от пожнивного (после уборки озимой пшеницы) посева люпина дало на картофеле повышение урожая клубней в 1½ раза (с 700 до 1050 п.), а при внесении (под пшеницу) калифосфатного удобрения урожай картофеля повысился еще на 50% (главным образом, здесь, однако, действовало калийное удобрение, тогда как на пшенице прибавка вызывалась фосфатами). В общем валовая выручка улучшенного трехполья не уступала валовой выручке интенсивного двухполья (в обоих случаях около 110 р. с десятины пашни), при чем почти половина этой выручки должна быть приписана влиянию сидерации (вики и лупина) и минеральных удобрений (без удобрения валовая выручка оставалась на высоте, мало превосходившей уровень валовой выручки при бессменной культуре ржи без удобрения, а именно: 60 р. и 53 р.). По сравнению с зерновым трехпольем разница в валовой выручке оказалась еще более значительной (при сохранении чистого пара получалась выручка в 43 р., при сидерации—87 р., при сидерации с минеральным удобрением —100 руб.).

Наконец, сидерационное четырехполье также, как и улучшенное трехполье, вводило сидерацию под картофель (пожнивные посевы бобовых после уборки озими), но, кроме того, за картофелем следовал овес с подсевом клевера и красный клевер использовался два раз на укос до посева озими (по клеверному пару). К сожалению, в данном севообороте в качестве сидерационного растения служил не люпин, дававший в других севооборотах высокие и устойчивые урожаи даже при пожнивной культуре, а различные смеси бобовых, давшие гораздо меньшую растительную массу, а потому благотворное действие сидерации в этом севообороте проявилось гораздо слабее. Впрочем, на урожае картофеля все же от сидерации получилась прибавка свыше 300 пудов (1108 и 1426 пуд. клубней) и при комбинированном действии зеленого удобрения с минеральным урожаи картофеля поднялись до 2.000 пуд. На овсе, использующем зеленое удобрение после картофеля, прибавка выразилась в 15 пуд. (115—130); при внесении калифосфатного удобрения урожай овса совсем не повысился; клевер дал на посевах с зеленым удобрением прибавку сырой массы в 300 пуд. (что составит не более 60 пуд. сена), при довольно высоком среднем урожае в 300 пуд. сена (1600 пуд. сырой массы за два укоса, при чем второй укос во всех случаях оказывался выше первого, благодаря большему количеству осадков в течение летних месяцев по сравнению с весенними). Минеральное (калифосфатное) удобрение отразилось, однако, на клевере несравненно резче, повысив укос на 53—67%. Урожаи озими по клеверному пару отражали влияние сидерации гораздо резче, чем все предшествующие культуры, а

именно—дали прибавку в 23 пуда зерна и 70 пуд. соломы (без удобрения—62 п., по зеленому удобрению—85 пуд.). Минеральные удобрения в свою очередь дали прибавку в 72% (после сидерации) и вдвое большую прибавку (139%) без сидерации (в обоих случаях максимальные урожаи уравнялись и достигли 146—148 п.). В общем итоге валовая выручка на десятину при четырехполье с сидерацией и минеральным удобрением достигла максимальной величины в 144 р., что более, чем в 3 раза превышает выручку рутинного трехполья с чистым паром (44 р.).

Из различных типов сидерационных севооборотов наибольшее распространение получило трехполье с зеленым удобрением в пару под озимь, что об'ясняется, конечно, удобством этого типа для крестьянского хозяйства, сохранившего в большинстве случаев трехполье. Но главное преимущество этого типа нужно видеть в том, что при нем обеспечивается высокий урожай озими, благодаря возможности раннего посева люпина и заблаговременной запашки, а в некоторых случаях оказывается возможной и даже более выгодной культура люпина на семена, без ущерба для озими. На втором месте следует поставить сидерацию с **пожнивной** культурой люпина в озимом клину и с запашкой его под картофель. Такая культура возможна только после озимой ржи или после ячменя; при благоприятных условиях тепла и влаги получается зеленая масса, не уступающая удобрению в паровом клину, но уже невозможно возделывание люпина на семена; неудобство этого типа сидерации заключается в том, что главную пользу от сидерации получает картофель, а хлеба используют лишь остаточное действие зеленого удобрения; в тех случаях, когда за картофелем следует озимь, эффект сидерации проявляется достаточно рельефно; но такое чередование посевов представляется рискованным в виду того, что озимь по картофелю не всегда удается, особенно при недостатке влаги и поздней уборке картофеля. А потому более целесообразным при таких условиях является помещение картофеля не в паровом, а в яровом клину, с сохранением чистого или занятого викового пара, при чем виковый посев до некоторой степени тоже может служить для сидерации почвы, хотя и в несравненно более слабой степени, нежели посев люпина.

На третьем месте по значению для восстановления плодородия можно поставить п о д с е в н ы е культуры бобовых; к ним нужно отнести, главным образом, сераделлу, которая вначале развивается весьма медленно и потому не боится затенения, но имеет зато неопределенно долгий вегетационный период и может давать значительную укосную массу, обогащая в то же время почву корневыми и пожнивными остатками. В качестве подсевной культуры могут служить и люпины (в о́собенности желтый), но при условии более позднего высева (при колошении ржи), так как в более поздние фазисы развития люпины не выносят затенения и могут мириться с ним только в течение первого месяца развития.

Подсевными культурами могут считаться также все многолетние мотыльковые травы, а также озимая мохнатая вика, так как эти посевы могут дать значительную массу уже в первый год развития. Однако, многолетние травы в смысле сидерации на легких почвах уступают однолетним бобовым, главным образом, потому, что развиваются слишком скудно на таких почвах и лишь после их обогащения многократной сидерацией могут дать удовлетворительные результаты. В виде

примера можно привести опыт киевского профессора С. М. Богданова, который в своем песчаном хозяйстве (в Радомысльском у., Киевской губ.) сначала улучшил почву при помощи люпина (который возделывал в пару на зеленое удобрение и на семена в семипольном севообороте, представляющем сочетание четырехполья и трехполья с двумя паровыми клиньями), а когда было достигнуто заметное улучшение почвы, и посевы трав стали давать удовлетворительные результаты, он без новой разбивки клиньев и с сохранением прежних площадей озими и картофеля преобразовал свое сидерационное семиполье в обыкновенное травопольное семиполье (навозный виковый пар, озимь с травами, 2 года травы, озимь по клеверному пару, картофель, ярь). Особенностью этого травопольного севооборота, вытекающей из свойств почвы, явилась замена красного клевера желтым (язвенный или заячий клевер Anthyllis vulneraria), который на песчаной почве развивается лучше красного, хотя и уступает ему по продуктивности и кормовому достоинству. Кроме того, в виду недостаточности той сидерации, которая достигалась при помощи травосеяния, оказалось необходимым перед картофелем ввести подсевную культуру сераделлы и озимой вики.

На последнем месте в качестве сидерационных посевов должны быть поставлены зерновые посевы однолетних бобовых, которые хотя и производят благотворное действие на физическое состояние почвы и не вызывают истощения в отношении азота, однако не дают достаточного запаса пожнивных остатков, а потому не могут вызвать длительного улучшения плодородия почвы.

Опыты П. В. Будрина, правда, указывают на благоприятное влияние семенной культуры люпина, вики и сераделлы, почти не уступающее, а в некоторых случаях даже превосходящее влияние тех же посевов, убранных и запаханных в зеленом виде, но в данном случае полезный эффект вызывался резкой разницей в выращенной растительной массе и особенностью упомянутых трех растений, почти нацело сбрасывающих все листья во время созревания. Бобовые, обычно возделываемые на зерно, то-есть горох, фасоль и бобы, не обладают этим свойством и оставляют весьма мало корней и пожнивных остатков, особенно, если уборка производится не скашиванием, а выдергиванием.

Остается еще упомянуть о посевах на зеленое удобрение немотыльковых растений. В прежнее время, до выяснения истинной роли в плодосмене мотыльковых, зеленое удобрение оценивали с точки зрения количества растительной массы, т.-е. видели главную причину улучшения почвы во внесении органического вещества. В связи с этим находится и самое название данного культурного приема сидерацией,—название, принадлежащее французскому агроному Жоржу Виллю, и устанавливающее связь зеленого удобрения с ассимиляционным процессом и солнечной инсоляцией (хотя в точном переводе sidera обозначает не солнце, а небесные светила; неудачность этого термина особенно в свое время подчеркивал в своих лекциях К. А. Тимирязев). Хотя количество органического вещества, вносимого с зеленым удобрением, и играет существенную роль, но если органические вещества образовались за счет питательных веществ пахотного слоя, то внесение его не устраняет истощения почвы, а лишь ведет к более медленному постепенному освобождению растворимых питательных солей и, следовательно, предупреждает потери

их через выщелачивание. Такую роль (в смысле сохранения подвижных солей от вымывания) успешно выполняют почти все однолетние кормовые растения, отличающиеся коротким вегетационным периодом и быстрым развитием, но наиболее известны в практике посевы на зеленое удобрение гречихи, горчицы, шпергеля и рапса. Эти растения, давая в короткий срок большую растительную массу, не требовательны в отношении запаса растворимых питательных веществ, прекрасно оттеняют почву, заглушают сорные травы и, благодаря богатству листвы, при запашке быстро разлагаются. При краткости вегетационного периода, эти растения могут быть культивируемы в качестве пожнивных не только после озимых, но после поздно освобождающих поле яровых культур и даже после пропашных посевов, не говоря уже о том, что, будучи помещены в пару, они могут служить лучшими предшественниками озими, нежели многие другие паровые растения (как виковая смесь, чечевица и могар, ячмень и пр.), наконец, следует упомянуть и о смешанных однолетних кормовых посевах, которые в смысле отенения, количества и качества растительной массы не уступают перечисленным сидерационным посевам, но в то же время представляют существенное преимущество в том отношении, что обязательной и преобладающей составной частью их являются бобовые, следовательно, на ряду с прочими полезными влияниями достигается и частичное обогащение почвы атмосферным азотом. К числу наиболее распространенных смешанных кормовых посевов, вполне пригодных на зеленое удобрение, следует отнести, кроме яровой и озимой виковой смеси, смешанный посев с содержанием гороха или пелюшки и конских бобов из мотыльковых и ячменя или овса—из злаков. Эти посевы представляют преимущество на более связных почвах, так как дают гораздо большую растительную массу, чем чистые посевы мотыльковых или немотыльковых растений, при чем конские бобы, а также пелюшка черпают питательные вещества из более глубоких слоев и, следовательно, после запашки переводят их в пахотный слой из подпочвы, т.-е. обогащают почву не только в отношении азота, но и минеральных веществ. В этом отношении следует отметить и громадное преимущество люпина, корневая система которого отличается особенной мощностью и усвояющей способностью (впрочем, лишь в отсутствии свободной извести, которая действует на люпин угнетающим образом, парализуя растворяющую силу его корневой системы).

На более сухих связных почвах наиболее надежным сидерационным растением является красный клевер, в чистом посеве, с запашкой укосной массы в первый год пользования (и иногда даже осенью в год посева). Клевер для зеленого удобрения особенно горячо пропагандировался во Франции Жоржем Виллем, а у нас известным хозяином Филипченко (в 80 и 90 годах), при чем они рекомендовали посевы клевера при трехполье в яровом клину, с тем, чтобы производить раннюю запашку в пару во время первого укоса. Однако, слишком частое возвращение клевера при трехполье вызывает клевероутомление почвы, а, кроме того, пользование клевером вообще представляется более выгодным не на зеленое удобрение, а на корм, с возвращением в почву, кроме пожнивных остатков, навоза, а потому и естественно, что такой вид сидерации на практике не получил распространения. Кроме того, следует иметь в виду, что сидерация не могла получить большого значения в черноземной полосе России во 1) в виду большого богатства

черноземных почв в отношении азота и перегноя, а во 2) в виду того, что урожаи полевых посевов в этой полосе находятся в гораздо большей зависимости от запаса влаги, введение же сидерационных посевов, как и вообще занятых паров, могло отразиться вредно на озимых посевах, и, следовательно, вместо пользы от сидерации получился бы заметный ущерб в урожае наиболее ценных посевов.

В самое последнее время интерес к сидерации у нас значительно возрос благодаря сокращению скотоводства и исчезновению с рынка минеральных удобрений. В западной области вопросам сидерации посвятила главное внимание Новозыбковская опытная станция, которая уже при своем возникновении располагала материалом, неопровержимо свидетельствовавшим о громадном значении люпиновой сидерации в местных условиях. Материалом этим послужили коллективные опыты, организованные Черниговским губернским земством в 1910—1914 гг., давшие в громадном большинстве случаев резкое повышение урожаев ржи не только на песчаных, но и на супесчаных и даже на легких суглинистых почвах. В одной из брошюр, изданной в 1920 году Новозыбковской станцией («Люпиновое удобрение—основа песчаного хозяйства», Е. К. Алексеева) приводятся результаты коллективных опытов на 11 почвах Черниговской губ.; в среднем прибавка от зеленого удобрения люпином оказалась выше среднего урожая ржи, а именно составляла 53 пуда зерна ржи, при среднем урожае без удобрения в 40 пуд., следовательно, удобрение повысило урожай более, чем в два раза (но и на последующем овсе получилась прибавка в среднем в 10 пуд. зерна). Существенной разницы в эффекте зеленого удобрения для различных почв при этих опытах не обнаружено (а именно—для 4 песчаных почв при среднем урожае в 38 пуд. получена прибавка в 48 п., для 3 супесчаных почв при среднем урожае в 50 пуд. получена прибавка в 54 п. и для 4 суглинистых почв при среднем урожае в 38 п., как и на песчаных, получена прибавка в 58 пуд., т.-е. на 10 пуд. больше, чем при удобрении песчаных почв). Более полное выяснение вопросов сидерации применительно не только к песчаным, но и к более связным почвам составляет одну из важнейших задач опытных учреждений нашей Западной области.

---

9. ПЛОДОПЕРЕМЕННАЯ СИСТЕМА.

Сидерационные системы земледелия представляют завоевание самого последнего времени (конца 19 века) и получили применение преимущественно на почвах, остававшихся в прежнее время вне полевой культуры. Между тем, паровые системы земледелия, практиковавшиеся на протяжении многих веков во всех европейских странах, обнаружили свою несостоятельность уже со второй половины 18 века (в наиболее населенных странах) и в середине 19 века (до освобождения крестьян) в России, как об этом свидетельствует история Горыгорецкого земледельческого Института. И действительно, нормальное соотношение пашни и кормовых угодий повсюду было нарушено, следовательно, о поддержании плодородия не могло быть речи; происходило постепенное истощение пашни при одновременном падении производительности естественных кормовых угодий. Необходимо было изыскивать новые средства к поддержанию плодородия, действительные даже при полном отсутствии естественных лугов и выгонов, и средства были найдены уже во второй половине 18 века в двух направлениях—во 1) в регулированном травополье (в виде выгонной системы или в виде полевого травосеяния) и во 2) в полевой культуре однолетних кормовых растений, явившихся на смену естественных кормовых угодий. Различные виды травопольной и выгонной системы мы уже рассмотрели раньше ввиду того, что они явились наиболее естественным видоизменением примитивной переложной системы земледелия и основывались на тех же естественных процессах восстановления плодородия. Теперь рассмотрим подробнее второе направление в эволюции земледелия, а именно введение в культуру однолетних кормовых растений. Это направление первоначально получило применение в Англии и Нидерландах, откуда и было заимствовано всеми прочими европейскими странами. Главным растением, решившим плодотворность этого направления, явилась кормовая репа или турнепс, возделывание которого сопровождалось в Англии поразительным успехом. Урожаи кормовой репы не только превосходили производительность естественных лугов, но и побили рекорд для всех полевых культур, оставив позади урожаи всех зерновых посевов и картофеля. Этому способствовали благоприятные климатические условия Англии и вместе с тем большая отзывчивость турнепса на удобрения, позволившая с большой выгодой использовать несравненно более интенсивное удобрение, чем допускалось при возделывании хлебов и картофеля. Мягкая зима Англии допускала оставление турнепса на поле и стравливание его в течение всего зимнего полугодия, но и при уборке корней и ботвы получались такие громадные урожаи, что содержание скота обеспечивалось даже при малой площади посевов. Обычно под корнеплоды отводилось не более ¼ части пашни, при чем остальные ¾ распределялись поровну между озимым и яровым хлебом и клевером и, таким образом, создался знаменитый четырехпольный севооборот, получивший наименование Норфолькского от графства, в котором он раньше всего распространился. В этом севообороте навозное удобрение вносилось не под озимь, как это было принято в трехполье и при всех выгонных и травопольных системах, а под корнеплоды, и эта особенность и вызывала тот поразительный успех от новой культуры, благодаря которому она быстро завоевала всеобщее внимание и признание. За корнеплодами следовали не озимые, а яровые хлеба, что опять-таки представляло громадное преимущество в том отношении, что позволяло пропашной клин использовать в течение всей осени и даже зимы, без всякого ущерба для последующей культуры, а с другой стороны яровой хлеб после корнеплодов служил покровом для клевера, который при таком положении в севообороте получался несравненно более удачным, чем после двух хлебов и даже после удобренной озими. Достигалась таким образом не только максимальная производительность пропашного клина, но и весьма высокая производительность клевера, который благодаря этому явился могучим средством для обогащения почвы азотом и гумусом. Озимый хлеб занимал место после клевера, следовательно, использовал благотворное влияние клевера в первую очередь и, при климатических условиях приморских стран, разумеется, не уступал урожаю даже чистого пара. Таким образом, благодаря удачному размещению растений в севообороте, отсутствие пара не сопровождалось ни малейшим ущербом, даже на тяжелых почвах Англии; паровую обработку вполне заменял пропашной клин с корнеплодами, и чистота почвы от сорных трав достигалась

в такой же степени, как и при черном паре. Паровая система земледелия была вжита в корне, от нее не оставалось никаких следов, ибо и навозное удобрение получалось не в результате истощения кормовых угодий, а в результате более полной и рациональной эксплоатации почвы полевыми культурами, обеспечивающими скотоводство при полном отсутствии кормовых угодий. Единственным уязвимым местом английского четырехполья являлось частое возвращение клевера, но клеверо-утомление в условиях интенсивного удобрения, глубокой обработки и кратковременного пользования клевером (всего в течение одного года) не могло обнаружиться так скоро, как это случилось при введении клевера в трехполье по системе Шубарта. По свидетельству Тэера, клевероутомление в его время не было констатировано ни в одном четырехпольном хозяйстве, несмотря на то, что эта система практиковалась уже со второй половины 18 века и, следовательно, имела во времена Тэера более, чем полувековую давность. Правда, высокие урожаи корнеплодов, составившие славу английского хозяйства, в континентальных странах не оправдались даже при усиленном навозном удобрении, но все же пропашной клин был усвоен всеми европейскими странами, хотя и не в такой большой пропорции (25%), как в Англии, и не с теми растениями. На смену кормовой репы явилась на континенте кормовая свекла, которая давала хотя и не такие высокие урожаи, как турнепс, но кормовое достоинство свеклы оказалось значительно выше (по крайней мере в 1½ раза, по содержанию сухого вещества в корнях, 12% вместо 8%). На более легких почвах с кормовой свеклой успешно конкурировали кормовая морковь и картофель (морковь хотя и менее урожайна, чем свекла, но в кормовом отношении стоит выше свеклы, уже потому, что содержит в корнях 15% сух. вещества вместо 12% и имеет ботву, более питательную и здоровую, чем свекла; картофель содержит в клубнях вдвое больше сухих веществ, чем кормовая свекла,—25% вместо 12%, но обыкновенно дает урожаи клубней втрое меньшие, чем свекла, однако на легких почвах преимущество картофеля проявляется вполне отчетливо, так как на них культура кормовой свеклы не дает удовлетворительных результатов. Когда на смену кормовым корнеплодам явились технические растения: сахарная свекла и картофель, корма получались, как дешевый отброс сахароварения и винокурения, развитие пропашного клина получило новый толчок и в некоторых районах этот клин занял господствующее положение; однако вскоре обнаружилось, что частое возвращение сахарной свеклы сопровождается такими же болезненными явлениями, как и при клеверной культуре, и когда точными исследованиями в Германии было установлено, что причиной свеклоутомления почвы являются паразиты свеклы—нематоды,—пришлось значительно сокращать в свеклосахарных районах площадь под свеклой и возвратиться к той пропорции, которая была первоначально установлена в Англии. Другой существенной поправкой английского четырехполья на континенте явилось расширение пропорции кормовых и продовольственных посевов в пользу последних, в виду того, что скотоводство на континенте не могло приобрести такого широкого развития, как в Англии, и спрос на более дешевые растительные пищевые продукты на континенте всегда значительно превышал спрос на более дорогие продукты животноводства. Явление это, конечно, обусловливалось промышленной отсталостью континента, по сравнению с Англией и Бельгией, и отчасти колониальными богатствами этих стран, обес-

печивавшими подвоз более дешевого хлеба из колоний. По мере роста промышленности и городов, благосостояние городского населения быстро прогрессировало и спрос на продукты животноводства и на континенте стал заметно возрастать и вместе с тем производство более дешевых растительных продуктов сосредоточилось в более отсталых странах и, главным образом, в России. Таким образом возникли весьма разнообразные и сложные комбинации тех элементов плодосмена, которые в простейшем сочетании были даны в английском четырехполье. Особенно большое разнообразие создалось в результате приспособления к новым условиям в отношении пропашного клина, который принимал в разных странах не только различный масштаб, но и видовой состав, в смысле подбора пропашных культур.

Наиболее распространенной пропашной культурой европейского континента, без сомнения, явился картофель, который одновременно удовлетворял и пищевым, и кормовым, и техническим потребностям; в связи с особенностью картофеля, его более короткому вегетационному периоду, по сравнению с корнеплодами, явилась возможность ввести картофель в паровой клин, в качестве предшественника озими; однако, картофель не так щедро оплачивал навозное удобрение, как корнеплоды, и даже нередко обнаруживал склонность к заболеваниям и к понижению качества клубней (содержанию крахмала), под влиянием свежего и сильного навозного удобрения, и это обстоятельство вынуждало помещать картофель не перед, а после удобренной озими, тем более, что и озимь очень часто страдала от слишком позднего посева, особенно в засушливых местностях, и не довольствовалась остаточным действием навоза, внесенного под картофель. Точно также и сахарная свекла, занявшая после картофеля наиболее видное место в пропашном клину всех европейских стран, не мирилась с сильным навозным удобрением и освобождала поля позднее картофеля, а потому ей пришлось отвести место не в пару, а после озими, и таким образом пропашный клин занял на континенте не первое место в севообороте (первое от удобрения), а второе, при чем первое место уступил озими, как культуре, наиболее ценной и наиболее требовательной. В Америке пропашной клин завоевала кукуруза, культура которой быстро расширялась и приобретала самые разнообразные направления. На ряду с возделыванием кукурузы на зерно, в Америке получило широкое применение возделывание кукурузы на зеленый корм, частью для скармливания в зеленом виде, при чем пользование зеленым кормом в свою очередь видоизменялось в связи с введением так называемых искусственных выпасов, то-есть на ряду со скашиванием кукурузы в зеленом виде практиковалось стравливание посевов на корню (в переносных загородках). В более засушливых штатах использование кукурузой парового клина приняло своеобразный характер: ради сохранения влаги и более раннего посева озими, ряды кукурузы стали расширять до размеров рядовой сеялки (хотя и в ущерб урожаю кукурузы, но ради сохранения на более высоком уровне урожая озимого хлеба), и таким образом получился так называемый американский кукурузный пар.

В более южных штатах Северной Америки господствующее положение в полевой культуре и в пропашном клину занял **хлопок,** который позднее был введен и в хозяйство наших окраин в Туркестане и в Закавказьи. В Китае и Японии столь же видное место заняла культура различных видов **сорго,** но в этих странах, благодаря

дешевизне труда и благодатному климату, пропашная культура получила широкое применение и в отношении всех остальных полевых растений, в том числе и к хлебам.

После русско-японской войны военный корреспондент «Нового Времени», инженер Демчинский, наблюдавший пропашную культуру в Манджурии, стал пропагандировать эту культуру в России и вызвал, благодаря поддержке правительства, многочисленные опыты и попытки, так называемой, грядковой культуры хлебов, кончившиеся, конечно, полным разочарованием. Пропашная культура в условиях континентального климата и в экстенсивном хозяйстве, очевидно, могла приобрести значение лишь в отношении таких растений, которые своим более мощным развитием могли использовать большое пространство, и к числу таких растений, кроме корнеплодов и картофеля, могли быть отнесены только кукуруза и подсолнух, культуры южных районов, тогда как в средней и северной России к корнеплодам можно было прибавить только капусту и брюкву, а в более теплых и влажных районах—бобы, которые и в Англии сыграли заметную роль в улучшении хозяйства, так как явились на смену овсяной культуры, а отчасти и пшеницы (так как бобы в Англии употреблялись не только в корм скоту, но и в пищу, при возделывании огородных сортов с крупным плоским семенем). Значительным шагом вперед следует признать выделение пропашного клина, независимо от парового клина; последний мог быть занят только такими культурами, которые являлись удовлетворительными предшественниками озими и, следовательно, прежде всего освобождали поле ко времени нормального срока посева озими или даже и раньше, в видах лучшей подготовки почвы под озимь. Такое разделение тем более являлось целесообразным, что далеко не при всех почвенных и климатических условиях возможно было отказаться от парового клина; при чем и клеверный пар, впервые введенный в Англии в четырехполье, мог считаться удовлетворительным предшественником озими только в более влажных климатах и при условии краткосрочного пользования клевером, когда он оставлял пласт, достаточно обогащенный и чистый от сорных трав. В условиях более интенсивного хозяйства, при многолетней культуре трав (то-есть при смешанных посевах клевера с злаковыми травами) клеверный пар не обеспечивал урожаев озими не только вследствие большой сухости травяного пласта, но и по недостатку питательных веществ, в том числе и азота. Так как большинство пропашных растений отличается продолжительным вегетационным периодом, то для них необходимо было создать особый пропашный клин, и в связи с этим в качестве паровых растений остались преимущественно однолетние кормовые растения, возделываемые на зеленый корм или на зеленое удобрение, а именно—смешанные посевы вики с овсом, ячменем и рожью, шпергель, гречиха, могар, сорго и кукуруза (в густом разбросном посеве), однолетний инкарнатный клевер, кормовой горох или пелюшка, чечевица, сераделла. Таким образом, на ряду с пропашным клином и чистым или черным паром образовался паровой клин, занятый кормовыми посевами, или так называемый з а н я т о й п а р.

Кроме того, по мере усовершенствования плодопеременного хозяйства, выделилась группа ш и р о к о л и с т в е н н ы х растений, которые по правилам Тэера должны были чередоваться с хлебными посевами. Из этой группы наиболее распространение получили однолетние зерновые бобовые (бобы, горох, фасоль). В Англии, при влажном климате и тяжелых почвах, господствующим видом этой группы явились бобы, в Германии—горох, во Франции и всех южных странах—фасоль (это же растение приобрело наибольшее значение и у нас на Кавказе). В севооборотах, рекомендованных Тэером, горох и вика занимали самое видное место, вклиниваясь между хлебными посевами, однако с течением времени обнаружилось, что горох также чувствителен к частому возврату, как клевер, и пришлось ограничить долю участия гороха в севообороте промежутком не менее 6 лет. На ряду с зерновыми бобовыми, в качестве очищающих почву широколиственных растений, в Западной Европе получили распространение масличные растения из семейства крестоцветных—рапс и сурепица, как озимые, так и яровые, а в России к этим масличным, требующим более влажного и теплого климата, прибавились рыжик, китайская редька и кунжут, растения более сухих районов. Однако, между группой зерновых бобовых и масличных проявилась резкая разница в их требовании по отношению к плодородию почвы. В то время, как бобовые мирились с теми же условиями, как и хлебные посевы, масличные оказались чрезвычайно требовательными к почве, вследствие чего могли возделываться, как и корнеплоды, только непосредственно по навозному удобрению, а потому заняли место или в пару, или в озимом клину. В Западной Европе озимому рапсу предоставляли первое место после удобренного пара, и уже после него помещали озимые хлеба, так как озимый рапс (как и озимая сурепица) освобождали поле чрезвычайно рано (раньше ячменя и виковой смеси) и оставляли почву в рыхлом и чистом состоянии. В России озимый рапс и озимая сурепица, хотя и возделывались, преимущественно в западных губерниях и в юго-западном крае, однако, не получили большого развития и заняли часть озимого клина, на ряду с озимой пшеницей (по навозному пару). Опыты, произведенные с посевом масличных на Стебутовском опытном поле, в Горках, обнаружили слабую зимовыносливость и ненадежность этих растений, при чем пересевы яровыми масличными тоже не давали удовлетворительных результатов, несмотря на сильное навозное удобрение (неудачи приписывались нападению вредителей). В России гораздо большее значение приобрели прядильные растения—лен и конопля, которые в качестве масличных давали сборы зерна, не уступавшие рапсу и сурепице; однако их значение для плодосмена не могло приравниваться группе широколиственных растений, в виду того, что эти растения пред'являли повышенные требования к удобрению почвы и в большинстве случаев занимали почвы, исключительно богатые, или на огородах, или на нови и на лядах. В смысле отенения почвы и очистки от сорных трав конопля, конечно, вполне может заменить любое широколиственное растение, тогда как лен, напротив, благодаря медленному развитию в течение первого месяца, подобно просу, маку и моркови, не способен бороться с сорными травами и требует предварительной очистки почвы и постоянного ухода и полки во время роста. В качестве нетребовательного широколиственного растения в России получила широкое применение культура г р е ч и х и, которая не всегда, правда, оказывалась выгодной по малому сбору зерна и надежности урожаев, но зато для очистки почвы и на зеленое удобрение вполне оправдывала затрату на семена. Такую же роль играла в некоторых местностях г о р ч и ц а, при посеве не на зерно (то-

есть не в качестве масличного), а в качестве кормового растения или зеленого удобрения.

Конечно, культура широколиственных растений, при всей видимой пользе их влияния на почву, не могла явиться таким могучим и длительно действующим фактором плодосмена, как культура трав, корнеплодов, кормовых и сидерационных растений; в то время, как эти последние культуры явились основой новых систем земледелия (травопольной, пропашной, сидерационной и паровой), растения из группы зерновых бобовых и масличных, а также и прочие широколиственные растения послужили в лучшем случае для выделения особого клина «промежуточного» между озимым и яровым клином (по обозначению А. Тэера). От парового клина с смешанными кормовыми посевами данный клин существенно отличается тем, что только в редких случаях может служить предшественником озими, обычно же предшествует яровому хлебу; исключение составляют озимые посевы рапса и сурепицы, которые обыкновенно предшествуют озими, но следуют сами после навозного пара, следовательно, должны быть рассматриваемы, как растения озимого клина. Помещение промежуточного клина после корнеплодов нельзя считать вполне рациональным, поскольку хлебные культуры могут дать более ценный продукт и должны использовать поэтому более выгодное положение в плодосмене после корнеплодного клина, но на практике можно встретить такое размещение промежуточного клина довольно часто, также, как и помещение смешанных кормовых посевов (или так называемого сборного клина) не в пару, а в самостоятельном клину, между хлебными посевами. Последнее, очевидно, уместно только в том случае, когда не оправдывается занятый пар, и озими должен предшествовать чистый или черный пар, или когда однолетним кормовым посевам необходимо отвести большую площадь, нежели может быть отведено занятому пару.

Положение ярового клина вслед за пропашным (и в особенности после удобрения корнеплодов) обусловливается еще необходимостью предоставления лучших условий травам, подсеваемым обычно под яровое, следующее после корнеплодов. Этот прием, введенный еще в английском четырехполье, особенно высоко ценился Тэером, который именно в нем видел залог успешного возделывания клевера в плодопеременной системе.

Из приведенного обзора разнообразных клиньев, выделенных при постепенном развитии плодопеременной системы земледелия видно, что к первоначальным четырем клиньям норфолькского севооборота (пропашному, яровому, травяному и озимому) прибавилось еще несколько самостоятельных клиньев, начиная с паровых (черного, занятого и сидерационного, отсутствовавших в первоначальных формах плодосменной системы), затем три яровых клина (однолетние зерновые бобовые, волокнистые и масличные и яровые хлеба), два озимых клина (широколиственные озимые масличные и озимые хлеба), три вида травяных клиньев (1—2-летний чистый клевер, однолетние смешанные кормовые посевы и 2—4-летние смешанные посевы трав), несколько новых видов пропашных клиньев (кроме корнеплодного), а именно технические пропашные: картофель и сахарная свекла (растения, предпочтительно помещаемые не по свежему удобрению, а после удобренной озими), пропашные хлеба (кукуруза, сорго, просо), пропашные масличные (подсолнух, хло-

пок, клещевина) и, наконец, несколько видов сидерационных клиньев (кроме парового, пожнивные и подсевные с озимыми и яровыми хлебами). Таким образом, плодосмен с течением времени все более и более разнообразился и усложнялся, а вместе с тем короткие севообороты стали сменяться севооборотами весьма длинными, с продолжительностью от 10 до 20 лет, подобно севооборотам многолетней травопольной и выгонной системы. Разумеется, не все перечисленные клинья могут войти в севооборот уже в силу разнообразия естественных и экономических условий и в каждом сел.-хоз. районе получают развитие только те клинья и культуры, которые наиболее соответствуют местным условиям и временным требованиям. Но и за всем тем остается большое разнообразие культур, позволяющее в одном плодопеременном севообороте уложить довольно большое число растений с строгим соблюдением требований плодосмена. Чем полнее соблюдены эти требования, чем больше разнообразие культур и способов улучшения плодородия, тем характернее и резче выражена плодопеременная система, независимо от того, что в ней повторяются некоторые приемы восстановления плодородия, присущие другим системам земледелия, как напр., введение черного или чистого пара, травосеяния и сидерации. Но все же наиболее характерной главной особенностью плодосменной системы остается введение пропашного клина, как особого способа культуры и восстановления плодородия, не применявшегося в других системах земледелия. Другой важной особенностью плодопеременной системы является возделывание на полях разнообразных кормовых и технических растений, при отсутствии специальных кормовых угодий. Все удобные земли при этой системе эксплоатируются самым интенсивным образом и поддерживаются в одинаковом состоянии плодородия, благодаря одинаковому удобрению, плодосмену и механической обработке полей.

---

10. ПРОМЫШЛЕННАЯ И ВОЛЬНАЯ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.

Рассмотрим далее особенности и разнообразные типы промышленной системы земледелия, основанной на форсированном производстве продуктов для обрабатывающей промышленности. Система эта могла возникнуть в сельском хозяйстве лишь с развитием сельско-хоз. технических производств и потому представляет явление сравнительно недавнего времени; в Европе она получила развитие во второй половине 19 столетия, у нас в России—еще позднее, в течении последней четверти 19 века, когда возникли крупные винокуренные, пивоваренные и сахароваренные производства. Все эти производства преимущественно пользуются сырьем мало транспортабельным, не допускающим дальней перевозки, а потому должны были вызвать возникновение промышленных хозяйств, доходность которых основывалась на производстве какого-либо одного продукта, и таким образом хозяйства эти приняли одностороннее направление и потому, конечно, нарушая установленные правила плодосмена, вынуждены были изыскивать соответствующие новые способы восстановления плодородия почвы.

Наименее чувствительное нарушение плодосмена вызывалось одновременным развитием картофельной культуры, во-первых, потому, что картофель выносит продолжительную культуру на одном месте, не вызывая утомления почвы, хотя в случае появления и распространения картофельной болезни, частый возврат картофеля тоже представляется нерациональным; во-вторых, потому, что картофель, обладая мощной корневой системой и развиваясь вегетативным способом из клубней,—не требовал особенно сильного удобрения, довольствуясь обычным навозным удобрением; в-третьих потому, что для винокурения требуются кроме картофеля и зерновые продукты (чаще всего рожь), а следовательно являлась возможность на ряду с развитием картофельной культуры сохранить значительную площадь под наиболее ценным хлебом, т.-е. озимью; в-четвертых потому, что при винокурении (а также при крахмально-паточном производстве) получались в качестве отброса корма, весьма пригодные для откорма рогатого скота, а потому скотоводство не только не сокращалось в винокуренных хозяйствах, но напротив—получало сильный импульс к расширению, причем одновременно хозяйства получали выгодный сбыт для гуменных кормов и вырабатывали большие количества навоза, без соответствующего расширения кормовой площади.—По изложенным основаниям, наиболее интенсивные картофельные севообороты, рассчитанные на исключительное производство картофеля, встречающиеся иногда в крестьянских хозяйствах,—не могут быть признаны рациональными; необходимо введение в севооборот хотя бы двух клиньев—озимого и ярового, чтобы выгодно использовать гуменные корма и отбросы заводской переработки картофеля; кроме того, в виду необходимости возделывания для заводских целей поздних сортов картофеля, нельзя допускать помещение картофеля в паровом клину перед озимью. Таким образом, наиболее нормальным следует признать четырехпольный севооборот — пар, озимь, картофель, ярь, который обеспечивает все культуры и дает достаточный простор развитию картофельной культуры. Наиболее интенсивным картофельным севооборотом приходится признать двуполье—картофель-озимь или картофель-ярь, а также известный огородный севооборот с конопле́й — картофель-конопля, последний однако применяется исключительно в районах промышленного коноплеводства и вносит навозное удобрение под коноплю.—Гораздо чувствительнее к возврату на прежнее место—другое техническое растение, а именно сахарная свекла, тем более, что она отличается гораздо большей требовательностью в отношении плодородия почвы, и в течение первого месяца развития, по слабости молодых растений, нуждается в особенно тщательном уходе и форсированном удобрении легко усвояемыми питательными веществами. В наиболее примитивной форме промышленный севооборот с сахарной свеклой представляет двуполье—навозный пар — свекла, и в такой именно форме культура сахарной свеклы практиковалась долгое время в одном из старейших свеклосахарных хозяйств России—в Смелянской экономии графа Бобринского (в Киевской губ.). Однако, несмотря на сильное удобрение навозом и тщательную обработку (в черном пару), результаты подобной системы оказались отрицательными — не только вследствие свеклоутомления почвы (наступившего довольно быстро), но и вследствие явного ухудшения

физических свойств почвы, разрушения структуры и сгорания гумуса,—под влиянием слишком частого возврата черного пара (явление, наблюдавшееся и в Соединенных Штатах при введении двуполья, с паром через год). По этому поводу А. С. Ермолов сообщает следующее:

«Весьма интересны те результаты, к которым привело на практике долголетнее применение двупольного севооборота (пар, свекла) и которые служат лучшим доказательством того, что без надлежащего плодосмена даже лучшие приемы обработки и усиленное удобрение не достигают никакой цели и не гарантируют хозяина против самых печальных последствий, почему этот севооборот и был оставлен. Помимо понижения урожаев свекловицы, как в качественном, так и в количественном отношениях, вследствие неизбежного свеклоутомления почвы, такая система полеводства оказала самое вредное влияние и на самую структуру почвы. Дело в том, что при такой обширной паровой площади совершалось энергичное сгорание перегноя почвы, вследствие чего почва теряла свою связность, делалась сыпучей во время весенних бурь и склонной к образованию корки под влиянием даже легких дождей; под влиянием же сильных дождей она постоянно сползала, даже на небольших склонах, образуя на полях громадные промоины. Под конец такой культуры почва была до такой степени разрыхлена, что ее не могли связать даже ежегодным в пару зеленым удобрением, вследствие чего принуждены были оставить этот севооборот. На ряду с описанными явлениями наблюдали увеличение количества свекловичного долгоносика, под влиянием частого возвращения свеклы на то же место, и особенно ухудшение качества свеклы при хранении. Свекла, вышедшая из двухлетнего севооборота, не выдерживала долгого хранения ни в подвалах, ни в ярусах и быстро сгнивала. Сахаристость такой свеклы тоже всегда была ниже сахаристости других многопольных севооборотов».

Несколько лучше двухпольные или четырехпольные севообороты, оставляющие свекле тоже половину площади, но чередующиеся или с хлебами или с паром, однако и при этих севооборотах свекла слишком часто возвращается на прежнее место, а потому быстро наступает свеклоутомление и ухудшение механического состояния почвы (чрезмерное распыление). Еще лучше севообороты с 2-мя полями свеклы, 2-мя парами и 2-мя хлебными посевами (навозный пар, озимая пшеница, свекла, пар, свекла, ярь), причем свекла занимает 2-ое место после удобрения, но при этом обыкновенно получает дополнительное минеральное удобрение (суперфосфат и селитру) в рядки при посеве, при этом севообороте свекла занимает уже $^1/_3$ посевной площади. Еще более нормальным является четырехполье (пар, озимь, свекла, ярь), распространенное в привислинском крае, с отводом под свеклу $^1/_4$ пашни; помещая свеклу на 2-е место после навозного пара, и этот севооборот требует применения под свеклу минеральных удобрений, что и получило на практике широкое распространение.—Интересно отметить, что единственный в Гомельской губ. свеклосахарный завод, устроенный в Гомеле в имении графа Паскевича, впоследствии закрытый,—действовал в свое время при севообороте, отводившем свекле только $^1/_5$ часть пашни и чередовавшей свеклу с двумя яровыми посевами (ячмень или овес, и лен или гречиха) и одним

озимым, после навозного пара (в основе этот севооборот был пятилетним: пар, озимь, свекла, ярь, ярь). На Стебутовском поле в Горках тоже испытывался промышленный севооборот с сахарной свеклой и двумя прядильными или масличными культурами (коноплей и льном), а именно—семиполье (пар навозный—озимая пшеница—лен—овес—конопля по навозу—сах. свекла—ячмень). Средний урожай сах. свеклы за 14 лет в этом севообороте составлял всего 825 пуд., но урожаи постепенно возрастали по мере заправки почвы навозом (в первое 7-летие средний урожай был почти вдвое ниже, чем во второе 7-летие, а именно 570 п. и 1079 п.). Урожаи масличных (льна и конопли) держались тоже на низком уровне (льна 27 пуд. и конопли 29 пуд.).

Из других промышленных или технических растений следует упомянуть коноплю, лен, подсолнечник и табак. Районы промышленного льноводства и конопляводства создали весьма форсированные севообороты, отводящие под лен до ⅓ пашни, а под коноплю—все приусадебные земли, сильно заправленные навозом. Однако такое одностороннее возделывание льна весьма пагубно отразилось на плодородии полей и не могло быть исправлено ни навозным, ни минеральным удобрением. Единственным правильным выходом из такого положения явилось введение травопольных севооборотов, с использованием травяного пласта под лен. Кроме того лен мог занимать место после удобренной озими или после удобренного картофеля, не говоря уже о посевах по нови (на лядах и перелогах).— Для конопли единственным улучшением представляется чередование конопляных посевов с огородными, главным образом, с картофелем. Подсолнечник принадлежит к числу растений, не допускающих частого возврата, главным образом, вследствие быстрого распространения подсолнечной ржавчины и паразитного сорняка—заразихи. В районах подсолнечной культуры — подсолнечник нередко возвращается через два года в третий (в яровом клину трехполья) или даже чаще (при возделывании подсолнечника в пару).

Более правильным следует признать помещение подсолнечника после удобрений озими или по травяному пласту, при чем под эту культуру не должно отводиться более ⅓ или даже ¼ части пашни. Наконец, при промышленном табаководстве, также, как и при конопляводстве, под табачные плантации отводятся все приусадебные земли, поглощающие значительную часть всего навоза.

В виду того, что требования табака и конопли весьма сходны, и районы этих двух культур часто совпадают, представляется уместным соединение их в один севооборот, с отводом под табак ½ или ¾ площади и под коноплю остальной части (такая смена наблюдается в северных уездах Черниговской губ.). В Бессарабии табак занимает лучшие земли, чередуясь с пшеницей и кукурузой, а в Крыму—с ячменем и овощами, при чем табак возделывается бессменно не более 5—6 лет. При продолжительной культуре табака, хотя и не так часто, как при подсолнухе, наблюдается появление грибных болезней и размножение паразитного сорняка—заразихи.

Главным бедствием промышленной культуры конопли и табака является, конечно, чрезмерное обогащение приусадебных земель в ущерб полевым посевам. Однако введение этих растений в полевую культуру в громадном большинстве случаев оказалось невозможным, по недостатку навоза. Так, напр., опытами Горыгорецкого землед. Института в свое время было установлено, что под коноплю даже на свежих землях требуется навозное удобрение, в 2—3 раза превышающее обычное удобрение хлобов (2.400 п.), и на Стебутовском опытном поле культура конопли даже в интенсивном промышленном севообороте стала возможной только в течение второго цикла семиполья, хотя и в течение этого второго цикла полученные урожаи оказались посредственными (29 пуд. зерна).

Более успешным во многих районах оказалось введение в полевую культуру огородных растений, не считая картофеля, а именно: капусты, столовых корнеплодов, стручковых, лука и так называемых бахчевых растений (тыквы, огурцов, арбузов и дынь).

Само собой разумеется, что введение огородных культур требует весьма сильной заправки почвы навозом, что возможно только на приусадебных землях или в подгородных местностях, дающих дешевый источник навозного удобрения и человеческих экскрементов из населенных мест, т.-е. вне хозяйства, обычно едва обеспечивающего поля удобрением один раз в шесть лет. Впрочем, в отдельных случаях возделывание огородных и бахчевых растений становится возможным и помимо сильной заправки почвы, если под эти культуры отводятся свежие земли или тучные перегнойные почвы (например, при культуре болот и луговых торфяников), в особенности в том случае, если недостающие питательные элементы (например, азот или фосфор или кали) вносятся в виде концетрированных местных удобрений (навозной жижи или селитры, суперфосфата и калийных солей), при чем гнездовое внесение этих туков позволяет ограничить количество их самыми низкими нормами.

Нам остается рассмотреть техническое значение так называемой **вольной** системы земледелия, при которой хозяйство не связывает организации посевной площади каким-либо заранее определенным на долгий срок планом посевов, т.-е. севооборотом, а устанавливает план посевов для каждого сезона в соответствии с наличными экономическими кон'юнктурами. На первый взгляд такая система может казаться высшей формой технического и экономического совершенства, так как позволяет достигнуть наибольшего приспособления хозяйства к постоянно меняющимся условиям, но в действительности такая свобода приспособления должна искупаться слишком дорогой ценой отказа от тех преимуществ, которые вытекают из соблюдения правил регулярных систем земледелия, основанных на автоматическом восстановлении плодородия почвы путем правильного плодосмена и систематического удобрения. С другой стороны, приспособление к переменчивым условиям предполагает правильную оценку их в смысле устойчивости в пределах, хотя бы одного сезона, что составляет задачу не всегда посильную индивидуальному хозяйству; приспособление же к более или менее постоянным условиям данной местности составляет задачу всякого хозяйства и всякой системы земледелия.

В техническом отношении вольная система может быть признана удовлетворительной только при условии возможно более точного приспособления приемов удобрения и обработки почвы к специальным требованиям каждой культуры, в особенности же к культурам, экономически наиболее ценным в данный момент. Та-

кое приспособление при современных знаниях составляет задачу еще не вполне разрешенную техникой и наукой, так как биологические особенности культурных растений пока изучены сравнительно весьма поверхностно, притом в условиях обычной полевой культуры. Между тем растения реагируют весьма заметно не только на недостаток удобрения, но и на избыток его, или на одностороннее преобладание отдельных питательных элементов (напр., азота, извести, кали) и даже на те или другие формы и сроки внесения удобрительных материалов. Но если бы даже удалось широким применением минеральных удобрений сполна удовлетворить потребность отдельных культур, все же оставалось бы трудно достижимым регулирование других факторов произрастания, прежде всего всех физических факторов (влаги, тепла, света), которые находятся в зависимости от изменчивых метеорологических условий и от состояния структуры почвы и ее физических свойств, а затем и всех биологических факторов, еще труднее поддающихся регулированию, в особенности при бессменной культуре одних и тех же растений или при частом их возврате на одно и то же место, что неизбежно именно при спекулятивной вольной системе. Если не удается вполне побороть неблагоприятных внешних факторов при соблюдении правил плодосмена, то все же при этом сокращается риск от их внезапного вторжения, благодаря взаимной страховке разнообразных посевов (неудача одной культуры покрывается удачей других), тогда как при сильном развитии одних культур за счет других риск неизбежно возрастает, даже независимо от отступлений от правил плодосмена. Итак, отступления от специальных требований каждой культуры могут повлечь за собой значительный ущерб и в техническом и в экономическом эффекте примененных приемов культуры и это, принимая во внимание высокий уровень интенсивности хозяйства при вольной системе, может в конечном итоге обесценить преимущества этой системы. При всех регулярных системах восстановление плодородия и использование его отдельными культурами достигается в результате многовекового приспособления и, следовательно, даже при отсутствии научных данных покоится на прочном фундаменте эмпирического опыта. При вольной системе проведение культурных приемов должно быть основано всецело на правильной оценке каждой новой комбинации условий, а потому, очевидно, от хозяина требуется наибольшая научная эрудиция, а вместе с тем к науке пред'являются многие новые требования, не выдвигавшиеся в прежнее время, благодаря преобладанию регулированных систем, технические проблемы которых, естественно, и составляли предмет научных исследований. Как далеко могут отступать интенсивные хозяйства от технических требований рационального земледелия, показывают примеры промышленных хозяйств в районах свеклосахарной культуры; многие из свеклосахарных хозяйств, стремившиеся осуществить почти бессменную культуру сахарной свеклы, после полного расстройства почвенного плодородия (даже при наличности черного пара и сильного удобрения) и упадка свекольной культуры, вынуждены были отказаться от спекулятивного направления хозяйства и восстановить регулярные системы земледелия, при чем недостающее количество свеклы пришлось закупать из так называемых плантаторских мелких хозяйств. Подобный же пример представляют и некоторые льноводные, конопляные, подсолнечные и табачные районы, не говоря уже о спекулятивно зерновых хозяйствах, основанных на бессменной культуре хлебов (в черноземной полосе, главным образом, яровой пшеницы). Бессменная культура хлебов, как известно, привела даже на самых плодородных черноземных почвах к полному упадку культуры и к истощению почвы,—истощению не в смысле химическом (что было бы поправимо внесением соответствующих минеральных удобрений), а в смысле физическом (разрушение структуры почвы и расстройство водного и воздушного режима) или в смысле биологическом (размножение вредителей, грибных болезней и сорных растений). Интересно отметить, что и в передовых странах, как Германия, после некоторого периода увлечения спекулятивной вольной системой наступило разочарование, выразившееся, между прочим, в такой трезвой оценке этой системы со стороны известного немецкого профессора земледелия Рюмкера: «Отсутствие прочно установленного севооборота увеличивает риск хозяйства, а предоставляемые вольным хозяйством выгоды только в редких случаях возмещают большее спокойствие, постоянство и надежность прочно установленного севооборота и вознаграждают за излишнее обременение администрации. Поэтому, даже при наилучших культурных условиях будет правильнее предпочесть вольному хозяйству правильное плодопеременное хозяйство. Во всяком случае, нельзя видеть в вольном хозяйстве последнего слова хозяйственной мудрости и какие бы блестящие результаты оно ни давало в отдельных случаях, нельзя пожелать ему всеобщего распространения. Оно навсегда останется исключительным явлением, целесообразным только при исключительных обстоятельствах». (Очерк «О плодосмене» в издании департ. землед. 1913 г.). В заключение остановимся несколько на комбинировании в одном хозяйстве нескольких систем, представляющем в техническом отношении наибольшее совершенство в смысле приспособления к разнообразию местных условий, так как известно, что естественные и экономические условия могут сильно варьировать не только для отдельных районов, но и для различных частей одного и того же хозяйства. Прежде всего приходится провести довольно резкую грань между тремя категориями земель, обычно различаемых и при регистрации земельных угодий, а именно: во 1) земли приусадебные или огородные, в черте населенного места, во 2) ближние или окольные поля, и в 3) земли отдаленные, черезполосные, зачастую находящиеся в нерегулярной эксплоатации. Очевидно, что при организации посевной площади эти три категории земель должны соответствовать и в действительности соответствуют совершенно различным системам земледелия; в то время, как на приусадбеных землях ведется плодосменная, огородная или бессменная спекулятивная система, с интенсивным удобрением и ручной обработкой, на полевых землях сохраняется рутинное трехполье, а на дальних землях ведется примитивное переложное хозяйство. Улучшение может коснуться одновременно всех трех частей хозяйства или начаться с наиболее удаленных земель, играющих роль подсобного кормового угодия. С под'емом культурного уровня наиболее слабо эксплоатируемых земель неминуемо связывается улучшение всего хозяйства и в особенности главной полевой площади. Регулирование хозяйства на приусадебных землях, в свою очередь, может освободить известное количество удобрения и рабочих сил на пользу полевой земли. И в результате окажется возможным коренное улучшение и реорганизация системы земледелия на основной площади путем перехода, например, от рутинного трехполья с пастбищным зеленым паром к улучшенному трехполью с занятым паром или к трово-

полью. Недаром А. Н. Энгельгардт видел главный рычаг под'ема северо-русского хозяйства в упорядоченной эксплоатации т. н. пустошных земель, и именно с этого конца начал реформирование своего собственного хозяйства в Батищеве, давшее в свое время блестящие результаты. Дифференцировка систем земледелия может однако пойти внутри хозяйства и по другому направлению. В связи с разбросанностью земель и их разнообразием не только по степени культурности, но и по природным свойствам,—зачастую бывает вполне целесообразно установить различные системы для различных участков и для различных почв. В то время как на тяжелых почвах необходимо сохранение известной площади под чистым паром и известной площади под многолетними травами,—на легких почвах более уместно введение занятых паров и однолетних сидерационных посевов, на влажных торфянистых участках возможно введение промышленно-огородных севооборотов и т. д.

Использовать особенности каждого участка при помощи наиболее подходящих систем и культур—должно составлять задачу всякого рационально организованного хозяйства, а потому разнообразию условий должно соответствовать разнообразие систем не только для различных районов, но и внутри одного и того же хозяйства для его отдельных частей.

Более подробный анализ приемов посева, удобрения и обработки—применительно к особенностям отдельных полевых культур—составляет содержание других курсов земледелия, а потому в учении о плодосмене неуместно на этих подробностях останавливаться.

