

631
3-521

174.8.16



земледелие



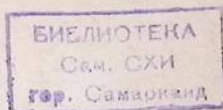
С. А. ВОРОБЬЕВ, Д. И. БУРОВ, В. Е. ЕГОРОВ, Г. С. ГРУЗДЕВ

631
3-521

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Под редакцией
профессора С. А. Воробьева

Допущено Главным управлением высшего и
среднего сельскохозяйственного образования
Министерства сельского хозяйства
в качестве учебника для сельскохозяйствен-
ных вузов



ИЗДАТЕЛЬСТВО «КОЛОС»

Москва • 1968

К

174826

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Книга предназначена в качестве учебника для студентов агрономических специальностей сельскохозяйственных высших учебных заведений. Учебник состоит из пяти разделов: 1) условия жизни сельскохозяйственных растений и их регулирование в земледелии; 2) сорные растения и борьба с ними; 3) обработка почвы; 4) учение о севооборотах; 5) системы земледелия.

В книге теоретически обобщены результаты отечественных и зарубежных исследований по основным вопросам земледелия. Все вопросы рассматриваются применительно к почвенно-климатическим зонам СССР. По каждому из них даны практические советы и рекомендации.

Учебник написан авторским коллективом в составе: *Д. И. Бурова*, *С. А. Воробьева*, *В. Е. Егорова* и *Г. С. Груздева*. Профессор *Д. И. Буров* написал третий раздел и главу XXIX в пятом разделе; профессор *С. А. Воробьев* — «Введение», первый раздел, кроме глав IV, VI, второй раздел, кроме главы IX, четвертый и пятый разделы, кроме главы XXIX; профессор *В. Е. Егоров* — главы IV и VI; доцент *Г. С. Груздев* — главу IX.

При подготовке книги были учтены замечания профессора *В. И. Румянцева*, профессора *П. К. Иванова*, профессора *В. П. Нарциссова*, профессора *Н. П. Лубовского*, профессора *Г. С. Смородина*, профессора *П. П. Засва*, доцента *А. Станцэвичюса*, доцента *И. К. Бодрова*, относящиеся к учебному пособию «Общее земледелие» 1964 г. Ценные замечания по данному учебнику сделаны профессором *А. А. Роде*, профессором *К. Г. Шульмейстером*, профессором *С. А. Наумовым*. Авторы выражают им глубокую благодарность за оказанную помощь. Они будут признательны за все замечания и пожелания по книге, которые следует направлять в адрес издательства: Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19, издательство «Колос» или на кафедру земледелия ТСХА: Москва А-8, Липовая аллея, д. 3.

ВВЕДЕНИЕ

Земледелие как отрасль производства и как наука. Главная задача сельского хозяйства — производство продуктов питания для удовлетворения растущих потребностей населения и сырья для промышленности. Все продукты сельского хозяйства состоят из органических веществ, которые синтезируются в растениях из веществ неорганической природы. Синтез органического вещества происходит с поглощением солнечной энергии.

Превращение кинетической энергии солнца в потенциальную энергию органического вещества — главная особенность сельскохозяйственного производства, отличающая его от других видов производства. Это превращение совершается в зеленом растении, которое связывает космические источники энергии с протекающими на Земле жизненными процессами. Растения, по выражению Ф. Энгельса, представляют собой великих поглотителей и хранителей солнечной энергии в измененной форме.

Таким образом, культурное растение является не только продуктом человеческого труда, но и средством сельскохозяйственного производства, живой машиной, превращающей один вид энергии в другой, одни вещества в другие.

Солнечная энергия поступает на землю неравномерно по периодам года и в течение суток. Этим обуславливается сезонность земледельческого труда, а следовательно, исключительная важность своевременности выполнения полевых работ.

Вторая особенность энергии солнца состоит в более или менее равномерном распределении ее по освещаемой площади в пределах той или иной широты в одно и то же время. Чтобы больше уловить солнечной энергии, необходимо возможно большую часть суши нашей планеты занимать зелеными растениями. Поэтому в земледелии в отличие от промышленности важным фактором, определяющим объем производства, является территория. С этим связана и специфика сельскохозяйственной техники. Значительная часть сельскохозяйственных машин выполняет работу во время движения.

Различные растения обладают неодинаковой способностью усваивать энергию солнца и создавать то или иное количество органического вещества. Одни растения, например кукуруза, сахарная свекла, при хороших урожаях способны давать с гектара 100—150 ц сухого органического вещества, тогда как другие культуры при тех же условиях дают в несколько раз меньше. Даже у одного и того же вида растений разные сорта имеют неодинаковую продуктивность. Озимая пшеница Безостая 1, Мироновская 808 в районах их распространения намного превышают по урожайности другие сорта.

Большие различия имеются также и в качестве продукции. Продуктивность земледельческой отрасли сельского хозяйства в большей мере зависит от правильного подбора и соотношения возделываемых культур и сортов, наиболее соответствующих почвенным и климатическим условиям данной местности.

Выращивание зеленых растений составляет задачу растениеводства, которое в зависимости от назначения и биологических особенностей возделываемых культур подразделяется на полеводство, луговоеводство, овощеводство, плодоводство, лесоводство.

В отличие от растений сельскохозяйственные животные используют уже накопленную растениями солнечную энергию в виде органического вещества. Они лишь превращают часто малоценные и нестойкие для хранения формы органического вещества в более сложные, ценные и устойчивые формы. «В скотоводстве, — писал Ф. Энгельс, — энергия фиксируется постольку, поскольку обычно быстро увядающие, отмирающие и разлагающиеся части растений планомерно превращаются в животный белок, жир, кожу, кости и пр., следовательно, фиксируется на более продолжительное время»*. Интересы развития продуктивного животноводства требуют производства определенного количества и качества кормов. Следовательно, растениеводство служит основой развития животноводства, а животноводство способствует повышению продуктивности и производительности труда в растениеводстве и в сельскохозяйственном производстве в целом.

Степень использования растениями энергии солнца зависит не только от размеров занимаемой ими территории и правильного подбора и соотношения возделываемых растений, но и от обеспеченности растений другими факторами их жизни (вода, воздух, элементы пищи и т. д.), которые растения получают, как правило, через почву или из приземного слоя атмосферы.

Если земля является необходимым условием для всякого производства, то в сельском хозяйстве она выступает как основное средство производства, отличающееся от других средств своей ограниченностью. Ограниченность земли обязывает земледельца сохранять и непрерывно улучшать ее. Это достигается благодаря другой особенности земли — ее неизнашиваемости.

* К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. т. XXIV, изд. 1-е, стр. 603.

Все средства производства (машины, постройки, сооружения и т. д.) по мере их использования изнашиваются и заменяются новыми. Земля же не только не изнашивается, а по мере правильного ее использования все улучшается. Отличая эти особенности земли, К. Маркс возлагал на каждое поколение человечества задачу пользоваться благами земли так, чтобы оставить ее потомкам в лучшем состоянии по сравнению с тем, что приняло данное поколение от своих предков, то есть систематически повышать плодородие почвы.

Почва в зависимости от ее происхождения, воздействия климата, растений и микроорганизмов, земледельческой культуры обладает различным плодородием.

Одной из задач правильного использования земли является такое размещение возделываемых растений, при котором они могли бы создавать наибольшее количество органического вещества, а с каждого гектара земли можно было бы получить возможно больше продукции.

В земледелии человек имеет дело с культурными растениями и их требованиями к среде — почве, климату и т. д. Каждый из этих объектов представляет сложный комплекс биологических, химических и физических процессов, изучением и регулированием которых занимается ряд наук.

По мере развития сельскохозяйственного производства как отрасли народного хозяйства понятие «земледелие» изменялось. В ранний период развития оно отождествлялось с сельским хозяйством. После выделения животноводства в самостоятельную отрасль в понятие «земледелие» стали включать только растениеводство в широком смысле этого слова. В настоящее время термин «земледелие» применяют к растениеводческим отраслям, связанным с обработкой почвы.

Еще большая дифференциация произошла в агрономических науках. В руководствах по земледелию первых русских ученых-агрономов излагались все агрономические науки, растениеводство, сельскохозяйственные орудия и машины, мелиорация, удобрения и т. д. Но уже в начале XIX в. в четырехтомном труде А. Тэера «Основы рационального сельского хозяйства» намечилось деление земледелия на две части. В одной из них излагались общие вопросы возделывания сельскохозяйственных культур, а в другой — характеристика различных растений и приемы их возделывания.

Позднее первая часть получила название общего земледелия, а вторая — частного земледелия, или растениеводства. В связи с успехами естественных наук, достигнутых в XIX столетии, произошло выделение из курса общего земледелия ряда самостоятельных наук. Так, в учебнике по земледелию П. Ф. Баракова (1903) отсутствовали разделы о сельскохозяйственных орудиях и машинах, о методах борьбы с болезнями и вредителями растений. К концу XIX столетия эти разделы оформились в самостоятельные науки. В начале XX столетия выделились в самостоятельную науку учения об удобрении и мелиорации.

В содержании науки земледелия остались вопросы рационального использования земли под различные культуры, повышения эф-

фективного плодородия почвы с использованием преимущественно биологических и физических методов (воздействие растений, микроорганизмов, обработки почвы), а также борьбы с сорной растительностью.

На современном уровне развития агрономических наук земледелие можно определять как науку, разрабатывающую способы наиболее рационального использования земли и повышения эффективного плодородия почвы для достижения возрастающей урожайности сельскохозяйственных культур и максимального выхода продукции на единицу площади.

Рационального использования земли можно достичь при правильном соотношении земельных угодий, наиболее выгодной для местных условий структуре посевных площадей и введении научно обоснованных севооборотов, повышением плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Все эти вопросы излагаются в учении о системах земледелия и севооборотах.

Методы повышения плодородия почвы делятся на три группы: 1) физические; 2) химические; 3) биологические. Химические условия и способы активного повышения плодородия почвы с помощью удобрений подробно изучаются в курсе агрохимии. Земледелие изучает и разрабатывает преимущественно физические (приемы и системы механической обработки почвы) и биологические (растения, микроорганизмы, севооборот и т. д.) методы воздействия на почву. В соответствии с этим курс земледелия состоит из следующих пяти разделов: 1) условия жизни сельскохозяйственных растений и их регулирование в земледелии; 2) сорные растения и борьба с ними; 3) обработка почвы; 4) учение о севооборотах; 5) системы земледелия.

Как составная часть агрономического цикла наук земледелие опирается на почвоведение, физиологию растений, микробиологию, метеорологию, физику, химические дисциплины, учение о сельскохозяйственных орудиях и машинах. С другой стороны, земледелие служит фундаментом для всех растениеводческих дисциплин и специальных отраслей экономических наук.

Земледелие как наука развивается на основе диалектико-материалистического метода познания. Учитывая достижения практики и ее запросы, состояние смежных наук, исследователь через рабочую гипотезу идет к эксперименту. После научного обобщения и производственной проверки разработанные приемы внедряются в производство.

При исследованиях в земледелии применяется главным образом полевой метод, который дает возможность изучать поведение растений в зависимости от тех или иных приемов изменения почвенных условий. Полевой опыт является главным методом исследования. Наряду с ним для выявления закономерностей взаимодействия растений с почвой и атмосферой и для изучения процессов, происходящих в почве, применяют вегетационный, лабораторно-полевой и лабораторный методы.

В зависимости от поставленных задач используются те или иные методы лабораторных исследований: физические, химические

или микробиологические. Чаще всего применяют различные их сочетания.

Развитие земледелия в нашей стране. Земледелие как растениеводство в широком его понимании представляет собой одну из древнейших отраслей сельского хозяйства. В условиях докапиталистических общественных формаций оно носило натуральный или полунатуральный характер. Вся или большая часть производимой продукции потреблялась в самом хозяйстве. При феодальном общественном строе в России преобладало одностороннее зерновое хозяйство. Производство зерна базировалось на использовании преимущественно естественного плодородия почвы. Лишь в нечерноземной полосе крестьяне применяли навозное удобрение, которого, как правило, не хватало.

Помещики, имевшие около половины всей пахотной земли, не были заинтересованы в интенсификации земледелия, при которой требовались применение более совершенных сельскохозяйственных машин и орудий, промышленных удобрений и квалифицированные наемные рабочие. Им выгоднее было использовать даровой труд и примитивный инвентарь крепостных крестьян, обрабатывающих помещичью землю.

В начале XVIII в. в связи с развитием торговых связей произошло значительное расширение посевов зерновых культур в старых земледельческих районах. Стало развиваться земледелие в новых районах на юге страны. Однако технический и агрономический уровень земледелия продолжал оставаться низким. Господствовали примитивные, экстенсивные системы земледелия. Соха, косуля и деревянная борона оставались главными орудиями обработки почвы. В XVIII столетии урожай зерна составляли 5—6 ц с гектара. Частые засухи и неурожаи вызывали голод в стране.

В конце XVIII и начале XIX в. в связи с развитием капитализма в странах Западной Европы стали применяться более интенсивные системы земледелия (например, плодосменная). Однако попытки изменить способы ведения земледелия в помещичьих хозяйствах России на основе достижений агрономических наук успеха не имели. Феодально-крепостнический строй не способствовал развитию земледелия.

К середине XIX в. земледелие в России носило ярко выраженное зерновое направление, зерновые культуры занимали 96% всех посевов. Урожай зерновых по 50 губерниям Европейской части России в среднем за 1840—1860 гг. составляли около 5 ц с гектара.

В пореформенный период в связи с развитием капитализма в России происходит медленный переход от феодального земледелия к торговому. Блестящий марксистский анализ произошедших в земледелии изменений был дан В. И. Лениным в конце XIX столетия в книге «Развитие капитализма в России». Главный центр производства зерна переносится из центрально-черноземных губерний в степные районы юга, юго-востока и востока. В течение 30 пореформенных лет Россия увеличила производство зерна с 2 до 3,3 млрд. пудов. Расширилось

также производство льна, картофеля, сахарной свеклы и других технических культур.

Специализация и интенсификация земледелия в России сопровождалась значительным ростом применяемых в земледелии машин.

Однако по самой своей сущности капитализм не может обеспечить непрерывного прогресса в земледелии. Земельная собственность ограничивает развитие сельского хозяйства.

К. Маркс отмечал, что и крупная, и мелкая земельная собственность приводит к тому, что на место сознательного рационального возделывания земли как общей вечной собственности, как неотчуждаемого условия существования и воспроизводства для ряда сменяющихся человеческих поколений выступает эксплуатация и расточение сил земли. При мелкой собственности это происходит от недостатка средств и знаний, необходимых для применения общественной производительной силы труда, при крупной собственности — вследствие эксплуатации этих средств для возможно быстрого обогащения арендаторов и собственников.

Капитализм в России стал развиваться позднее, чем в Западной Европе. В старых земледельческих районах он лишь подорвал барщинное полунатуральное хозяйство, но не уничтожил его. Крестьяне находились под тройным гнетом капиталистов, помещиков и царских чиновников.

Общий технический уровень земледелия в дореволюционной России оставался низким. По учету 1910 г. в сельском хозяйстве имелось 3 млн. деревянных плугов (при 6 млн. железных), 7,9 млн. сох, 5,7 млн. деревянных борон, 15,9 млн. деревянных борон с железными зубьями, 811 тыс. жатвенных машин, 27 тыс. паровых молотков.

По урожайности зерновых культур Россия стояла на одном из последних мест среди других стран Европы и Америки. Средний урожай за пятилетие (1909—1913) равнялся 6,7 ц зерна с гектара при среднем урожае за тот же период в Дании 29 ц, в Германии — 23 ц. На душу населения Россия производила 26 пудов зерна, США — 48, Аргентина — 68, Канада — 73. В России потребление минеральных удобрений составляло в среднем 6,9 кг на гектар посева, тогда как в Германии — 166 кг, а в Бельгии — 236 кг.

Великая Октябрьская социалистическая революция открыла широкие возможности для развития земледелия. Земля была национализирована, а впоследствии передана на вечное пользование колхозам и совхозам. Индустриализация страны, осуществление Ленинского кооперативного плана и организация крупных колхозов и совхозов создали необходимые условия для увеличения сельскохозяйственной продукции, лучшего использования земли, труда и техники, для повышения производительности труда в земледелии и снижения себестоимости сельскохозяйственных продуктов. В стране сложились крупные специализированные районы по производству зерна, технических культур, картофеля, плодов и овощей, различных продуктов животноводства.

Неизмеримо возросла техническая вооруженность сельского хозяйства. К концу 1966 г. имелось 1660 тыс. тракторов, 531 тыс. зерновых комбайнов и много другой техники. Общие энергетические мощности сельского хозяйства в 1966 г. превзошли довоенный уровень в 10 раз.

Произошли и качественные изменения в техническом оснащении земледелия, которое получает более экономичные и производительные тракторы и сельскохозяйственные машины. За последние годы значительно увеличились поставки сельскому хозяйству минеральных удобрений. Начиная с 1954 г. было освоено более 41 млн. целинных и залежных земель. Посевная площадь в 1966 г. составляла 206,8 млн. га, или на 88,6 млн. га больше, чем в 1913 г., и на 56,4 млн. га больше, чем в предвоенном 1940 г.

Наряду с дальнейшим расширением посевной площади главным путем увеличения производства зерна и других продуктов является повышение урожайности сельскохозяйственных культур, дальнейшее улучшение использования земли. В решении этих задач большое значение имеют мероприятия по подъему культуры земледелия.

Для обеспечения устойчивых, высоких, неуклонно увеличивающихся урожаев, освобождения сельского хозяйства от вредных воздействий стихийных сил природы, в особенности от засухи в целях резкого повышения плодородия почвы Программой КПСС предусматривается осуществление коренных мероприятий по повышению культуры земледелия. Особое значение придается правильному размещению сельскохозяйственных отраслей по природно-экономическим зонам и районам, более углубленной и устойчивой специализации, внедрению научно обоснованной системы мероприятий по земледелию и животноводству, рациональной и всесторонней химизации сельского хозяйства, пригационному строительству для орошения и обводнения миллионов гектаров новых земель, мероприятиям по борьбе с водной и ветровой эрозией почв.

Коммунистическая партия последовательно осуществляет наметченную программу подъема сельского хозяйства.

На мартовском (1965 г.) Пленуме ЦК КПСС были вскрыты недостатки в сельском хозяйстве и намечены конкретные меры быстрого подъема земледелия и животноводства, которые были одобрены XXIII съездом КПСС. На майском (1966 г.) Пленуме ЦК КПСС принята программа мелиоративных работ и повышения культуры земледелия. Для осуществления этой программы вкладываются большие средства со стороны государства.

Намеченные в 1963 г. и осуществляемые темпы развития химической промышленности и увеличения производства минеральных удобрений, пестицидов и других химических средств, применяемых в земледелии, позволяют резко повысить урожайность не только технических, но зерновых и кормовых культур. Принятые меры по дальнейшему повышению уровня механизации земледелия, по борьбе с эрозией почвы, по разработке и внедрению научно обоснованных систем ведения сельского хозяйства, соответствующих почвенно-

климатическим условиям каждой зоны и обеспечивающим наибольший экономический эффект.

Составной частью интенсификации является специализация сельскохозяйственного производства, имеющая целью научно обоснованное размещение сельского хозяйства, а также наиболее целесообразное развитие отраслей экономики в каждой зоне с учетом ее природно-климатических условий в каждом колхозе и совхозе.

Непременным условием дальнейшего подъема земледелия и его интенсификации является широкое использование достижений науки и передового опыта.

Развитие научных основ земледелия. В развитии агрономической науки можно выделить несколько периодов.

До появления письменности агрономические знания в виде сведений и правил, почерпнутых непосредственно из практики, передавались устно из поколения в поколение. С появлением письменности такие сведения стали передаваться через книги в виде отрывочных и разрозненных сведений. Агрономия рабовладельческого общества накопила уже большой эмпирический материал по отдельным приемам агротехники. Собранные сведения были многообразны, но далеки еще до того, что можно назвать агрономической наукой. Это первый период развития агрономии.

Второй период в развитии агрономии совпадает с эпохой феодализма и охватывает много веков. Несмотря на его продолжительность по времени, он характеризуется очень медленным развитием естественных наук, застоєм в агрономии. Такое состояние продолжалось до конца эпохи феодализма.

В XVIII в. в связи с развитием капитализма в Западной Европе передовые деятели сельского хозяйства России стали популяризировать опыт земледелия Западной Европы. Не ограничиваясь перенесением этого опыта, они разрабатывали теорию сельскохозяйственного производства. Выдающаяся роль в становлении агрономической науки в XVIII столетии принадлежит М. В. Ломоносову (1711—1765), который смело высказывал материалистические взгляды на природу и решительно выступал против религиозных легенд о сотворении мира и метафизических представлений о неизменности природы, в частности Земли и ее верхнего слоя — почвы. В работе «О слоях земли» он писал, что чернозем — не первообразованная и не первосозданная материя, «он произошел от согнтия животных и растущих тел со временем».

Ломоносов первый в мире высказал гениальную догадку о том, что «питание растениям доставляет воздух, почерпаемый листьями».

С целью использования зарубежного опыта сельского хозяйства в 1747 г. М. В. Ломоносов перевел на русский язык книгу «Лифляндская экономия», но был против механического перенесения зарубежного опыта в Россию. Он ходатайствовал перед правительством о создании Государственной коллегии (сельского) земского домостроительства, которое занималось бы изучением сельского хозяйства и организацией опытных участков в различных зонах страны.

В 1765 г. было создано Вольное Экономическое общество, сыгравшее большую роль в развитии отечественной агрономии. Труды Вольного Экономического общества издавались 125 лет. В них были заложены основы отечественной науки. Особенную роль сыграли работы А. Т. Болотова, И. М. Комова и др.

Наиболее важными из них в области земледелия являются оригинальные труды А. Т. Болотова «О разделении полей» (1771) и «Об удобрении полей» (1770). Вскрывая недостатки паровой системы земледелия, А. Т. Болотов предлагал заменить ее паропереложной системой с введением семирельного севооборота, в котором три поля занимали зерновыми, одно находилось под чистым паром и три — под перелогом. Эта система, по мысли Болотова, должна была обеспечить более благоприятное сочетание развития полеводства и скотоводства и лучше решить задачу повышения плодородия почвы.

В трактате «Об удобрении полей» А. Т. Болотов изложил вслед за Ломоносовым мысль о воздушном и почвенном питании растений. Он высказал догадку о питании растений минеральными веществами, опередив на много лет зарубежную науку того времени.

Большой вклад в теорию и практику отечественной агрономии внес профессор земледелия И. М. Комов (1750—1792). В 1788 г. была издана его книга «О земледелии», представляющая обобщение русской и зарубежной науки XVIII в. Так же как и Болотов, Комов считал, что «главный к усовершенствованию земледелия способ есть скотоводство», и предлагал изменить соотношение между хлебопашеством и скотоводством в пользу последнего. Уже тогда Комов видел будущее земледелия в его интенсификации. Он первым из русских ученых обосновал плодосменную систему земледелия. «Главное искусство в том, — писал Комов, — чтобы учредить оборот сева разных растений так, чтобы земли не изнурить, а прибили от оной получить сколь можно больше. Этого можно достигнуть, если поочередно то хлеб, то овощ, то траву сеять».

Основой плодосменной системы И. М. Комов считал посев бобовых трав и корнеплодов, замену чистого пара посевом пропашных культур, накопление в каждом хозяйстве и внесение на поля навоза «в большом количестве и хорошего качества». Будучи хорошо знаком с зарубежным земледелием, Комов выступал против шаблона, рецептуры и упрощенчества в агрономии. Он предлагал, прежде чем принимать то или иное правило, ставить опыты, которые следует повторять до тех пор, пока не убедишься в достоверности их результатов. Плодосменная система земледелия нашла среди русских ученых и практиков много сторонников.

Вторую половину XVIII в. можно считать началом появления агрономической науки, слагающейся на основе обобщенного опыта земледелия и некоторых теоретических выводов.

Следующий период в развитии земледельческой науки связан с началом развития капитализма в Западной Европе и с развитием естественных наук. Оценивая роль капитализма в земледелии, В. И. Ленин писал: «...земледельческий капитализм впервые подо-

рвал вековой застой нашего сельского хозяйства, дал громадный толчок преобразованию его техники, развитию производительных сил общественного труда. Несколько десятилетий капиталистической «ломки» сделали в этом отношении больше, чем целые века предшествующей истории. Однообразие рутинного натурального хозяйства сменилось разнообразием форм торгового земледелия; первобытные земледельческие орудия стали уступать место усовершенствованным орудиям и машинам; неподвижность старинных систем полеводства была подорвана новыми приемами культуры» *.

В этот период обособились и развились как самостоятельные науки химия и физиология растений. Большую роль сыграли работы немецких ученых Тэера и Либиха. Тэер обосновывал агрономическую науку с позиции гумусовой теории питания. В противовес Тэеру Либих выдвинул теорию минерального питания растений, которая к тому времени получила экспериментальные доказательства. Считая, что каждый урожай сельскохозяйственных культур уносит из почвы соответствующую часть зольных элементов пищи, Либих выдвинул теорию возврата, в силу которой для поддержания урожая на прежнем уровне необходимо возвращать в почву зольные вещества, взятые растениями в виде искусственных минеральных удобрений.

К. Маркс видел положительные стороны учения Либиха в том, что оно вскрыло одно из противоречий капиталистического общества — нарушение естественного обмена веществ между человеком и природой. Однако Либих не мог при том уровне развития наук оценить значения биологических процессов, происходящих в почве и играющих большую роль в малом биологическом круговороте веществ. Он ошибочно полагал, что растения обеспечивают себя азотом, усваивая его из воздуха.

Одним из выдающихся ученых этого времени в России М. Г. Павловым (1793—1840) была заложена научная основа земледелия в вопросах о значении почвенных процессов в питании растений, теории применения удобрений, замены господствующего тогда зернового трехполья интенсивной плодосменной системой земледелия. В противовес распространенным в то время взглядам Мальтуса об убывающем плодородии почвы М. Г. Павлов считал, что «совершенствование сельского хозяйства может простирается в бесконечность». Он придавал большое значение практике, считая, что она является приведением теории в действие. Практика немислима без теории, а теория без практики бесплодна. Пяти томный труд М. Г. Павлова «Курс сельского хозяйства» долгое время служил капитальным руководством, по которому обучались русские агрономы.

Однако в условиях феодально-крепостнического строя России научные основы агрономии не находили применения в практике сельского хозяйства. «До капитализма, — писал В. И. Ленин, — земледелие было в России господским делом, барской затеей для одних, обязанностью, тяглом — для других, поэтому оно и не могло вестись

* В. И. Ленин. Соч., изд. 4-е, т. 3, стр. 270.

иначе, как по вековой рутине, необходимо обуславливая полную оторванность земледельца от всего того, что делалось на свете за пределами его деревни» *.

Со второй половины XIX столетия наступает следующий, наиболее важный период развития агрономии, вызванный развитием производительных сил в эпоху капитализма и крупными открытиями в области естественных наук. К концу XIX столетия в России агрономическая наука обогатилась трудами плеяды русских ученых — А. В. Советова, Д. И. Менделеева, П. А. Костычева, В. В. Докучаева и др.

В 1867 г. была издана работа первого русского доктора сельского хозяйства А. В. Советова «О системах земледелия». В ней обобщено все, что было в русской практике и литературе по системам земледелия, впервые дано понятие о системах земледелия как формах, в которых выражен тот или иной способ землевозделывания, установлена зависимость этих форм от общественно-экономических условий. Господство паровой системы земледелия А. В. Советов объяснял феодально-крепостническими условиями России. «Крепостное состояние, — писал А. В. Советов, — есть самый главный тормоз всякого прогресса в сельском хозяйстве. Падает это состояние, падает и его верная спутница — трехпольная система».

А. В. Советовым впервые дана классификация систем земледелия и их историческое развитие. Выступая против слепого подражания Западной Европе, Советов предлагал приспособить плодосменную систему к условиям России.

Крупный вклад в развитие агрономической науки внес великий русский ученый Д. И. Менделеев, исследовавший ряд вопросов питания растений и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Особенное внимание он уделял применению удобрений и использованию питательных веществ подпахотных слоев почвы при помощи глубокой пахоты.

Д. И. Менделеев был активным борцом за интенсификацию земледелия. Он неоднократно поднимал вопрос о возделывании таких высокопродуктивных культур, как хлопчатник, табак, кледевина, джут, кенаф, о продвижении сахарной свеклы в новые районы. Рациональное земледелие, по мысли Д. И. Менделеева, возможно лишь на основе высокоразвитой промышленности, снабжающей сельское хозяйство машинами, орудиями, искусственными удобрениями.

Вторая половина XIX в. ознаменовалась крупными успехами в развитии отечественного почвоведения. В результате работ выдающихся русских ученых В. В. Докучаева и П. А. Костычева было положено начало генетическому и агрономическому почвоведению, которое впоследствии развивалось отечественной школой почвоведов.

Заслуга В. В. Докучаева заключается в том, что он создал учение о почве как об особом природном теле, развивающемся под воздействием пяти факторов.

* В. И. Ленин, Соч., изд. 4-е, т. 3, стр. 269.



В. В. Докучаев (1846—1903)

Докучаев дал первую в мире научную классификацию почв по их происхождению. Он много внимания уделял вопросам восстановления и повышения плодородия русского чернозема путем организации полезащитного лесонасаждения, регулирования водного режима и других приемов.

Однако взгляды Докучаева встретили критику со стороны других выдающихся ученых, в частности П. А. Костычева и К. А. Тимирязева. Основным недостатком учения В. В. Докучаева была слабая связь генетического почвоведения с изучением почвы как средства производства, то есть с агрономическим почвоведением.

Это направление в развитии почвоведения успешно развивал

П. А. Костычев (1845—1895). Его исследованиями была вскрыта сущность взаимосвязи между почвой и растениями и показана огромная роль деятельности человека в изменении этих связей.

П. А. Костычев придавал большое значение физическим свойствам почвы, ее структуре и строению и разработал ряд мер по улучшению этих свойств. Он выяснил роль растений и обработки почвы в улучшении физических свойств. П. А. Костычеву принадлежит заслуга в разработке наиболее совершенной системы обработки почвы, направленной на борьбу с сорняками и на регулирование водного режима.

В развитие земледельческой теории крупный вклад внес И. А. Стебут (1833—1923), который выдвигал идею дифференцированной агротехники и организации сельского хозяйства, интенсификации его отраслей. И. А. Стебут одним из первых заметил, что степные засушливые районы требуют иных систем земледелия по сравнению с районами достаточного увлажнения. В его трудах получило дальнейшее развитие учение о системах сельского хозяйства и системах полеводства. Этими трудами пользовался В. И. Ленин при анализе развития сельского хозяйства России в конце XIX в.

Первые опытные учреждения, организованные на государственные или общественные средства, появились в России в первой половине XIX столетия. Вторая половина этого столетия была периодом развития опытной агрономии в России. Большую роль в этом сыграли Д. И. Менделеев, К. А. Тимирязев, К. К. Гедройц, Д. Н. Прянишников, А. Н. Энгельгардт. Крупной заслугой этих ученых является

разработка теории питания растений и методов повышения плодородия почвы, особенно посредством применения искусственных удобрений.

Достижения естественных наук К. А. Тимирязев ставил на службу земледелию, считая основной задачей земледелия изучение требований растений и разработку практических приемов удовлетворения этих требований. Он научно объяснил процесс образования органического вещества в зеленом растении.

Выдающаяся роль в развитии науки о питании растений принадлежит Д. Н. Прянишникову, который в результате своих исследований азотного и

зольного питания растений сделал открытия и теоретические обобщения, имеющие большое значение для применения удобрений.

К. А. Тимирязев, Д. Н. Прянишников и К. К. Гедройц, А. Н. Энгельгардт опытным путем доказали необходимость широкого применения удобрений, правильного использования местных и расширения производства минеральных удобрений. В качестве других средств интенсификации земледелия они предлагали переходить к плодосменной системе, расширять посевы пропашных и бобовых культур, заменять чистые пары занятыми в увлажненных и орошаемых районах.

Дальнейшее развитие почвоведение получило и в трудах В. Р. Вильямса, который создал биологическое направление в почвоведении.

В. Р. Вильямсом была глубоко вскрыта роль растительности и почвенной микрофлоры в развитии основного свойства почвы — ее плодородия. Основным движущим фактором развития почвы признан процесс синтеза и разрушения органического вещества почвы. На основе теории дернового процесса почвообразования В. Р. Вильямс по новому объяснил значение полевого травосеяния, обратив особое внимание на его роль в улучшении физических свойств почвы и освождение ее от вредной фауны.

Однако выводы В. Р. Вильямса о путях повышения плодородия почвы через травопольную систему земледелия, основанные на вскрытых закономерностях развития почв в естественных условиях, оказались односторонними и во многом ошибочными, так как при этом недооценивалось производственное воздействие человека на плодородие почвы и преувеличивалась роль биологических факторов.



П. А. Костычев (1845—1895)



Н. А. Стебут (1833—1923)

Работы К. А. Тимирязева, Д. Н. Прянишникова, К. К. Гедройца, В. Р. Вильямса и других относятся к началу советского периода развития научного земледелия, который принес новые успехи.

Продуктивность земледелия во многом зависит от правильного размещения сельскохозяйственных культур и сортов. Разработке этого вопроса наука обязана выдающемуся советскому ученому Н. И. Вавилову. Собранная им коллекция мировых растительных ресурсов, организация географических посевов культурных растений и государственного сортоиспытания оказали и оказывают огромное влияние на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Его монография

«Полевые культуры юго-востока» сыграла немаловажную роль в организации новых опытных учреждений и в расширении научно-исследовательских работ в этой зоне.

Большой вклад в развитие земледелия на юго-востоке нашей страны внес Н. М. Тулайков. Он один из первых показал несостоятельность рекомендаций по внедрению травопольной системы земледелия в засушливых районах и обратил внимание на необходимость расширения посевов пропашных культур.

В развитии научной агрономии и методов агрономических исследований немалая заслуга принадлежит А. Г. Дояренко, долгое время возглавлявшему кафедру земледелия и Опытное поле Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева. Работы А. Г. Дояренко позволили выяснить роль многих приемов обработки почвы в регулировании основных факторов жизни растений. Им был разработан ряд оригинальных методов исследования физических свойств, водного и воздушного режимов почвы.

А. Г. Дояренко предвидел большое значение занятых паров и промежуточных культур и провел обширные опытные работы по испытанию разных видов занятого пара и ряда пожнивных культур.

Движущей силой в развитии научного земледелия стала практика передовиков сельского хозяйства, передовых колхозов и совхозов, достижения общепромышленных наук, физики, химии, физиологии растений, микробиологии, почвоведения, агрохимии и др.

Неизмеримо возросли возможности применения достижений агрономической науки и дальнейшего ее развития после коллективизации крестьянских хозяйств и организации совхозов. В развитии

агрономии большая роль принадлежит научно-исследовательским и опытным учреждениям по сельскому хозяйству, а также высшим учебным заведениям. Если к началу XX в. в России насчитывалось около 80 научно-исследовательских учреждений по сельскому хозяйству, то в настоящее время их свыше 1000, в том числе 178 институтов и 98 высших учебных заведений.

Разработаны новые теоретические положения для создания наиболее благоприятных комплексов условий для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Советские и зарубежные селекционеры вывели новые высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур.

Далеко продвинулись наши знания об отношении растений к условиям среды. Малоизвестные ранее микроэлементы (бор, молибден, медь, цинк и др.) стали в один ряд с важнейшими питательными веществами (азот, фосфор, калий, сера, кальций и др.), выяснена их роль в жизни растений. Новые сведения о физиологической роли микроэлементов, наличии их в разных почвах, формах и способах применения составляют специальный большой раздел агрохимии.

Успехи почвенной микробиологии позволяют уже в настоящее время использовать для повышения плодородия почвы специальные биопрепараты (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин, АМБ и др.), а также применять ряд приемов для регулирования микрофлоры в почве с целью направления и активизации процессов подготовки питательных веществ для растений.

Исследования последних лет в области агрофизики подводят нас вплотную к возможности полного удовлетворения растений всеми необходимыми условиями жизни и автоматического регулирования их в закрытом грунте.

Большой вклад в развитие агрономической науки вносят передовики земледелия, руководители и специалисты лучших колхозов и совхозов, внедряющие интенсивные системы земледелия, разрабатывающие новую агротехнику и технологию возделывания сельскохозяйственных культур, эффективные способы применения химии в земледелии, прогрессивные методы орошения.

Механизированное звено В. А. Светличного разработало новую технологию возделывания сахарной свеклы. При минимальных затра-



К. А. Тимирязев (1843—1920)



Д. Н. Прияшников (1865—1948)

тах труда звено получает высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Примером высокоинтенсивного земледелия в центральной черноземной зоне может служить совхоз «Петровский» Липецкой области. Здесь на основе правильного применения органических и минеральных удобрений и высокой агротехники в среднем за пять лет (1963—1967) получено: озимой пшеницы 26,6 ц (в 1967 г. — 37), гороха 26,3 (30 ц в 1965 г.), фабричной сахарной свеклы получают в среднем около 230 ц с гектара.

В лесостепной зоне Украинской ССР образцом научного ведения земледелия является колхоз имени XXII съезда КПСС Бершадского района Винницкой области

(председатель В. М. Кавун). В колхозе применяют высокую агротехнику. На гектар посевов сахарной свеклы вносят в среднем 7,6 ц минеральных удобрений и до 20 т навоза. Урожай зерновых за последние пять лет составил от 23 до 42 ц, а сахарной свеклы — от 213 до 354 ц с гектара.

В каждой почвенно-климатической зоне, в каждой области имеется немало хозяйств, бригад и звеньев, умело использующих достижения науки и прокладывающих пути интенсификации земледелия. Они должны служить практической школой для всех тружеников полей.

Из краткого обзора развития отечественной науки и практики в области земледелия видно, что это развитие шло в двух направлениях. Одно из них отражало линию на интенсификацию земледелия и использование опыта Западной Европы в подъеме сельского хозяйства. Ученые, возглавившие это направление, считали главными средствами интенсификации земледелия внедрение новых, более продуктивных культур, широкое применение промышленных удобрений, интенсивную обработку почвы, развитие мелиоративных работ и механизацию сельского хозяйства. Правильность этого пути подтверждалась опытом Западной Европы и отдельных районов нашей страны.

Однако это в принципе правильное направление в развитии науки в условиях экономической и социальной отсталости дореволюционной России не могло найти широкого практического приложения в практике. В известной мере этому не способствовали многоземелье и климатические условия, особенно в юго-восточных районах. Поэтому возникло другое направление в науке, представители которого счи-

тали невозможным перенесение опыта Западной Европы в условия земледелия России и выдвигали задачу разработки своей отечественной агрономической науки применительно к природным и экономическим условиям России. Это направление особенно выражено в трудах А. В. Советова, В. В. Докучаева и др.

Учитывая экономическую отсталость России и ее природные особенности, эти ученые предлагали более экстенсивные формы земледелия, которые в данных условиях при меньших затратах могли бы дать значительное увеличение валовой продукции земледелия.

Заслуга этих ученых состояла в том, что они выступали против шаблонного применения опыта земледелия Западной Европы и предлагали разработать дифференцированную агротехнику. Эти идеи успешно развиваются и в настоящее время применительно к различным почвенно-климатическим зонам нашей страны.

Однако разработка дифференцированной агротехники вовсе не означает отказ от общих естественнонаучных основ земледелия, разработанных усилиями ученых всех стран, и от разумного творческого использования зарубежного опыта. Известно, что социально-экономические условия изменяются и страны, находившиеся в недалеком прошлом на низших ступенях общественно-экономического развития, имеют в настоящее время самый передовой и прогрессивный социалистический строй, при котором создаются большие возможности для преодоления неблагоприятных природных условий. Например, орошение земли в засушливых районах во много раз повышает эффективность удобрений, которые в этих условиях дают даже более высокие результаты, чем в неорошаемом земледелии районов достаточного увлажнения.

В Программе КПСС говорится, что главный путь подъема сельского хозяйства и удовлетворения возрастающих потребностей страны в сельскохозяйственной продукции — всесторонняя механизация и последовательная интенсификация: достижение на основе науки и передового опыта во всех колхозах и совхозах высокой культуры земледелия и животноводства, резкое повышение урожайности всех культур и увеличение выхода продукции с каждого гектара при наименьших затратах труда и средств.

УСЛОВИЯ ЖИЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ИХ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Глава I

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Возделываемые человеком растения, как и другие организмы, в течение всей своей жизни постоянно находятся во взаимодействии с внешней средой. Несоответствие условий среды потребностям растительных организмов вызывает нарушения нормальных процессов роста и развития и даже гибель растений. Напротив, удовлетворение потребностей растений всеми условиями их жизни по периодам роста и развития позволяет полнее использовать возможности растения для получения максимального урожая.

Первая коренная задача научного земледелия и состоит в том, чтобы изучать требования растений к условиям среды и разрабатывать наиболее эффективные способы их удовлетворения.

Культурные растения в результате своей жизнедеятельности при непосредственном воздействии применяемой агротехники, в свою очередь, оказывают влияние на окружающую их среду. Изучение изменений среды, и особенно почвенных условий, составляет вторую задачу научного земледелия.

Для нормальной жизнедеятельности растений необходимы свет, тепло, вода, питательные вещества, включая углекислоту, и воздух. Каждый из названных факторов имеет важное значение в жизни растений.

Свет. Роль света в жизни растений и способы воздействия этим фактором на их рост и развитие изучаются физиологией растений, выводы которой используются в земледелии и растениеводстве для разработки способов повышения коэффициента использования света растениями. В полевых условиях для этого применяют дифференцированные нормы высева, такие способы посева и направление рядков, при которых лучше используется в одних случаях утренний и вечерний свет (при направлении с севера на юг), в других — полдневный (при направлении с востока на запад). Своевременное прореживание растений и уничтожение сорняков улучшают освещенность растений.

Наиболее эффективным способом регулирования светового режима растений является полное или дополнительное искусственное

освещение, которое все больше применяется при выращивании растений в закрытом грунте.

Тепло. Наряду со светом представляет основной фактор жизни растений и необходимое условие для биологических, химических и физических процессов в почве. Каждое растение на различных фазах и стадиях развития предъявляет определенные, но неодинаковые требования к теплу, выяснение которых составляет одну из задач физиологии растений и научного земледелия. В задачу земледелия входит также изучение теплового режима почвы и способов его регулирования.

Вода и питательные вещества, за исключением углекислоты, поступающей из атмосферы, представляют почвенные факторы жизни растений. Поэтому воду и питательные вещества называют элементами плодородия почвы. Значение их в жизни растений обстоятельно изучено физиологией и агрохимией, а способы регулирования в земледелии рассматриваются ниже.

Воздух (атмосферный и почвенный) необходим как источник кислорода для дыхания растений и почвенных микроорганизмов, а также как источник углерода, который растение усваивает в процессе фотосинтеза. Воздух необходим для микробиологических процессов в почве, в результате которых органическое вещество почвы разлагается аэробными микроорганизмами с образованием растворимых минеральных соединений азота, фосфора, калия и других нужных растениям элементов.

На протяжении длительного периода ученые-физиологи и агрохимики изучали взаимоотношения растений с отдельными условиями их жизни. При этом один из факторов количественно изменялся, а другие оставались неизменными. В результате таких опытов был сформулирован закон минимума, которым устанавливалась зависимость величины урожая от фактора, находящегося в относительном минимуме.

По мере удовлетворения потребности растения в недостающем факторе урожай повышается до тех пор, пока он не будет ограничен другим фактором, оказавшимся в минимуме. Наглядно этот закон изображается в виде «бочки Добенека», клепки которой имеют различную высоту (рис. 1).

Уровень воды в бочке соответствует высоте урожая и равен высоте самой низкой клепки. На рисунке уровень воды ограничен клепкой, означающей фосфор, который и представляет фактор, находящийся в минимуме. Нетрудно определить, что после «увеличения» этого фактора в минимуме окажется азот.

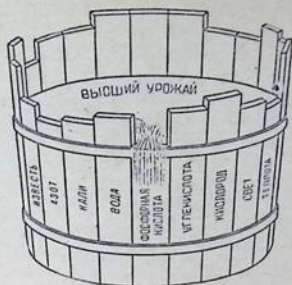


Рис. 1. Бочка Добенека.

Применительно к сельскому хозяйству Либих сформулировал закон минимума так: «Продуктивность поля находится в прямой зависимости от необходимой составной части пищи растения, содержащейся в почве в самом минимальном количестве». Он установил пропорциональное действие каждой последующей добавки питательного вещества, находящегося в минимуме, и представил это в виде формулы:

$$V = A \cdot x,$$

где V — урожай;

x — количество питательного вещества;

A — коэффициент пропорциональности для данного вида удобрения.

Под влиянием критики сторонниками так называемого закона убывающего плодородия почвы Либих признал понижающийся эффект последующих одинаковых доз вносимых в почву удобрений или других факторов. Это находило подтверждение в ряде опытов физиологов и агрохимиков. Так, в вегетационном опыте Гельригеля сравнивалось влияние различной влажности почвы на урожай наземной массы ячменя. Наивысший урожай был получен при влажности почвы 60% полной ее влагоемкости. При сухой почве, а также при полном ее насыщении водой урожай был равен нулю. Изменение урожая в зависимости от влажности почвы, как показано на рисунке 2, якобы

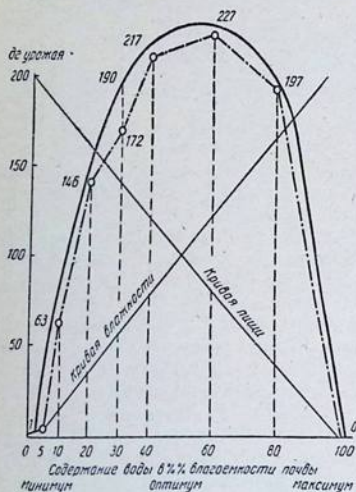


Рис. 2. Изменение величины урожая при воздействии на один фактор жизни растений.

подтверждало снижающуюся эффективность последовательных одинаковых количеств какого-либо фактора жизни растений. На основе этого и других подобных опытов Саксом были сформулированы законы минимума, оптимума и максимума. Их смысл состоял в том, что наибольший урожай может быть получен при оптимальном количестве фактора; уменьшение или увеличение его ведет к снижению урожая. В этом можно убедиться на примере такого фактора как температура. Любой жизненный процесс в растении начинается при каком-то минимуме температуры, протекает наилучшим образом при оптимальной темпера-

туре, замедляется, а затем совсем прекращается по мере дальнейшего ее повышения. Результаты этих экспериментов были неправильно использованы для подтверждения так называемого закона убывающего плодородия почвы, получившего признание в буржуазной экономической науке.

Однако последующими опытами были установлены факты, противоречащие выводам из прежних опытов. На основании большого количества исследований, проведенных в конце XIX в., Либшер внес поправку к закону минимума, установив, что растение с тем большей продуктивностью использует находящийся в минимуме фактор, чем большее число других факторов находится в оптимуме. Этим признавалось взаимодействие факторов и известная зависимость фактора, находящегося в минимуме, от других.

Дальнейшим шагом вперед по пути выявления совместного действия факторов жизни растений были работы немецкого ученого Э. А. Митчерлиха. На основании обработки данных многочисленных опытов по эффективности удобрений Митчерлих выразил «закон действия факторов роста» формулой:

$$\frac{dy}{dx} = C(A - Y),$$

где Y — ожидаемый урожай;

x — напряженность испытываемого фактора;

A — условная постоянная величина, обозначающая наивысший урожай, которая может принимать то или иное значение, в зависимости от обеспеченности растений всеми факторами;

C — коэффициент действия переменного фактора.

Каждая кривая на графике (рис. 3) подчинена этой формуле. Серия кривых на графике показывает, что с увеличением другого фактора (Z) кривые идут выше. С изменением факторов меняется и величина A . При изменении второго фактора A вырастает до A_1 , а с повышением третьего — до A_2 . Из этого отчетливо видно, пишет Митчерлих, что урожай в данный момент зависит не только от одного фактора роста («минимального фактора», по Либиху), а обуславливается одновременно и всеми остальными факторами.

Правильность принципа одновременного действия всех факторов жизни растений были подтверждены в опытах Зеельхорста и Туккера с овсом и Дж. Рассела с томатами, где изменялись одновременно два фактора: влажность почвы и количество азотных или фосфорных удобрений, а также в опытах Лундегорда по влиянию степени освещенности и концентрации CO_2 на ассимиляцию углекислоты листьями сахарной свеклы.

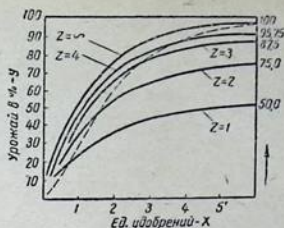


Рис. 3. Изменение урожая сельскохозяйственных культур при воздействии на два фактора жизни растений.

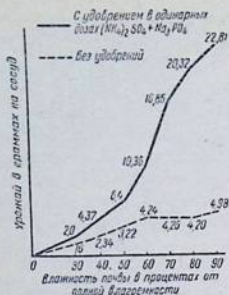


Рис. 4. Урожай пшеницы в зависимости от влажности почвы и удобрения.

роста урожая. В этом случае вместо затухающего влияния наблюдается повышение эффективности каждой последующей дозировки фактора. Таким образом, был открыт закон взаимодействия факторов роста, который гласил, что для получения высоких и увеличивающихся урожаев необходимо одновременное наличие всех факторов жизни растений.

Совместное действие факторов жизни растений проявляется не только в лучшем использовании растением каждого из них, но и косвенно — путем воздействия друг на друга. Фосфорные и другие удобрения сами по себе не оказывают влияния на количество доступной для растений воды, но, снижая транспирационный коэффициент, они уменьшают потребность растений в воде и могут ослабить вредное действие засухи. Способствуя более быстрому созреванию урожая, фосфорные удобрения также снижают общую потребность растений в воде.

Максимальная величина урожая на том или ином уровне развития науки и производительных сил общества определяется биологическими возможностями растений, а также количественным притоком и использованием солнечного света.

Закон взаимодействия факторов жизни растений не устраняет закон минимума. Значение последнего состоит в том, что фактор, находящийся в первом минимуме, имеет ведущее значение в повышении урожая.

Умение определить фактор, находящийся в данное время в минимуме, и воздействовать на него позволяет успешно повышать урожайность при наименьших затратах труда и средств.

В основе закона взаимодействия факторов и закона минимума лежит закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений, который устанавливает, что все факторы жизни растений равнозначимы и ни один из них не может быть заменен другим.

Аналогичные результаты дали опыты на мелиоративной опытной станции имени П. А. Костычева, в которых изучалось раздельное и совместное влияние различной влажности почвы (в процентах полной влагоемкости) и вносимых удобрений (рис. 4).

Дальнейшее развитие теория о совместном действии факторов жизни растений получила в работах советских и зарубежных ученых с одновременным изменением трех факторов.

Анализ одного из таких опытов В. Р. Вильямсом позволил установить, что одновременное увеличение и правильное сочетание всех факторов принципиально меняют характер кривой

Взаимодействие факторов между собой и растением может изменить количественные потребности растения или вызвать дополнительный приток того или другого фактора. Например, фосфорно-калийные удобрения снижают потребности растений в воде, а внесение кремневой кислоты способствует лучшему поступлению в растение ионов фосфорной кислоты. Однако как фосфорные (и другие) удобрения не могут избавить растения от гибели при полном отсутствии воды, так и кремневая кислота не окажет положительного влияния на усвоение фосфора, если его нет в почве. Закон минимума, как и закон взаимодействия факторов жизни растений, является, таким образом, следствием и конкретизацией закона равнозначимости и незаменимости каждого из них.

Равнозначимость факторов не означает, что в практике земледелия надо одинаково заботиться о снабжении растений каждым из них. При большом разнообразии почвенных и климатических условий и возделываемых культур возникают различные сочетания в наличии факторов, при которых в одних условиях приходится заботиться об удовлетворении потребности растений в воде, в других — в тех или иных элементах пищи, в третьих — в создании лучших тепловых условий и т. д.

Требования растений к факторам жизни определяются наследственностью растений, и они различны не только для каждого вида, но и для каждого сорта той или иной культуры. Вот почему глубокое изучение этих требований дает возможность не только лучше удовлетворять их, но и правильно устанавливать структуру посевных площадей, чередование культур, размещение различных севооборотов и т. д.

Комплексы факторов жизни сельскохозяйственных растений будут различны не только для разных растений, но и для одного и того же в период от посева до созревания.

На разных стадиях развития и фазах роста растения неодинаково относятся к факторам жизни.

Комплексы условий внешней среды, необходимые для роста растений, не совпадают с комплексами условий, требующимися для развития растений не только в количественном выражении и соотношении, но и в самих факторах. В результате можно наблюдать: а) быстрый рост и медленное развитие; б) медленный рост и ускоренное развитие; в) хороший рост и нормальное развитие.

Первый случай бывает тогда, когда комплекс факторов благоприятен для роста и мало соответствует развитию, например при относительном избытке азота и достаточной влажности почвы.

Ускоренное развитие при медленном росте происходит часто в периоды недостатка влаги при повышенной температуре воздуха. В обоих случаях урожай будут невысокими: в одном из-за позднего и неполного созревания, полегания и возможного повреждения урожая осенними заморозками, в другом из-за низкого урожая как всей массы растений, так и семян.

Следовательно, для того чтобы получать высокие урожаи, необходимо создавать благоприятные условия для роста и развития растений.

Регулировать условия жизни растений, особенно почвенные, можно различными приемами агротехники. Однако каждый из этих приемов оказывает воздействие лишь на один или на несколько факторов и не действует совсем или слабо влияет на остальные. Отсюда вытекает необходимость применять такую систему агротехнических мероприятий и такую последовательность приемов, которая обеспечит потребности растений во всех факторах при наименьших затратах труда и средств.

Учитывая действие закона минимума или ограничивающего урожай фактора в системе агротехнических мероприятий, необходимо в первую очередь применять такие из них, которые будут действовать на фактор, находящийся в настоящее время в относительном минимуме, например снабжение растений влагой при недостатке ее в почве, внесение тех или других удобрений и т. д.

В то же время надо учитывать другие факторы, которые могут оказаться в минимуме после удовлетворения потребности растения в первом факторе (например, недостаток питательных веществ после полива), и предусмотреть приемы агротехники, направленные на регулирование факторов, которые находятся во втором и последующих минимумах.

Система агротехнических мероприятий лишь тогда станет действенным средством управления ростом и развитием растений, когда она будет соответствовать меняющимся требованиям растений по мере прохождения ими стадий и фаз развития. Вследствие неодинаковых почвенных и климатических условий и разнообразия возделываемых культур в разных зонах страны в минимуме будут находиться то одни, то другие факторы жизни растений, на которые необходимо воздействовать в первую очередь. *Поэтому систему агротехнических мероприятий необходимо применять творчески, с учетом требований растений и конкретных условий среды.*

Факторы жизни растений, создаваемые природой и применяемой агротехникой, оказывают влияние не только на высоту урожая, но и на его качество. При неправильной агротехнике снижается содержание клейковины в зерне, уменьшается количество сахара в корнях сахарной свеклы, масла в семенах подсолнечника, ухудшается качество волокна у хлопчатника, льна и других прядильных культур. В результате уменьшается доход хозяйства от их возделывания. Поэтому при разработке системы агротехнических мероприятий надо предусмотреть такие приемы, которые позволят при высоких урожаях получать продукты лучшего качества.

Самая хорошая система агротехнических мероприятий не даст ожидаемых результатов, если они будут выполнены недоброкачественно. Плохо выполненный прием может оказаться не только бесполезным, но и принести непоправимый вред, например нарушение установленной глубины обработки почвы, несоблюдение нормы вы-

сева, неправильное внесение удобрений, гербицидов, фунгицидов и инсектицидов.

Важным показателем качества работ является их своевременность. Преждевременное или запоздалое проведение агротехнических мероприятий резко снижает их эффективность, а часто вовсе теряет смысл.

Система агротехнических мероприятий будет эффективна лишь в том случае, когда каждый прием осуществляется в наилучший срок и при высоком качестве всех работ.

При оценке действия любого агротехнического приема, а особенно всей системы в целом надо учитывать не только ближайшее, но и более отдаленное действие. К. Маркс указывал, что характерной чертой капиталистического земледелия является стремление повышать урожаи за счет кратковременно действующих источников плодородия почвы, при разрушении постоянных факторов. Известно, что слишком интенсивная обработка почвы без внесения органических удобрений приводит к обеднению почвы гумусом, ухудшению ее физических свойств и развитию водной и ветровой эрозии. Поэтому наряду со скородействующими приемами в системе агротехники необходимо предусматривать меры коренного улучшения почв агромелiorативными средствами (известкование кислых почв, мелiorация солонцов, заболоченных почв и т. д.).

Система агротехнических мероприятий в социалистическом земледелии должна не только обеспечить получение высоких и устойчивых урожаев в настоящее время, но и закладывать основу для еще более высоких урожаев в последующие годы, то есть повышать плодородие почвы.

По мере развития науки и техники совершенствуется агротехника. Она не может быть неподвижной. Разработанные научно-исследовательскими учреждениями и передовиками производства новые приемы возделывания той или иной культуры должны быстро внедряться в производство. Это непременное условие непрерывного прогресса в земледелии.

Глава II

ПЛОДОРОДИЕ И ОКУЛЬТУРЕННОСТЬ ПОЧВЫ — ОСНОВА ВЫСОКОГО УРОЖАЯ

Плодородие является основным качественным признаком, отличающим почву как природное тело от горной породы. Научное представление об экономическом плодородии почвы дано в трудах К. Маркса и В. И. Ленина.

Исследуя вопросы земельной ренты, К. Маркс установил различные понятия плодородия почвы. В его трудах прежде всего освещено естественное плодородие почвы, которое создается в результате природных процессов почвообразования и которое определяется различным механическим и химическим составом почвы, помимо климатических и других природных условий.

«Однако, — писал К. Маркс, — два земельных участка с одинаковым химическим составом почвы и в этом смысле одинакового естественного плодородия могут быть различны по своему действительному, эффективному плодородию в зависимости от того, находятся ли эти питательные вещества в форме, в которой они лучше или хуже усваиваются, более или менее непосредственно пригодны для питания растений. Таким образом, отчасти от развития земледельческой химии, отчасти — земледельческой механики зависит, в какой степени на земельных участках одинакового естественного плодородия последнее может быть действительно использовано. Поэтому, хотя плодородие и является объективным свойством почвы, экономически оно все же постоянно подразумевает известное отношение — отношение к данному уровню развития земледельческой химии и механики, а потому и изменяется вместе с этим уровнем развития» *.

Таким образом, эффективное плодородие, не исключая естественные свойства почвы, рассматривается Марксом как результат производственного воздействия на почву, которое связано с развитием науки и техники.

Далее К. Маркс отмечает: «С развитием естественных наук и агрономии изменяется и плодородие земли, так как изменяются средства, при помощи которых элементы почвы делаются пригодными для немедленного использования» **.

Так как прогресс науки и техники и производительность труда зависят от общественных отношений, то и плодородие почвы изменяется с развитием этих отношений. Почва, считавшаяся неплодородной на низких ступенях развития человеческого общества, становится плодородной при более высоких общественных формациях.

При современном развитии науки и техники производственное воздействие на почву не ограничивается только превращением содержащихся в ней веществ из недоступных форм в легкоусвояемые, но оно изменяет и ее природные свойства. Например, внесение органических и минеральных удобрений, известкование и гипсование изменяют химический состав почвы и содержание в ней органического вещества, орошение позволяет снабжать растения необходимым количеством воды. Осушение дает возможность регулировать водно-воздушный и тепловой режимы почвы. По мере интенсификации земледелия все большую роль в эффективном плодородии играют разнообразные приемы воздействия человека на почву, а природные свойства приобретают подчиненное значение.

К. Маркс указывал, что такое воздействие человека позволяет не только сохранить уровень потенциального плодородия почвы, но и повышать его, так как последовательные затраты средств на улучшение земли продуктивно используются, поскольку сама земля действует в качестве средства производства и постоянно улучшается, если правильно обращаться с нею.

* К. Маркс. Капитал, т. 3, 1950, стр. 664.

** К. Маркс. Капитал, т. 3, 1950, стр. 783.

К. Маркс и В. И. Ленин вскрыли реакционную сущность мальтузианства и «закона убывающего плодородия почвы», согласно которому каждое добавочное вложение труда и капитала в землю сопровождается не соответственным, а все уменьшающимся количеством добываемого продукта.

В качестве доказательства неопровержимости «закона» его защитники выдвигали довод о том, что если бы не существовало этого «закона», то не надо было бы увеличивать посевные площади, а земледелие всего земного шара можно было бы уместить на одной десяatine.

В. И. Ленин научным анализом показал полную несостоятельность «закона убывающего плодородия почвы». Он установил, что добавочные вложения труда и средств в земледелие предполагают изменение способов производства, преобразование техники. «Чтобы увеличить в значительных размерах количество вкладываемого в землю капитала, — писал В. И. Ленин, — надо *изобрести* новые машины, новые системы полеводства, новые способы содержания скота, перевозки продукта и пр. и пр.»... Но даже при неизменной технике, когда «добавочные вложения труда и капитала возможны, *отнюдь не всегда и не безусловно* будет наблюдаться уменьшение производительности каждого такого добавочного вложения...»

Итак: «закон убывающего плодородия почвы» вовсе не применим к тем случаям, когда техника прогрессирует, когда способы производства преобразуются; он имеет лишь весьма относительное и условное применение к тем случаям, когда техника остается неизменной» *.

В последующем этот «закон» проник из области экономики в естественные и сельскохозяйственные науки, где он формулировался так: «каждая последующая добавка какого-либо фактора жизни растений дает снижающуюся прибавку урожая». В подтверждение приводились результаты тех опытов, которые были описаны выше, с изменением одного изучаемого фактора, не меняя всего комплекса их. Несостоятельность выводов из этих опытов доказана трудами К. А. Тимирязева, Д. Н. Прянишникова, В. Р. Вильямса и других советских ученых. Практика передовиков земледелия полностью опровергла пресловутый «закон убывающего плодородия почвы» и с экономической стороны. Она подтвердила выводы науки о том, что если применять научно обоснованную систему агрономических и мелиоративных мероприятий, то плодородие почвы систематически повышается, она становится более окультуренной, способной обеспечить растения необходимыми элементами плодородия для получения все возрастающих урожаев.

В. Р. Вильямс различал элементы и условия плодородия почвы. Элементы — это земные факторы жизни растений, то есть те необходимые вещества, которые растения берут из почвы. К ним относятся питательные вещества и вода.

* В. И. Ленин. Соч., изд. 4-е, т. 5, стр. 93—94.

Условия плодородия — это такое состояние почвы, при котором обеспечивается наилучший приток и использование растениями элементов плодородия и устраняется антагонизм между ними. К условиям плодородия относятся ее физические свойства, реакция почвы, чистота от сорняков, зачатков болезней и вредителей.

Условия плодородия зависят не столько от природных свойств почвы, сколько создаются в процессе функционирования земли в качестве средства сельскохозяйственного производства, то есть в результате окультуривания почвы.

Окультуривание есть процесс изменения важных природных свойств почвы в благоприятную сторону путем применения научно обоснованных приемов воздействия на почву (мелиорация, известкование и гипсование, внесение удобрений, обработка почвы, борьба с засоренностью и зараженностью и др.).

Для окультуривания почвы используются методы биологического, химического и физического воздействия.

Биологический метод заключается в регулировании процессов синтеза и разложения органического вещества в почве, правильном подборе возделываемых растений и их сортов, наилучшем соотношении между различными группами сельскохозяйственных культур (зерновые, технические, кормовые) и правильном чередовании их в севообороте. Особенное влияние на баланс органического вещества в почве оказывает посев многолетних бобовых трав и травосмесей бобовых и злаковых. Посевы бобовых трав служат также наиболее дешевым и доступным способом обогащения почвы азотом путем фиксации его из атмосферного воздуха клубеньковыми бактериями. Большое влияние оказывают также посевы бобовых растений на зеленое удобрение, использование различных приемов регулирования численности и состава микрофлоры. Разложение органического вещества в почве усиливается при более глубокой и своевременной обработке почвы, введении в севообороты пропашных культур и чистых паров.

Химический метод предусматривает применение минеральных удобрений, известкование и гипсование почвы для пополнения запасов доступных растениям питательных веществ и устранения неблагоприятных химических свойств почвы и почвенного раствора (кислотность, щелочность).

Физический метод состоит в физико-механических воздействиях на почву. Сюда относятся приемы обработки почвы, физико-химические методы создания почвенной структуры, некоторые приемы регулирования водного, воздушного и теплового режимов почвы.

Каждый из этих трех методов воздействует в той или иной степени на все свойства почвы и процессы в ней, но наилучшие результаты можно получить лишь при умелом сочетании всех трех методов.

Уровень плодородия и степень окультуренности определяют по ряду показателей, которые условно можно разделить на те же три группы, что и методы окультуривания.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ И ОКУЛЬТУРЕННОСТИ ПОЧВЫ

Роль органического вещества и микрофлоры почвы. Органическое вещество является очень важной составной частью почвы, отличающей ее от почвообразующей породы. Образование органического вещества в почве есть следствие жизнедеятельности растений, микроорганизмов и почвенной фауны, а также внесения органических удобрений. Органическое вещество почвы находится: а) в живых организмах, обитающих в почве или на ее поверхности; б) в отмерших телах растений, животных и микроорганизмов, внесенных в почву органических удобрениях, находящихся на разных степенях разложения; в) в продуктах жизнедеятельности, выделяемых в почву обитающими в ней живыми организмами; г) в почвенном перегное.

Живое органическое вещество не может служить источником пищи растений за исключением паразитов, которых нет среди культурных растений. Напротив, живые организмы сами являются потребителями питательных веществ. Однако после их отмирания органическое вещество переходит в форму, подвергающуюся разложению и образованию доступных для растений питательных веществ.

Количество отмерших остатков растений в пахотном слое на гектаре колеблется от нескольких центнеров до 10 т и более и зависит от вида возделываемых растений и приемов агротехники. Количество отмерших микроорганизмов в течение одного года может достигать, по данным Н. А. Красильникова, 6 т на гектар.

Несмотря на небольшую долю в общем запасе органического вещества, эта форма имеет очень важное значение при характеристике почвы. Большая часть органического вещества (свыше 60%) отмерших растений и животных при благоприятных условиях сравнительно быстро разлагается микроорганизмами с выделением углекислоты, катионов аммония, калия, кальция и других элементов, а также анионов NO_3 , PO_4 и др. Остальная часть разлагающегося органического вещества вместе с продуктами их частичного разложения входит в состав гумуса. В эту же форму переходит значительная часть корневых выделений и продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Органические соединения, не содержащие перегнойных кислот (неспецифической природы), составляют 10—15% общего количества перегноя в почве. Основная масса органического вещества почвы находится в форме гумуса.

По данным И. В. Тюрина, общий запас гумуса в метровом слое подзолистых почв достигает в среднем 99 т на гектар, серых лесных почв — от 175 до 296 т, черноземов — 391—709, каштановых — 156—299, сероземов (в среднем) — 83 и красноземов — 282 т.

Перегной является основным источником питательных веществ для растений. Он содержит около 4,5% азота. Азот перегноя занимает 99% и более азотного фонда почвы. В то же время перегной служит главным источником энергии для почвенных микроорганизмов. При разложении перегноя выделяются в виде минеральных рас-

творимых соединений почти все элементы пищи растений, включая и микроэлементы.

Органические кислоты перегной способствуют переводу недоступных растениям соединений фосфора, магния и кальция в доступные растворимые формы.

Повышение содержания перегной в почве сопровождается улучшением ее физико-химических свойств. Увеличивается емкость поглощения и насыщенность основаниями, повышается способность к обменным реакциям между поглощенными и находящимися в почвенном растворе ионами, увеличивается буферная способность почвы. От содержания перегной в значительной мере зависят влагоемкость, связность, структурность, теплоемкость и теплопроводность почвы, имеющие немалое значение в создании наилучших условий жизни растений.

Перегнойные кислоты представляют высокомолекулярные азотсодержащие соединения двух видов: а) гуминовые кислоты темной окраски и б) фульвокислоты (креновые и апокреновые) — бесцветные и окрашенные в светлые тона.

Свойства перегной во многом определяются соотношением между этими двумя группами кислот.

По современным воззрениям, каждая из этих кислот представляет не чистое химическое соединение, а группу сходных веществ, чем и объясняются различия в составе гуминовых кислот. На черноземных почвах гуминовые кислоты содержат больше углерода и имеют более сложный состав по сравнению с теми же кислотами подзолистых почв. Последние более подвижны, что сближает их с фульвокислотами.

Образующийся вновь перегной обладает свойством склеивать почвенные частицы и, коагулируясь, цементировать их в комки различной величины, не размываемые водой. Такой перегной называют деятельным.

Существует несколько предположений о процессе образования деятельного перегной. Одни ученые полагают, что он появляется еще при жизни растений с помощью неспороносных почвенных бактерий, которые используют корневые выделения произрастающих растений (Ф. Ю. Гельцер). Согласно другой точке зрения, деятельный перегной образуется в две фазы. Сначала из разлагающегося органического вещества появляются простые соединения, а затем с помощью микробов в результате окислительных процессов образуются сложные соединения, составляющие гумус (М. М. Кононова). Имеются и другие гипотезы.

Источниками пополнения органического вещества почвы являются неиспользуемые остатки возделываемых в поле растений (корни, пожнивные остатки стеблей, опавшие листья), органические удобрения (навоз, органические и органо-минеральные компосты, зеленое удобрение и др.).

После уборки полевых культур количество органических остатков в почве и на ее поверхности зависит от соотношения веса над-

земных и подземных органов растений, характера использования их (на семена, на корм, для технической цели и т. д.), метеорологических условий, применяемой агротехники и общего урожая. Вес сухих корней зерновых культур при обычном рядовом посеве составляет от 15 до 30% от общего урожая надземной массы. Примерно столько же органического вещества остается на поверхности почвы в виде стерни. В земледелии США, Канады и некоторых других стран в качестве источника органического вещества используют солому зерновых культур. Больше органического вещества остается после многолетних бобовых трав и травосмесей. Соотношение между скашиваемой надземной массой и корневыми и поукосными остатками у этих культур близко к единице. При хороших урожаях клевер и смеси его со злаковыми травами двухгодичного пользования оставляют до 100 ц корневых и поукосных остатков в воздушносухом состоянии, а люцерна еще больше.

Растительные остатки многолетних бобовых трав содержат больше азота, чем другие культуры. Так, по определению Г. А. Степановой корневые остатки клевера с тимофеевкой первого года пользования содержали 1,64% азота, корни озимой ржи — 0,98, льна — 0,84%. Наименьшее количество органического вещества остается в почве после корнеплодных и прядильных растений (сахарная свекла, кормовые и столовые корнеплоды, картофель, лен и др.). По количеству оставляемого в почве органического вещества культуры можно расположить в такой последовательности: многолетние травы — однолетние мешанки на корм — озимые зерновые — яровые зерновые — корнеплоды, картофель, лен. Влияние той или иной культуры на баланс органического вещества в почве зависит не только от размеров его поступления, но и от интенсивности процесса разложения, на который оказывают рядяру с другими условиями приемы возделывания, особенно обработка почвы до посева и во время вегетации.

По интенсивности процесса разложения в почве и по количеству разложившегося за период вегетации органического вещества перечисленные выше культуры можно расположить, за некоторыми исключениями, в обратном порядке. Наиболее интенсивно идет разложение под пропашными, затем под зерновыми, льном и другими растениями сплошного посева и, наконец, под многолетними травами, где в течение 2—3 лет почва не обрабатывается.

В результате соотношения этих противоположных процессов увеличивается или уменьшается органическое вещество в почве. В течение одного года такие изменения бывают настолько незначительны, что их трудно установить, но они становятся отчетливыми при анализе почвы, находящейся десять и более лет под данными культурами в равных условиях. При этом возможны три случая: 1) органическое вещество разлагается больше, чем создается, происходит постепенное уменьшение содержания его в почве; 2) количество разлагающегося вещества равно вновь созданному, наблюдается устойчивость содержания его в почве; 3) органического вещества

разлагается меньше, чем создается, происходит постепенное накопление его в почве.

По данным американских ученых (Солтер и Грин) за 30-летний период, содержание гумуса в почве под отдельными культурами ежегодно уменьшалось (—) или увеличивалось (+) в следующих размерах (в процентах к исходному количеству):

кукуруза при бессменном возделывании		—3,12
пшеница	»	—1,44
овес	»	—1,41
многолетние травы в севообороте: кукуруза, овес, пшеница,		
клевер с тимфеевкой два года		+1,36
клевер в севообороте: кукуруза, пшеница, клевер		+3,25

Как показывают результаты этих и других подобных исследований, на систематически обрабатываемых почвах и удобряемых полях почти невозможно достичь бездефицитного баланса органического вещества в почве. Применение минеральных удобрений, повышая урожай всех культур, соответственно увеличивает и количество органического вещества в почве. В определенных почвенных условиях и при посеве многолетних трав можно поддерживать бездефицитный баланс органического вещества в почве.

Применение органических удобрений (наряду с минеральными), а также использование посевов на зеленое удобрение позволяют количество органического вещества в почве не только удерживать на достигнутом уровне, но и увеличивать его, даже при возделывании пропашных культур, например в интенсивном овощном хозяйстве.

Исследования В. Е. Егорова на Опытной станции полеводства Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева показали, что около 40% вносимого в почву навоза гумифицируется, а остальная часть переходит в минеральные растворимые в воде вещества, которые используются растениями для питания.

Органическим удобрениям, главным образом навозу, принадлежит важная роль в окультуривании почв, особенно дерново-подзолистых. В результате систематического унавоживания увеличивается содержание гумуса и азота в почве, подвижных форм фосфора и калия, повышаются емкость поглощения и степень насыщенности основаниями, нитрифицирующая способность, улучшается структура и другие физические свойства почвы. Эти удобрения увеличивают связность легких песчаных и супесчаных почв и уменьшают ее на глинистых и тяжелых суглинках.

С навозом и некоторыми другими органическими удобрениями в почву поступает очень много микроорганизмов, которые выполняют важную роль в окультуривании почвы.

В начале XX в. были сделаны первые попытки установить связь между урожайностью сельскохозяйственных культур и количеством микроорганизмов в почве. По результатам своих исследований и работ предшественников С. Ваксман пришел к выводу, что на одной

и той же почве урожай изменяется пропорционально количеству микроорганизмов в почве. Однако этот вывод нельзя распространять на все виды микроорганизмов. Бактерии, разлагающие целлюлозу, не только не обогащают почву азотом, но сами потребляют азот и фосфор почвы. Поэтому внесение в почву в виде удобрения большого количества безазотистых веществ хотя и приводит к массовому размножению микроорганизмов, но не повышает урожай, если посеять растения вслед за внесением этих удобрений.

На основании работ советских ученых М. В. Федоров сделал заключение о том, что общее число микроорганизмов не может служить надежным показателем плодородия почвы и ожидаемой высоты урожая. Для оценки степени окультуренности почвы можно использовать количество термофильных бактерий, которое зависит от внесения в почву навоза и компостов.

Н. М. Лазаревым показано, что для определения уровня плодородия почвы можно пользоваться соотношением двух групп микроорганизмов (аутохтонной микрофлоры А и В).

Более определенная зависимость урожая установлена от общего количества микроорганизмов в почве, развивающихся на мясопептонном агаре, а также от наличия азотфиксаторов и нитрифицирующих бактерий.

По определению В. П. Нарциссова, на серых лесных почвах в девяти случаях из десяти было обнаружено больше нитрифицирующих бактерий в пахотном слое почвы на участках с более высоким урожаем. В то же время не установлено зависимости между урожаем и такими группами микроорганизмов, как актиномицеты, аммонификаторы, бактерии маслянокислого брожения, денитрификаторы.

В работах некоторых ученых (Е. Ф. Березова, А. А. Исакова) придается большая роль специфическим группам микроорганизмов, развивающихся в зоне корневой системы каждого вида растений. Однако состав этих специфических групп для разных культур не установлен, что лишает возможности судить по их количеству о плодородии почвы.

При низкой культуре земледелия в пахотном слое почвы накапливается очень много семян и вегетативных органов сорных трав — источников засорения посевов в течение длительного времени. Такое накопление происходит вследствие несоблюдения правильного чередования культур, несвоевременных и плохих обработок почвы, ухода за посевами и уборки урожая и отсутствия специальных мер борьбы с сорняками.

Эти же причины приводят к увеличению зараженности почвы обитающими в почве вредителями и возбудителями болезней (приволочники, нематоды, фузариум и др.). В результате культурные растения на таких почвах сильно поражаются болезнями и вредителями, снижающими урожай. Поэтому чистота почвы от семян и вегетативных органов размножения сорняков, от возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур — важный показатель окультуренности почвы.

К этой группе показателей относятся механический состав почвы, ее структура и строение, от которых зависят водно-воздушные, отчасти тепловые свойства, направление и интенсивность микробиологических процессов.

Механический состав почвы является природным фактором и мало поддается изменению под влиянием различных приемов окультуривания. Твердую основу почвы составляют частички разного размера и форм. В зависимости от соотношения частиц различного размера почвы классифицируются по механическому составу. Эта классификация, как и группировка частиц, рассматривается в почвоведении. Механический состав оказывает большое влияние на агрофизические свойства почвы, в частности на ее структуру и строение. От механического состава зависят общий объем почвенных пор, их размеры, водопроницаемость и влагоемкость, аэрация и газообмен, тепловые свойства и температурный режим. Различные по величине частицы почвы обладают неодинаковой способностью к коагуляции и агрегации. Это связано с увеличением свободной поверхностной энергии по мере уменьшения размеров частиц. Высокодисперсные системы с большой поверхностной энергией обычно неустойчивы. Они уменьшают свою поверхность при поглощении газов и паров, а также молекул и ионов почвенных частиц или посредством коагуляции последних.

Под коагуляцией понимают укрупнение частиц в коллоидных или грубодисперсных системах в результате слипания их под действием молекулярных сил сцепления. Коагуляция коллоидных частиц является основой образования микроагрегатов почвы и в целом ее структуры.

Структура почвы и ее значение

Структурой почвы называются различные по величине и форме агрегаты, в которые склеены почвенные частицы. Свойство же почвы распадаться на агрегаты называется *структурностью*. Почвенные частицы могут находиться и в раздельном (неагрегатированном) состоянии. Комочки, образовавшиеся из первичных почвенных частиц, составляют агрегаты первого порядка. В свою очередь, эти агрегаты могут склеиваться в более крупные агрегаты второго порядка и т. д. По размеру комков различают: мегаструктуру, или глыбистую, (комки диаметром более 10 мм), макроструктуру, или комковато-зернистую (комки диаметром 10—0,25 мм), микроструктуру (комки диаметром менее 0,25 мм). Микроструктура подразделяется на грубую (комки диаметром 0,25—0,01 мм) и тонкую (комки диаметром меньше 0,01 мм). Эти структуры имеют различный механизм образования и обуславливают разные водно-физические свойства почвы.

Обычно в почвах создаются условия уменьшения величины общей поверхности вследствие сближения и слипания частиц. Для частиц

шаровидной формы сила взаимного притяжения может быть выражена формулой, предложенной Б. В. Дерягиным:

$$F = 4\pi \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} \sigma,$$

где r_1 и r_2 — радиусы частиц;

σ — поверхностная энергия границы раздела между частицами и дисперсионной средой.

Для шаровидных частиц одинакового размера эта формула принимает такой вид:

$$F = 2\pi r \sigma.$$

Для коагуляции и образования микроагрегатов необходимы изменение влажности почвы, количества и состава катионов в почвенном растворе. При высыхании почвы уменьшается гидратная оболочка частиц и происходит их сближение.

Увеличение двухвалентных катионов в почвенном растворе, особенно в диффузном слое частицы, ведет к снижению электрокинетического потенциала частицы и к уменьшению сил, препятствующих коагуляции. Микроагрегаты, образующиеся в результате коагуляции, не могут иметь диаметр более 0,05—0,1 мм. Более крупные микроагрегаты появляются при разрушении макроагрегатов.

При переходе частиц почвы от раздельного состояния к микроагрегатному происходят существенные изменения ряда свойств почвы. В почве, состоящей целиком из раздельных первичных частиц, имеется лишь один тип промежутков или пор между этими частицами. В почве же, находящейся в состоянии микроагрегатов, наряду с такими порами появляются поры между микроагрегатами. В связи с этим увеличивается общий объем и величина пор, что заметно отражается на водно-физических свойствах почвы. В мелких микропорах диаметром 10^{-4} — 10^{-5} мм вода почти полностью связана поверхностными силами и недоступна для растений. В результате набухания почвы прекращается движение воды вниз. Вода атмосферных осадков может проникать только по трещинам и ходам роющей почвенной фауны.

В почвах с микроструктурным составом наряду с самыми мелкими внутриагрегатными порами имеются межагрегатные поры диаметром 10^{-2} — 10^{-3} мм. Находящаяся в них вода более подвижна и доступна для растений. В такую почву дождевые и талые воды проникают лучше.

Микроструктура играет положительную роль в устранении водной и ветровой эрозии. Частицы диаметром около 0,25 мм могут передвигаться, если сила ветра на высоте 10 см от поверхности почвы достигает 6—7 м/сек.

Почвы микроагрегатного состава имеют большое распространение в нашей стране. К ним относятся сероземы Средней Азии и значительная часть дерново-подзолистых почв. При соответствующей агротехнике на таких почвах получают высокие урожаи ценных культур (хлопчатник, картофель, сахарная свекла и др.). Однако

эти почвы склонны к быстрому и значительному уплотнению, уменьшая общую пористость до 40%. После дождя или схода снеговой воды на таких почвах образуется плотная корка, которая резко ухудшает условия жизни растений. Потери влаги через испарение с поверхности почвы сравнительно велики.

На почвах микроагрегатного состава необходимо проводить агротехнические и мелиоративные мероприятия для улучшения их физических свойств. Главная задача этих мероприятий состоит в придании почве макроструктуры с агрегатами диаметром более 0,25 мм. Однако ряд исследователей (К. К. Гедройц, Н. А. Качинский, М. Г. Чижевский, П. В. Вершинин) не без основания считали, что размер макроагрегатов следует дифференцировать в зависимости от типа почв и климатических условий.

Важным свойством агрегатов является их прочность или сопротивление комков размывающему действию воды. Большая часть методов определения прочности структуры состоит в том, что навеску почвенных комков помещают в проточную или неподвижную воду и пропускают в ней через сита. Процент водопрочных агрегатов определяют по весу оставшейся на ситах части в сухом состоянии или по числу сохранивших свою форму комков после пребывания их в воде в течение определенного времени (метод Андрианова). Наряду с этими прямыми методами существуют косвенные, в которых за показатель прочности принимают количество воды, проходящей через слой почвы в единицу времени (метод Фаддеева — Вильямса) или количество воды, израсходованное на размывание одного комка (метод Виленского).

Прочность агрегатов обуславливает устойчивость структуры и ее долговременность. Непрочные комки под влиянием атмосферных осадков или поливных вод разрушаются и почва принимает раздельно-частичное состояние со всеми отрицательными свойствами. Для восстановления непрочной структуры требуются более частые обработки почвы.

Прочность агрегатов у различных генетических типов почв неодинакова. Она изменяется также в зависимости от механического состава и использования поля под те или иные культуры (табл. 1).

Агрономическая ценность структуры зависит также от пористости агрегатов. Иногда прочность комков обусловлена слишком плотным размещением почвенных частиц, малой пористостью комков и очень небольшим размером пор. В такой комок не проникает вода, так как все его поры заняты прочно связанной водой. Эти комки по своим свойствам приближаются к механическим элементам почвы равного размера (песок, гравий) и не обладают нужными агрофизическими свойствами. Пористость макроагрегатов зависит от наличия в их составе микроагрегатов, от размера почвенных частиц в комке и от их размещения. Большая пористость наряду с прочностью обеспечивает наилучшие физические свойства почвы и служит важной характеристикой структуры, а следовательно, плодородия и окультуренности почвы.

Водопрочность почвенных агрегатов основных почв СССР
(% вес. всей почвы)

Почва	Глубина исследования (см)	Размер агрегатов по диаметру (мм)					Автор
		более 3	3—1	1—0,5	0,5—0,25	менее 0,25	
Сильнопodzolistая суглинистая на моренном суглинке	0—10	—	0,9	2,8	9,1	87,2	Н. П. Саввинов
Дерново-подзолистая суглинистая	0—14	7,8	17,3	10,9	12,9	51,1	
Глинистый обыкновенный чернозем:							Н. Б. Ревут
поле чистого пара	0—28	1,5	11,2	35,8	2,5	48,9	
залежь	0—15	30,3	40,1	3,0	12,2	9,4	
Темно-каштановая суглинистая:							Н. П. Саввинов
поле чистого пара	0—20	—	2,6	4,1	13,0	80,3	
целина	0—20	2,5	8,0	5,8	13,0	70,7	Г. П. Павлов
Серозем на лессовидном тяжелом суглинке:							
старопашка	0—20	—	1,8	1,8	7,8	88,6	
пятилетняя люцерна	0—20	—	10,2	7,1	12,1	69,6	

Почвы с хорошо выраженной макро- и микроструктурой имеют три и более вида пор: а) внутри микроагрегатов, б) между микроагрегатами, в) между макроагрегатами. Такие почвы даже при плотной укладке частиц и агрегатов обладают большой пористостью и различным размером пор, то есть имеют лучшее строение. В такие почвы хорошо проникает и сохраняется вода атмосферных осадков. В то же время наиболее крупные межагрегатные поры остаются свободными от воды и заполняются воздухом. Таким образом, в структурных почвах устраняется антагонизм между водой и воздухом, который наблюдается в раздельно-частичной почве, особенно при одинаковом размере пор. В таких почвах создаются благоприятные условия для микробиологических процессов и превращения питательных веществ из недоступной в усвояемую растениями форму.

Макроагрегаты служат надежной защитой почвы от водной и ветровой эрозии. Исследованиями, проведенными в США, установлено, что ветровая эрозия резко снижается при размере агрегатов более 0,8 мм.

Улучшение структуры почвы приводит к уменьшению ее связности. Такая почва легко рассыпается, так как макроагрегаты, обладая высокой связностью, имеют небольшую площадь соприкосновения между собой и слабое действие молекулярных сил сцепления. Для обработки структурных почв требуется меньше тяговых усилий по сравнению с бесструктурными такого же механического состава.

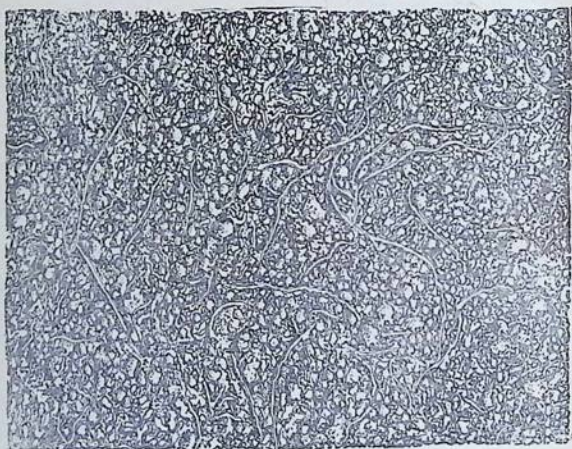


Рис. 5. Бесструктурная (сверху) и структурная (снизу) почва.

Однако при большом значении структуры почвы не следует ее переоценивать и полагать, что на малоструктурных почвах нельзя получать высокие урожаи. Преувеличение роли структуры В. Р. Вильямсом привело его к ошибочным выводам при оценке систем земледелия и севооборотов, некоторых приемов обработки почвы и удобрений, роли травосмесей многолетних бобовых и злаковых трав.

Факторы изменения структуры почвы

В природных условиях структура почвы создается в результате ряда процессов, происходящих в почве под влиянием определенных растительных сообществ. Хорошо выраженную прочную структуру имеют целинные черноземы.

При сельскохозяйственном использовании земли на изменение структуры почвы действуют две группы причин. Первая группа приводит к разрушению агрегатов и увеличению дисперсности почвы, а вторая вызывает образование комков и возникновение их прочности. Если мы наблюдаем увеличение макроагрегатов в почве, то это означает, что факторы создания структуры преобладают над разрушающими ее силами.

К причинам, вызывающим утрату структуры, относится прежде всего механическое действие орудий обработки почвы, тракторов и транспорта, движущихся по полю. Вследствие этого движения часть агрегатов раздавливается ходовой частью двигателей, машин и орудий и растирается их рабочими органами. Действие этих причин усиливается на недостаточно влажных и переувлажненных почвах.

К механическим силам разрушения агрегатов следует отнести и действие ударов дождевых капель, которые разбивают комки на поверхности почвы. При сильных ливнях наблюдается разрушение агрегатов и в более глубоких слоях почвы. Это происходит вследствие быстрого проникновения воды в почву и одновременного смачивания агрегатов со всех сторон. При этом воздух, находящийся в порах агрегатов, защемляется. Вода, втягиваясь внутрь агрегата, сжимает воздух, увеличивая его давление на стенки пор. Когда это давление превысит силы сцепления между микроагрегатами и частицами, происходит разрыв агрегата. Это явление можно иллюстрировать элементарным опытом. Если в чашку с водой погрузить несколько агрегатов, то можно заметить быстрый распад их и выделение пузырьков воздуха. Такие же агрегаты, но предварительно смоченные водой с одной стороны, при погружении в воду существенно не изменяются. В производственных условиях действие этой причины проявляется при поливе сухой почвы сплошным затоплением, что приводит к сильному разрушению структуры.

Вместе с дождевой водой в почву поступает аммиак и углекислота. Аммоний вступает в обменные реакции, вытесняя из поглощающего комплекса кальций, что вызывает частичное разрушение микроагрегатов и утрату прочности макроагрегатов. Углекислота также приводит к замене в поглощающем комплексе ионов кальция и к разру-

шению микроагрегатов. Это физико-химическое действие воды особенно распространяется на верхнюю половину пахотного слоя.

Макроагрегаты могут распадаться на мелкие комочки и при разложении гумуса микроорганизмами.

Под влиянием всех этих причин структура почвы довольно быстро ухудшается, если ослаблены факторы образования новых агрегатов. Среди таких факторов имеются как природные, так и регулируемые человеком.

Одним из факторов образования макроагрегатов является наличие на поверхности микроагрегатов коллоидных пленок. При набухании этих пленок частицы соприкасаются друг с другом и при высыхании склеиваются и прочно удерживаются. Этот процесс усиливается, если одновременно происходит уплотнение почвы. Чем плотнее почва, тем большая часть поверхности частиц приходится в соприкосновение и тем с большей силой они слипаются.

Степень уплотнения, в свою очередь, во многом зависит от влажности почвы. Сухая почва обладает сыпучестью, но если постепенно ее увлажнять и перемешивать, можно заметить образование комочков. Это происходит под влиянием менисковых сил, возникающих между частицами при смачивании почвы. Вогнутые мениски стягивают их и вызывают давление, величина которого прямо пропорциональна поверхностному натяжению почвенного раствора и обратно пропорциональна радиусу кривизны мениска или радиусу частиц.

Наряду с менисковыми силами при увлажнении почвы происходит скольжение частиц, окруженных водными пленками, в результате частицы располагаются компактно, входят в тесное соприкосновение, а почва уменьшает объем. В сухой и переувлажненной почве этого не наблюдается.

Менисковые и склеивающие силы действуют лишь при определенной влажности. Между тем часто агрегаты сохраняются и при высыхании или переувлажнении почвы, когда перестают действовать менисковые силы, а коллоидные пленки вновь набухают и не могут удерживать частицы в соприкосновении. Следовательно, оба рассмотренные выше фактора не являются единственной причиной образования агрегатов и не придают им прочность.

Наряду с явлениями агрегации и укрупнения почвенных комков в почве действуют факторы, расчленяющие ее. К ним относятся изменение влажности и температуры почвы, корни растений и почвенная фауна, обработка почвы.

При увлажнении почвы происходит набухание коллоидных пленок и увеличивается их объем. Чем мельче почвенные частицы, тем больше увеличится общий объем почвы при одной и той же степени набухания. По мере высыхания объем почвы уменьшается, в ней появляется много трещин, которые расчленяют почвенную массу. Степень расчленения зависит прежде всего от механического состава. Сильно набухающие глинистые и тяжело суглинистые почвы дают большую усадку, то есть уменьшение в объеме по сравнению с песками и супесями.

Почвы, богатые органическим веществом, сильнее изменяют объем при увлажнении и высыхании и больше образуют трещин по сравнению с малогумусными почвами.

Степень и характер расчленения почвы при высыхании зависит также от состава поглощенных катионов и растворенных солей в почвенном растворе и от плотности почвы.

Аналогичные изменения вызывают температурные колебания, особенно промерзание и оттаивание почвы. При замерзании почвенного раствора объем его увеличивается, что ведет к появлению мелких трещин в почве, при оттаивании по границам трещин образуются структурные отдельности.

Степень крошения почвы вследствие замерзания и оттаивания зависит от увлажнения почвы. Если в почве мало воды, изменение ее объема при замерзании будет незначительным, а если она переувлажнена, лед образуется сплошь, без образования трещин.

По данным П. В. Вершинина, наибольшее количество агрегатов на черноземах образуется при замерзании и оттаивании почвы, содержащей 26—30% воды от веса почвы. При увеличении влажности до 50% структурообразование при промораживании почти не происходит. Колебания температуры способствуют крошению почвы на агрегаты, но не придают им прочности.

Большое влияние на расчленение почвы на макроагрегаты оказывают корни растений. Они пронизывают почву во всех направлениях и расчленяют ее на сравнительно небольшие агрегаты. Влияние растений на структуру почвы хорошо изучено русскими учеными. Ниже приводятся результаты агрегатного анализа дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы опытной станции полеводства ТСХА, взятой из-под разных культур при бессменном возделывании и в севообороте (Б. А. Доспехов). Они свидетельствуют не только о большом положительном влиянии растений на структуру почвы, но и о роли навоза и минеральных удобрений в оструктуривании почвы (табл. 2).

Таблица 2

Количество водопрочных агрегатов (%) под разными культурами в зависимости от удобрений

Культура	Без удобрений		NPK		Навоз	
	более 1 мм	более 0,25 мм	более 1 мм	более 0,25 мм	более 1 мм	более 0,25 мм
Пар бессменно	0,2	1,9	0,2	3,0	1,0	9,2
Картофель >	3,5	18,5	3,8	20,2	4,1	27,4
Овес >	4,0	27,5	4,7	30,1	4,9	38,7
Рожь >	4,5	27,8	4,3	31,6	5,0	40,2
Клевер >	10,2	39,2	12,5	42,7	12,8	50,4
Клевер в севообороте	5,3	45,8	4,9	48,8	7,1	55,1

Все растения своими корнями расчлениют почву, но в разной степени. Наибольшее количество структурных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм образуется под клевером.

Аналогично действуют сельскохозяйственные культуры на макроструктуру черноземных почв. По исследованиям И. Б. Ревута, проведенным на полях научно-исследовательского института сельского хозяйства имени Докучаева в Воронежской области, наилучшее структурное состояние почвы наблюдалось под естественными травами, затем под озимой и яровой пшеницей и хуже в чистом пару (табл. 3).

Таблица 3

Агрегатный состав пахотного слоя почвы в различных полях севооборота и верхнего слоя залежи обыкновенного глинистого чернозема
(% веса почвы)

Поле севооборота или угодье	Глубина исследуемого слоя почвы (см)	Диаметр агрегатов (мм)				
		более 7	3—7	1—3	0,25—1	меньше 0,25
Чистый пар	0—27	16,7	14,7	29,2	26,9	5,5
Озимая пшеница	0—27	9,0	15,8	37,1	31,4	6,8
Яровая пшеница по пласту	0—27	12,0	27,0	32,6	21,5	5,9
Многолетних трав						
Стенные естественные травы	0—20	8,0	21,3	37,2	29,8	3,7

Влияние одной и той же культуры на структуру почвы зависит от величины урожая. Чем выше урожай и лучше развита корневая система, тем больше она расчлениает почву на отдельные.

Вследствие уплотнения почвы между соседними участками корней и склеивания почвенных частиц и микроагрегатов гуминовыми веществами, образующимися при разложении отмерших корней и микробиологического синтеза, комки почвы приобретают прочность.

В полевых условиях одновременно действуют факторы, разрушающие и создающие структуру. В зависимости от преобладания тех или иных факторов происходит улучшение или ухудшение структуры. Так, при возделывании пропашных культур без внесения органических удобрений процессы разрушения структуры обычно преобладают над ее созданием. Однако структура почвы, как и другие физические ее свойства, могут поддерживаться на высоком уровне, если проводятся другие меры сохранения плодородия почвы, в частности внесение органических удобрений.

Значительная роль в создании макроструктуры принадлежит роющим животным и червям. Под влиянием их жизнедеятельности образуется тонкая однородная и прочная структура. Особенно полезны дождевые черви, которые пропускают через пищеварительные органы большое количество почвы, обогащают ее органическим веществом своих выделений и прodelьывают в почве многочисленные ходы.

Строение почвы

Структура почвы имеет первостепенное значение в придании пахотному слою благоприятного строения. Почва состоит из частичек разного размера и промежутков между ними, называемых порами. Любой объем почвы можно разделить на две части: объем, занятый почвенными частицами (твердая фаза почвы), и общий объем пор. Последний, будучи выражен в процентах ко всему объему почвы, называется *общей порозностью* или *скважностью* почвы.

В зависимости от величины почвенных частиц и комков и их взаимного расположения поры будут иметь разные размеры и формы. Если представить себе твердые частицы почвы в виде шариков одинакового размера, то они могут располагаться двояко (рис. 6).

В первом случае (рис. 6, а) будет наиболее рыхлое расположение частиц, когда центры каждой частицы верхнего и нижнего рядов лежат на вертикальной линии, а центры всех смежных частиц находятся в углах кубической решетки. Такое расположение называют *кубическим*. Объем пор в этом случае составляет 47,64% общего объема системы, а твердая фаза занимает 52,36%.

Радиус проходов, соединяющих соседние поры между собой, будет равняться $r = 0,41R$, где r — радиус круга, вписанного между четырьмя смежными частицами (рис. 7); R — радиус частицы; радиус же самой поры равен $r_1 = 0,73R$, где r_1 — радиус шара, вписанного между восемью соприкасающимися шарообразными частицами.

Второй случай (рис. 6, б) наблюдается при наиболее плотном расположении частиц, когда каждая частица вышележащего ряда находится между частицами нижнего ряда, а центры частиц составляют углы равностороннего тетраэдра. Такое расположение называется *гексагональным*. Объем пор при этом составит 25,95%, а твердой фазы — 74,05%. Сами поры имеют двоякую форму: тетраэдрическую и ромбоэдрическую. Тетраэдрических вдвое больше, чем ромбоэдрических. Радиус круга, вписанного между тремя соприкасающимися частицами, соответствующий радиусу наиболее узких проходов между

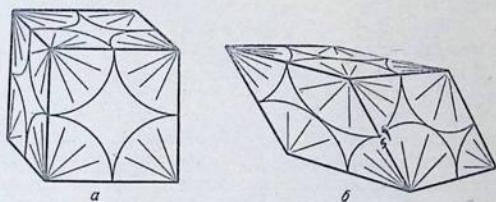


Рис. 6. Шарообразные частицы при кубическом (а) и гексагональном (б) расположении.

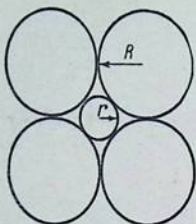


Рис. 7. Кубическое расположение четырех шарообразных частиц.

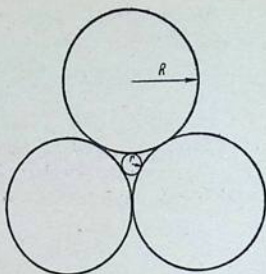


Рис. 8. Гексагональное расположение трех соприкасающихся шарообразных частиц.

соседними порами равен $0,155 R$ (рис. 8). Радиус шаров, вписанных в тетраэдрические поры, равен $0,288 R$, а в ромбоэдрические — $0,414 R$. Первые занимают 28,4% общего объема пор, а вторые — 71,6%.

Данные о форме пор, полученные в системе «идеальной почвы» с частицами одинакового размера и формы, малоприменимы к естественным почвам, особенно к глинистым и суглинистым, с большим количеством частиц пластинчатой формы. Но сопоставление величин порозности показывает, что в пахотном слое почвы она обычно выше той величины (47,6%), которая свойственна «идеальной почве» при кубической упаковке частиц. По данным ряда исследователей (Лебедев и Баукова, Горбунов, Усов и др.), порозность колеблется для разных почв от 45 до 63%, но в большинстве случаев — от 50 до 60% общего объема почвы.

Такая высокая порозность пахотных слоев почвы объясняется агрегатным состоянием почвенных частиц, которого нет в «идеальной почве». Кроме того, на увеличение порозности пахотного слоя оказывают влияние корни растений и ходы различных землеройных животных.

Современные научные данные позволяют разделить поры почвы пахотного слоя на два вида: а) поры между первичными почвенными частицами (внутриагрегатная порозность); б) поры между агрегатами (межагрегатная порозность).

Эти два вида пор характерны для подпахотных неоглеенных горизонтов и для пахотного слоя некоторых почв. Однако в почвах с хорошо выраженной агрегатностью второй вид пор может быть, в свою очередь, разделен на поры между микроагрегатами и на поры между макроагрегатами. Они будут отличаться по размерам. Общая порозность почвы с двухступенным агрегированием будет возрастать так же, как она будет увеличиваться при переходе от «идеальной» к агрегированной почве. Если допустить, что все почвенные частицы нахо-

дятся в составе микроагрегатов, то общая величина порозности такой почвы (Π) будет равна:

$$\Pi = \Pi_1 + (100 - \Pi_1) \frac{\Pi_2}{100} = \Pi_1 + \Pi_2 - \frac{\Pi_1 \cdot \Pi_2}{100},$$

где Π_1 — порозность межагрегатная;
 Π_2 — порозность внутриагрегатная.

Полагая, что почвенные частицы и агрегаты имеют наиболее плотную гексагональную упаковку и что $\Pi_1 = \Pi_2 = 25,9$, получим

$$\Pi = 25,9 + 25,9 - \frac{25,9 \cdot 25,9}{100} = 45,1.$$

Эта величина близка к фактически найденным величинам для почв и грунтов с микроагрегатной пористостью. Поскольку наряду с агрегатами в образовании межагрегатных пор могут участвовать отдельные песчаные частицы без внутренней порозности, величина общей порозности может быть меньше вычисленной по формуле. Если же почвенные частицы и агрегаты не имеют еще самого плотного (гексагонального) расположения, то общая порозность будет больше 45,1.

Для почв с трехступенным агрегированием к полученной величине надо прибавить $(100 - \Pi) \frac{\Pi_3}{100}$, где Π_3 — порозность между макроагрегатами. Если принять для макроагрегатов также гексагональную упаковку, при которой $\Pi = 25,9$, то это слагаемое составит 14,2, а общая порозность будет равна $45,1 + 14,2 = 59,3\%$, что близко к величинам, найденным для хорошо оструктуренного пахотного слоя почвы.

Соотношение объемов, занимаемых порами разных размеров, имеет важное агрономическое значение. Крупные поры не удерживают воду и обычно заполнены воздухом, если нет подпора воды снизу. В очень мелких порах большая часть воды находится в сорбированном состоянии и обладает малой подвижностью и недоступностью для растений. Наиболее благоприятный размер пор такой, при котором удерживается наибольшее количество капиллярной воды.

Соотношение объемов пор различных размеров наряду с общей величиной порозности — очень важная характеристика строения почвы.

Итак, *строением почвы называется соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами пор*. Это соотношение определяется механическим составом почвы, ее агрегатностью и взаимным расположением почвенных частиц и комков, то есть плотностью упаковки их, измеряемой величиной объемного веса почвы.

В зависимости от строения и удельного веса твердой фазы почвы имеют различный объемный вес. *Объемным весом называется вес 1 см³ абсолютно сухой почвы в граммах при ее естественном строении. Отношение того же веса к объему твердой фазы почвы называется*

удельным весом этой фазы. По этим двум величинам можно легко вычислить общую порозность почвы по формуле:

$$P_0 = \frac{d - d_1}{d} \cdot 100,$$

где P_0 — общая порозность в процентах к объему почвы;

d — удельный вес твердой фазы почвы;

d_1 — объемный вес почвы.

Плотность почвы служит важным показателем, характеризующим ее строение, водно-воздушные свойства и биологическую активность. Плотность пахотного слоя различных почв неодинакова и колеблется от 0,7 до 1,5—1,6 г/см³, плотность же подпахотных слоев подзолисто-глеевых почв может достигать 2 г/см³.

Н. А. Качинский считает, что плотность пахотного слоя почвы колеблется от 1 до 1,4 г/см³, что можно принять лишь для дерново-подзолистых почв. Для черноземов, обладающих хорошей структурой, максимальная плотность пахотного слоя не превышает 1,2—1,3 см³, на уплотненных же сероземах она достигает 1,5—1,6 г/см³.

По данным Г. С. Смородина, черноземы Южного Приуралья имеют объемный вес пахотного слоя от 0,7 до 1,3 г/см³. Нормальной плотностью он признает почву с объемным весом от 1,0 до 1,1 г/см³.

Исследования И. Б. Ревута показали, что для обыкновенного глинистого чернозема Воронежской области нормальной плотностью является 1,0 г/см³.

Следовательно, плотность почвы следует оценивать в зональном разрезе и в тесной взаимной связи с другими характеристиками, особенно с агрегатным составом и содержанием гумуса.

Плотность и строение одной и той же почвы в течение года значительно изменяются. Наименьшая величина плотности наблюдается сразу после глубокой обработки, а затем под влиянием ряда причин постепенно увеличивается и достигает некоторой постоянной величины, которая поддерживается благодаря равнодействию сил, вызывающих дальнейшее уплотнение и разрыхление почвы. Эта величина служит важной характеристикой для данной почвы. К факторам, уплотняющим почву, относятся оседание почвы под влиянием своего веса, действие выпадающих осадков, оттаивание и высыхание, движение по полю тракторов, сельскохозяйственных машин и транспортных средств, некоторые приемы обработки почвы.

Увеличение объема почвы происходит под влиянием набухания почвы при увлажнении ее до физической спелости, замерзания воды в почве, развития корней растений, деятельности роющей землю почвенной фауны, внесения органических удобрений, рыхления почвы орудиями обработки.

Плотность почвы, как и ее порозность в сильной степени зависит от агрегатного состава. С увеличением размера агрегатов увеличивается общая и особенно некапиллярная порозность, что можно подтвердить данными А. Г. Дояренко (табл. 4).

Строение почвы с различными размерами агрегатов
(% объема почвы)

Порозность	Диаметр агрегатов (мм)				
	менее 0,5	0,5—1	1—2	2—3	3—5
Общая	47,5	50,0	54,7	59,6	62,6
Капиллярная	44,8	25,5	25,1	24,5	23,9
Некапиллярная	2,7	24,5	29,6	35,1	38,7

По поведению воды все поры можно разделить на капиллярные и некапиллярные.

К первой группе относятся такие поры, в которых удерживается вода под влиянием менисковых сил. В некапиллярных порах вода находится под действием гравитационных сил и не удерживается в почве. Такие поры обычно заняты воздухом.

Разные культурные растения предъявляют неодинаковые требования к плотности почвы. Если многолетние травы мирятся со значительной плотностью, то для картофеля и корнеплодов нужны сравнительно рыхлые почвы. Одна и та же культура в разные фазы развития предъявляет неодинаковые требования к плотности почвы.

Исследованиями В. Ф. Трушина показано, что наилучшие условия для развития зерновых культур на дерново-подзолистых почвах создаются при плотности посевного слоя почвы $1,05 \text{ г/см}^3$, слоя ниже семян — $1,15\text{--}1,20 \text{ г/см}^3$, слоя глубже 12 см — $1,24 \text{ г/см}^3$.

Установление оптимальной плотности разных почв для каждой культуры, а также расположение различных по плотности прослоек в пахотном слое составляют одну из важных задач научных исследований в земледелии в настоящее время.

Способы регулирования структуры и строения почвы

Используя природные процессы восстановления структуры и строения почвы в земледелии, человек воздействует на эти свойства агротехническими и мелиоративными мероприятиями. Важнейшими из них являются правильный подбор, соотношение и чередование сельскохозяйственных культур, система обработки почвы, направленная на улучшение структуры и строения почвы, внесение органических и минеральных удобрений, посевы сидеральных культур, мероприятия по устранению щелочности и кислотности почв, осушение заболоченных земель и др.

При подборе сельскохозяйственных культур надо устанавливать такое соотношение и чередование их, при котором обеспечивается улучшение, а для хорошо окультуренных почв поддержание струк-

туры почвы. Большое значение в решении этих задач имеют многолетние бобовые травы и смеси их со злаковыми.

Клевер и смесь его с тимофеевкой на дерново-подзолистых почвах за 3 года жизни повышает количество прочных макроагрегатов на 35—40% по сравнению с исходным. Меньшее влияние оказывают многолетние травы на черноземах и каштановых почвах в условиях засушливого климата. По данным И. Б. Ревута, на черноземах Воронежской области в пахотном слое почвы до посева многолетних трав содержалось водопрочных макроагрегатов 55,7%, а после многолетних трав 62,6%. На каштановых почвах Краснокутской опытной станции Н. И. Саввиновым найдено в пахотном слое после четырехлетней люцерны с житняком 28,4% прочных макроагрегатов, а на поле черного пара 19,7%. Одной из причин слабого действия трав здесь являются невысокие их урожаи. Структурообразующий эффект травосеяния находится в прямой зависимости от высоты урожая трав и развития корневой системы, которая участвует в создании макроагрегатов.

Влияние многолетних трав на структуру почвы сказывается в течение 2—3 лет после их распашки. В опытах автора на дерново-подзолистых суглинках опытной станции полеводства ТСХА и Владимирской государственной селекционной станции (Александровский район Владимирской области) через 2—3 года после распашки многолетних трав процент водопрочных агрегатов снижался до уровня, который был до посева трав.

До середины текущего столетия считалось, что прочная мелкокомковатая структура почвы может создаваться только многолетними бобово-злаковыми травосмесями. Между тем еще в 1894 г. А. А. Измаильский установил, что и под однолетними растениями во время их вегетации происходит улучшение структуры. За последнее время это нашло подтверждение в опытах ряда советских и зарубежных исследователей. В опытах Всесоюзного института кормов под Москвой отмечено улучшение структуры почвы под однолетними бобово-злаковыми смесями.

Аналогичные результаты получены научными учреждениями в лесостепной и степной зонах для суданской травы и ее смеси с бобовыми, для кукурузы и озимой пшеницы.

Однако факты положительного влияния однолетних растений в период их произрастания еще не означают, что при их возделывании из года в год улучшается структура почвы. Если в период вегетации процесс образования агрегатов преобладает над их разрушением, то в период, когда поле не занято растениями, то есть ранней весной, осенью, зимой, преимущественно происходит разрушение структуры. В итоге в течение года под однолетними культурами без внесения больших доз органических удобрений количество прочных макроагрегатов обычно уменьшается.

График изменения содержания водопрочных агрегатов под разными культурами, последовательно высеваемыми друг за другом (рис. 9), на дерново-подзолистых суглинках Владимирской опытной

станции показывает, что в почве под клевером с тимомеевойкой количество водопрочных агрегатов увеличивается, а под однолетними культурами уменьшается.

Систематическое внесение органических удобрений сдерживает действие факторов, разрушающих структуру. В опыте с бессменными культурами и паром на Станции полеводства ТСХА через 43 года парования

почва неудобрявшегося пара содержала 1% водопрочных макроагрегатов, а удобрявшегося навозом — 9,2% (табл. 2). При обычных нормах внесения навоза под растения полевой культуры действие его на структуру почвы невелико.

Одним из действенных средств улучшения структуры и особенно строения пахотного слоя почвы являются различные приемы ее обработки.

Работами Д. Г. Виленского, П. В. Вершинина и других исследователей установлено, что при оптимальной влажности крошения обработка почвы приводит к образованию агрегатов, обладающих прочностью и такой же пористостью, которая характерна для природных агрегатов.

При обработке переувлажненной или сухой почвы ее структура разрушается тем больше, чем значительнее отклонения влажности от оптимальной. На старопашотных черноземных почвах для улучшения структуры пахотного слоя применяют глубокую вспашку с вынесением на поверхность более структурного подпахотного слоя.

Обработка почвы оказывает значительное влияние на строение и плотность почвы. Приемы рыхления почвы резко увеличивают общую порозность вследствие крошения почвы и изменения расположения агрегатов. После обработки почвы особенно возрастает объем крупных (некапиллярных) пор, что приводит к более благоприятному водному и воздушному режимам. Для увеличения плотности почвы и уменьшения некапиллярной порозности применяют уплотнение почвы катками различного веса и конструкции.

В качестве структурообразователей испытано большое количество препаратов промышленного изготовления, представляющих полимерные соединения акриловой и метакриловой кислот и получивших название крилиумов. Они обладают хорошими клеящими свойствами.

В последние годы количество полимерных структурообразующих веществ значительно увеличилось. В ряде стран широко испытываются вещества под названием *Vama* — смесь гидроокиси кальция и сополимера винилацетата и частично метилового эфира малеиновой кислоты; *УВМА* — сополимер изобутилена и половина аммониевая, половина амидная соль малеиновой кислоты, *НРАП* — гидролиз-

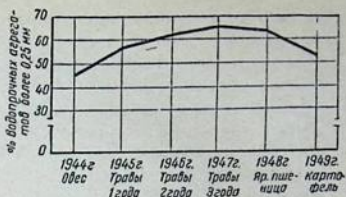


Рис. 9. Изменение количества водопрочных агрегатов в пахотном слое почвы под разными культурами.

важный полиакрилонитрил, *NaPAN* — полиакрилат натрия, полиакриламид и поливиниловый спирт.

Значительно увеличился ассортимент препаратов, изготавливаемых нашей промышленностью, некоторые из них показали хорошие качества. Так, например, препарат *K-4*, полученный на основе синтетического полимера полиакрилонитрила под действием ряда органических агентов, при внесении в дозе 0,03% веса почвы превращает в агрегатное состояние более 50% массы типичного серозема, он оказался устойчивым против микробиологического распада. Н. А. Качинским и его сотрудниками испытываются препараты *AK-1* и *AK-7* и торфяной клей. Представляет интерес угольный клей или азотно-гуматное удобрение, изготовленное из угля.

Все испытываемые препараты можно разделить на две группы: а) полученные из природных веществ и б) созданные синтетическим путем. Препараты первой группы могут оказывать нужное действие лишь при внесении больших доз (тонны и даже десятки тонн на гектар). К тому же многие из них биологически неустойчивы и быстро разлагаются. Синтетические препараты хорошо проявляют структурообразующее действие при внесении 1—1,5 т на гектар, но устойчивость их еще недостаточно проверена.

В настоящее время внимание многих исследователей обращено на органо-минеральные и минеральные соединения, в частности на производные поликремневой кислоты.

Механизм действия полимерных материалов на почву продолжают изучать. Известную роль здесь играет коагулирующее действие поликатионов, к которым относится часть полимерных препаратов, например полиакриламид хорошо осаждаёт взмученные почвенные частицы с отрицательным зарядом. Наряду с этим происходит адсорбция полимера на поверхности почвенных частиц и возникновение водородных связей, которым, как показали некоторые опыты, принадлежит главная роль в образовании макроагрегатов. Установлено также, что нитевидные молекулы полимеров связывают между собой почвенные частицы и микроагрегаты. Некоторые исследователи объясняют возникновение водопрочности агрегатов после внесения структурообразователей происходящими в почве изменениями. П. В. Вершинин на основе многочисленных опытов пришел к выводу, что прочность агрегатов возникает в результате полимеризации в почве мономера метакриловой кислоты.

Исследования показали, что действие одного и того же препарата будет различным в зависимости от свойств почвы, в частности от реакции почвенного раствора и от подготовки препарата.

Несмотря на высокое структурообразующее действие полимеров и значительное повышение урожаев на обработанных этими веществами почвах, для широкого их применения в земледелии пока время еще не наступило из-за высоких цен на полимеры и затрат на их внесение. Однако использование полимеров вполне своевременно для мелиорации почв, борьбы с водной и ветровой эрозией и при возделывании ценных овощных и технических культур.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ И ОКУЛЬТУРЕННОСТИ ПОЧВЫ

К этой группе показателей относятся поглотительная способность почвы, реакция почвенного раствора, наличие в почве питательных веществ. Детальное рассмотрение этих свойств и способов их регулирования входит в задачу агрохимии. Здесь же мы ограничимся указанием на их связь с агрофизическими и биологическими показателями плодородия почвы.

Роль почвенного поглощающего комплекса. Д. Н. Прянишников под поглотительной способностью понимал близкие по своей природе процессы физического, физико-химического и химического поглощения.

Первые два вызваны взаимодействием между твердой фазой почвы и веществами в почвенном растворе, то есть молекулярной и обменной адсорбцией. Способность к такому взаимодействию ярко выражена у мелких почвенных частиц. Совокупность мелкодисперсных почвенных частиц (органических и минеральных), являющихся носителями обменной поглотительной способности, К. К. Гедройц называл *почвенным поглощающим комплексом*.

Величина и химический состав коллоидной части почвы определяют емкость поглощения, то есть общее количество поглощенных катионов, способных к обмену.

Емкость поглощения является важной характеристикой почвы. Хорошо окультуренные почвы имеют достаточно высокую емкость, выражаемую десятками миллиэквивалентов на 100 г почвы. У почв с малым содержанием мелкодисперсных частиц емкость поглощения обычно менее 10 миллиэквивалентов.

Этот показатель тесно связан с содержанием в почве органического вещества и с механическим и минералогическим составом почвы. Почвы с достаточной емкостью могут больше содержать в поглощенном состоянии нужных для растений питательных веществ, поступление которых в почвенный раствор можно регулировать, вызывая те или иные обменные реакции.

О степени окультуренности почвы дает представление также состав поглощенных катионов. Хорошо окультуренные почвы больше содержат кальция и магния и меньше одновалентных катионов, а также водорода и алюминия.

Если вся емкость поглощения заполнена кальцием и магнием, то почвенные коллоиды будут коагулированы, что приводит почву в микроагрегатное состояние. В то же время коагуляция способствует сохранению и накоплению коллоидов и увеличению емкости поглощения.

Насыщение почвенного поглощающего комплекса одновалентными катионами, особенно натрием, вызывает диспергирование коллоидов, разрушение агрегатов и ухудшение строения пахотного слоя и других физических свойств почвы.

Если в поглощающем комплексе много ионов водорода и алюминия, повышается кислотность почвы и постепенно разрушается мине-

ральная часть комплекса. Замена поглощенного кальция водородом снижает емкость поглощения и ведет к разрушению структуры почвы.

Реакция почвенного раствора является очень важным показателем плодородия и степени окультуренности почвы. Она определяется концентрацией находящихся в растворе ионов водорода и гидроксила.

Большая часть культурных растений может хорошо произрастать лишь при реакции почвенного раствора, близкой к нейтральной. Значительные отклонения концентрации водородного иона в ту или другую сторону резко ухудшают условия жизни растений и почвенных микроорганизмов. Лишь некоторые растения (например, гречиха, люпин, рис, брюква) мирятся с реакцией почвы ниже pH 5. Растения чувствительны к кислой реакции в первый период после прорастания. Так, в опытах Н. С. Авдонина отрицательное влияние кислой среды на пшенице и ячмене проявлялось до 40-дневного возраста. Выращивание клевера и тимopheевки на кислой почве в возрасте от 20 до 40 дней привело к полной гибели клевера и к сильному ослаблению роста тимopheевки.

Под влиянием сильнокислой реакции у люцерны и тимopheевки задерживается превращение моносахаридов в сахарозу, что тормозит процесс фотосинтеза и ослабляет синтез белковых веществ. Непосредственный вред кислой реакции на растения проявляется также в изменении реакции клеточного сока и биохимических процессов. Кислая реакция препятствует развитию ряда полезных микроорганизмов, особенно аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий и азотобактера. В кислой реакции развивают деятельность преимущественно грибы и некоторые бактерии, выделяющие ядовитые для растений продукты жизнедеятельности.

В связи с этим в кислых почвах резко ослабляется фиксация атмосферного азота, задерживается процесс нитрификации, образуются закисные соединения азота и других элементов с токсическими свойствами.

В кислых почвах образуются подвижные формы алюминия и марганца, которые подавляют рост корней культурных растений, особенно в первый период жизни.

Не менее вредна для растений и щелочная реакция почвы, которая вызывается повышенной концентрацией гидроксильных ионов в почвенном растворе. Изменение реакции до pH выше 8 вредно отражается на развитии большей части культурных растений, вызывая различные нарушения нормальной жизнедеятельности (задержка синтеза белка, роста корней и др.). В почве со щелочной реакцией появляются растворимые соединения алюминия, активно развиваются денитрифицирующие бактерии, актиномицеты, возбудители некоторых болезней (парша картофеля).

С реакцией почвенного раствора связана величина окислительно-восстановительного потенциала почвы (E_n). Нормальное развитие растений возможно при величине потенциала от 0,2 до 0,7 вольта. Однако границы допустимых колебаний будут различны в зависи-

мости от реакции почвенного раствора. На кислых почвах питание растений нарушается лишь при верхнем пределе окислительно-восстановительного потенциала, тогда как на почвах с нейтральной реакцией это наблюдается при Eh 0,55 вольта.

Важным показателем плодородия и степени окультуренности почв является наличие в ней доступных для растений питательных веществ. Содержание их в почве служит одним из оснований для разработки системы удобрений и мероприятий лучшего использования питательных веществ в почве.

Опытами В. Е. Егорова с длительным применением удобрений в севообороте и при монокультуре установлено, что по мере окультуривания дерново-подзолистых почв азот уступает первое место фосфору, поэтому содержание фосфорной кислоты служит важным показателем степени окультуренности этих почв.

К важнейшим практическим приемам улучшения агрохимических показателей плодородия почвы относятся известкование кислых и гипсование щелочных почв, внесение органических и минеральных удобрений, специальные приемы обработки почвы, использование лучших методов орошения, осушение заболоченных земель, правильный подбор и чередование культур, особенно посевы люцерны в орошаемом земледелии.

Передовые колхозы и совхозы, хорошо возделывающие землю из года в год, повышают ее плодородие и на этой основе добиваются все возрастающих урожаев. Известны достижения передового подмосковного колхоза «Борец» Раменского района, в котором в результате внедрения научных методов земледелия дерново-подзолистые почвы с невысоким естественным плодородием превращены в высокоплодородные, на которых получают высокие урожаи разнообразных сельскохозяйственных культур.

Большую заботу о повышении плодородия почв проявляют в колхозе «Гвардеец» Нижегородского района Крымской области, который ведет хозяйство на осушенных лугово-черноземных и темно-каштановых солонцеватых почвах. Здесь на каждом поле сделаны агрохимические анализы почвы, разработана система ее обработки и удобрения. За последние пять лет в колхозе применяли плантажную вспашку более чем на 1000 га солонцовых почв, внесено более 600 т гипса. На засоленных почвах внесены органические удобрения, в результате чего изменились свойства этих почв. Там, где раньше были большие куртины горчака и получали с гектара не более 13—14 ц озимой пшеницы, теперь снимают по 30 ц и более. Высокие урожаи дают и другие культуры.

На остальных почвах для окультуривания пахотного слоя в колхозе проводят через каждые 5—6 лет пахоту на глубину 40—45 см. Из года в год увеличивают количество вносимых удобрений. Если в 1959 г. на каждый гектар пашни было внесено 1,3 т органических удобрений, то в 1965 г. — 6,4 т.

В результате повышения плодородия почвы урожай озимой пшеницы за последние три года повысился с 16,7 до 25,8 ц.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Совокупность процессов поступления влаги в почву, ее передвижения, расхода из почвы и изменений физического состояния называется *водным режимом*.

ЗНАЧЕНИЕ ВОДЫ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЫ

Вода является необходимым условием жизни растений. Находясь в почве, она представляет один из элементов ее плодородия. Влага нужна растениям прежде всего как источник химических элементов, входящих в состав синтезируемых органических веществ. Она служит средой, в которой растворены питательные вещества растений и происходят ряд биохимических процессов. Вода поддерживает тургор в клетках и растительных тканях. Такие жизненно важные процессы, как деление и рост клеток, фотосинтез, дыхание нормально совершаются лишь при определенном тургоре, то есть при достаточном количестве воды в клетках. Исследованиями советских и зарубежных ученых установлено, что скорость фотосинтеза зависит от содержания воды в листьях больше, чем от степени раскрытия устьиц. Наибольшая интенсивность фотосинтеза наблюдается, если в листьях содержится воды несколько меньше максимума. Однако уменьшение тургосцентности растительных тканей ниже этой границы резко уменьшает интенсивность фотосинтеза и приводит к прекращению его.

С потерей воды в растительных тканях усиливается дыхание, что при одновременном ослаблении фотосинтеза приводит к уменьшению запасов углеводов и к гибели растения.

Наибольшее количество (свыше 95%) всей расходуемой растениями воды идет на испарение ее листьями (транспирацию). Испарение и непрерывное движение воды от корней к листьям имеет важное физиологическое значение. Вместе с водой передвигаются в растении различные вещества, необходимые для синтеза. Процесс испарения воды связан с затратой тепла. Поэтому при испарении снижается температура растительных тканей и растение этим защищает себя от возможного перегрева.

При недостаточной влажности почвы и сильной транспирации корни растений не могут подавать воду в листья с такой же скоростью, с какой они испаряют ее. Поэтому растения теряют тургор и увядают. Периодические временные недостатки воды в течение вегетации приводят к ослаблению фотосинтеза и снижению урожая, а при длительной засухе к гибели растений.

Кроме прямого влияния на растения, вода в почве оказывает косвенное действие, изменяя различные свойства почвы, ее воздушный, тепловой и пищевой режимы. Если влажность в почве колеблется, происходит усиление или ослабление деятельности микроорганизмов, что отражается на процессе превращения питательных веществ

из одних форм в другие. Излишняя влажность, как и недостаточная, замедляет процесс минерализации органического вещества в почве и образования доступных для растений форм питательных веществ.

Влажность почвы оказывает большое влияние на качество полевых работ (вспашка, посев и др.) и на величину тяговых усилий. При обработке переувлажненных или сухих почв требуются дополнительные тяговые усилия, при этом ухудшается качество работ.

ПОТРЕБНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ВОДЕ

Потребность растений во влаге обычно измеряют количеством воды в граммах, необходимой для создания одного грамма сухого вещества. Эта величина известна под названием *транспирационного коэффициента (ТК)*. Однако данный показатель дает лишь представление о количестве израсходованной растением воды в *определенных условиях внешней среды*. Величину, обратную *ТК*, то есть количество сухого вещества (в весовых единицах), созданного на такую же весовую единицу израсходованной воды, называют *продуктивностью транспирации*.

Для определения этих показателей пользуются вегетационным и полевым методом. Вегетационный метод позволяет более точно учесть количество израсходованной растением воды и синтезированного сухого вещества во всех частях растения. Но полученные при помощи этого метода результаты могут быть использованы для расчетов только в тех условиях, в каких проводился опыт. При полевом методе учитывается весь расход воды из почвы за период вегетации, включая испарение с поверхности и другие потери влаги. Сухое же вещество учитывается только в наземных частях растений. Поэтому величину, полученную от деления всей израсходованной воды с определенной площади на урожай сухого вещества наземной массы растений с этой же площади, называют *коэффициентом расхода воды*.

Величина *ТК* у разных видов сельскохозяйственных растений неодинакова (табл. 5). Он выше у многолетних трав (клевер, люцерна) и ниже у однолетних злаковых, особенно просовидных культур.

Из данных таблицы видно, что в разных местах для одного и того же растения получены неодинаковые величины *ТК*. Даже в одном и том же месте этот коэффициент имеет большие колебания. Так, определения Бриггса и Шанца на опытной станции Акрон в штате Колорадо (США) показали такие колебания *ТК*:

для пшеницы	от 473 до 559
> кукурузы	> 315 > 413
> картофеля	> 554 > 717
> люцерны	> 651 > 963

Следовательно, величина *ТК* зависит не только от вида растения, но и от метеорологических и почвенных условий.

Транспирационные коэффициенты некоторых культурных растений

Названия растений	Место определения (автор)			
	Московский с.-х. институт (Шредер)	Безенчукская опытная станция (Куйбышевская обл.)	Штат Колорадо США (Бригге и Шанц)	Германия (Гельрингс)
Рожь	349	—	685	377
Пшеница	390	411	513	359
Ячмень	470	382	534	330
Овес	391	431	597	401
Горох	306	—	—	292
Кукуруза	178	239	368	—
Просо	190	267	293	—
Лен	410	—	905	—
Красный клевер	—	—	797	330
Люцерна	—	586	831	—

Величина испарения с единицы площади листовой поверхности зависит от относительной влажности приземного слоя атмосферного воздуха, его температуры и силы ветра.

При низкой влажности воздуха, сильном нагреве листьев солнечными лучами и ветре $ТК$ возрастает. Так, на Безенчукской опытной станции в 1911 засушливом году он был в 2—2,5 раза выше, чем в 1915 г. с высокой влажностью воздуха.

Более сложное влияние оказывает на $ТК$ сила освещения. Увеличивая нагрев листьев, солнечный свет усиливает транспирацию. В то же время усиливается фотосинтез. В результате $ТК$ при интенсивном освещении уменьшается.

При ветре испарение растений усиливается. К. А. Тимирязев писал, что даже слабый ветер увеличивает транспирацию в 2—3 раза, а при сильном ветре испаряется воды в 20 раз больше, чем в тихую погоду.

Меньшее влияние на величину $ТК$ оказывают почвенные условия. К ним относятся обеспеченность растений питательными веществами, степень увлажнения почвы, величина осмотического давления почвенного раствора. Д. Н. Прянишников выращивал в вегетационных сосудах овес. Результаты опыта показали, что в сосудах, где растения получали минеральные удобрения при оптимальной влажности почвы, $ТК$ снижался на 23%. Тем же опытом установлено, что повышение влажности почвы от 40 до 80% полной влагоемкости повышает $ТК$ (табл. 6).

Уменьшение влажности почвы ниже 40% не сопровождалось снижением $ТК$, так как при этом резко снижался прирост сухого вещества. Следовательно, влажность почвы оказывает влияние на $ТК$ только в интервале хорошо подвижной доступной влаги.

Снижение $ТК$ растений, выращиваемых на удобренной почве, не означает уменьшения общего расхода воды на определенную пло-

щадь посева. Так как при внесении удобрений увеличивается прирост сухого вещества в большей степени, чем снижается *ТК*, то общий расход воды на создание урожая возрастает.

Таблица 6

Транспирационный коэффициент овса в зависимости от удобрения и влажности почвы

Показатели	Влажность почвы (% полной влагоемкости)		
	40	60	80
Без удобрения	402	483	505
С удобрением (NPK)	334	372	409

Опытами Безенчукской опытной станции (Куйбышевская область) установлено, что повышение осмотического давления почвенного раствора до 3 атмосфер снижало *ТК* пшеницы с 366 до 330.

Транспирационный коэффициент характеризует только расход воды растением, но не может служить показателем засухоустойчивости растений, которая определяется совокупностью их физиологических свойств, особенно способностью плазмы переносить обезвоживание. Немаловажное значение для использования воды имеет глубина проникновения корней. Растения с глубоко идущей корневой системой, например люцерна, и при высоком *ТК* могут сравнительно хорошо переносить засуху, используя влагу глубоких слоев почвы.

Потребность в воде одного и того же растения изменяется по фазам развития. Периоды наибольшей потребности растений в воде называют *критическими*.

Многие исследователи изучали потребности растений в воде в разные периоды вегетации. Обобщенные выводы из этих работ и своих исследований были сделаны в 1938 г. Ф. Д. Сказкиным. Критическим периодом для озимой ржи, озимой и яровой пшеницы, ячменя и овса оказался период выход в трубку — колошение, для сорго и проса — колошение — налив, для кукурузы — цветение — молочная спелость, для зернобобовых и гороха — цветение, для подсолнечника — образование корзинки — цветение, для хлопчатника — цветение — заложение коробочек, для картофеля — цветение — клубнеобразование. В качестве общего вывода для всех культур Сказкин сделал заключение, что недостаток воды сильнее отражается на растении в момент образования репродуктивных органов.

В ранние периоды развития растения расходуют немного воды, но требуют сравнительно высокой влажности почвы, при которой вода обладает способностью легко передвигаться в почве. Так, во время прорастания семян суммарный расход воды для их набухания не превышает полнотурной весовой нормы семян, но семена не прорастают в тех участках почвы, где нет доступной воды или подтока ее к семенам из почвы, находящейся рядом.

Неодинаковое отношение к увлажнению почвы проявляют почвенные микроорганизмы. Нитрифицирующие бактерии развивают наиболее активную деятельность при влажности, близкой к полевой влагоемкости. Очень высокая влажность вреднее для процессов нитрификации, чем пониженная. По данным Траена, процесс окисления аммиака нитратов идет активнее при влажности почвы от 15 до 20%. Повышенная влажность, как и пониженная, задерживала нитрификацию. К влаголюбивым бактериям относится азотобактер. На обыкновенном черноземе Воронежской области он начинал развиваться при влажности не менее 25% веса сухой почвы.

ФОРМЫ СВЯЗИ ВОДЫ С ПОЧВОЙ

Обеспеченность растений водой зависит не столько от общего запаса ее в почве, сколько от той доли, которая доступна растениям. Количество этой воды зависит от характера и силы связи ее с почвой.

Вода в почве (жидкая фаза), заполняя поры полностью или частично, постоянно взаимодействует с находящимися в растворе ионами, частицами почвы (твердая фаза) и воздухом (газообразная фаза).

Твердая фаза почвы состоит из минеральных и органических частиц, большинство которых имеет диаметр от 10^{-1} до 10^{-6} см. С размером почвенных частиц связаны два важных физических свойства: удельная поверхность и пористость.

При уменьшении размера частиц увеличивается их общая поверхность и уменьшается размер пор. Это вызывает ряд физико-химических явлений между твердой и жидкой фазами в почве. К ним относятся сорбционные и менисковые (капиллярные) силы. В почвенном растворе, кроме того, действуют осмотические силы. Величина этих сил сильно изменяется и неодинакова в разных местах почвы, вследствие чего возникают градиенты сил, под влиянием которых влага может передвигаться с различной скоростью в направлении действия меньших сил. Эти три силы действуют на фоне внешней по отношению к почве силы тяжести (гравитационная сила), которая постоянна и направлена сверху вниз. Если бы действовала только гравитационная сила, то почва не могла бы удерживать воду. Силе тяжести противостоят сорбционные и менисковые силы, стремящиеся удержать воду на поверхности почвенных частиц или в порах между ними. Свойство почвы удерживать воду называется *водоудерживающей способностью*, а количество воды, удерживаемое почвой, называется ее *влагоемкостью*. От того, какими силами и с какой прочностью удерживается вода, зависят виды и величина влагоемкости.

По мере ослабления сорбционных и менисковых сил вступает в действие сила тяжести, вызывающая нисходящий ток воды. Количество воды, проходящей через насыщенную влагой почву в единицу времени, характеризует ее *фильтрационную способность*. Общее же количество поглощенной почвой воды, включая впитывание и фильтрацию, определяет величину водопроницаемости почвы за тот или иной промежуток времени.

Сорбция парообразной воды. Почвенные частицы, обладая свободной поверхностной энергией, могут поглощать пары воды из воздуха. Это явление называется *сорбцией*.

Известно, что почва, высушенная при 105° , затем на открытом воздухе несколько увеличивается в весе вследствие поглощения поверхностью почвенных частиц молекул водяного пара. Такая вода называется *гигроскопической*, а свойство почвы — *гигроскопичностью*. Количество сорбированной почвой парообразной воды находится в большой зависимости от относительной упругости пара, то есть от отношения равновесной упругости водяного пара к упругости водяного пара, насыщающего пространство при той же температуре. Эта зависимость для начальных стадий сорбции водяных паров подчиняется уравнению Фрейндлиха:

$$a = C \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}},$$

где a — количество сорбированной воды на единицу массы почвы;

$\frac{P}{P_0}$ — относительная упругость пара;

C и n — константы.

Графически зависимость для отдельных гранулометрических фракций почвы показана на рисунке 10.

Мономолекулярный слой сорбированной воды образуется в интервале $\frac{P}{P_0}$ от 0 до 0,2, а второй слой — от 0,2 до 0,4. За верхним пределом $\frac{P}{P_0}$, равном 0,4, начинается образование многомолекулярной пленки. Этот процесс идет преимущественно под действием сил, при-

сущих внешнему слою сорбированной воды. Предполагается, что при $\frac{P}{P_0}$, равном 0,4 и выше,

водяные пары сорбируются исключительно вследствие притяжения ранее сорбированных молекул (диполей) воды. При $\frac{P}{P_0}$,

равном 0,8, начинается процесс капиллярной конденсации, обусловленный разностью упругости водяных паров над вогнутой и плоской поверхностями воды. На количество сорбированной воды оказывает влияние емкость поглощения и состав поглощенных катионов. Ряд исследований (С. Н. Алешин, И. Н. Анти-

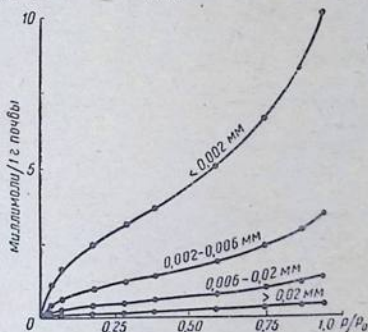


Рис. 10. Количество парообразной влаги, адсорбированной почвой в зависимости от относительной упругости пара (по данным Куруна).

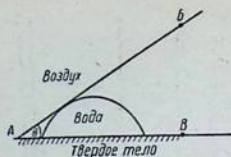


Рис. 11. Взаимодействие твердого тела, воды и газа при смачивании.

и происходит коагуляция. Напротив, ион натрия вызывает разрушение микроструктуры почвы и образование на поверхности почвенных частиц многослойных гидратных оболочек.

Капиллярные или менисковые силы начинают проявляться уже в процессе сорбции и образования пленок. Вокруг почвенных частиц скапливается капиллярная вода и вступают в действие капиллярные или менисковые силы. По мере увеличения влажности и заполнения водой мелких пор действием этих сил подчиняется все большая часть общего запаса воды.

В основе капиллярных явлений лежит поверхностное натяжение жидкостей на разделе вода — воздух. Молекулы поверхностного слоя жидкости оказывают давление на нижележащие слои. Величина такого давления для воды достигает 11 000 атмосфер и зависит от формы поверхности. Эта зависимость выражается формулой:

$$P_1 = P_0 + a \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где P_1 — величина давления при данной кривизне поверхности;
 P_0 — величина давления при плоской поверхности;
 a — величина поверхностного натяжения;

R_1 и R_2 — главные радиусы кривизны поверхности. При плоской поверхности $P = P_0$.

При выпуклой поверхности R_1 и R_2 имеют положительные величины, а при вогнутой — отрицательные. Следовательно, для вогнутой поверхности она примет такой вид:

$$P = P_0 - a \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Таким образом, давление выпуклой поверхности будет больше, а вогнутой меньше по сравнению с плоской на величину:

$$a \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Кроме того, почвенная влага взаимодействует с твердой фазой почвы, смачивая твердые частицы. Степень смачивания измеряется углом θ , образуемым в точке контакта твердой, жидкой и газообразной фазы (A), касательной к поверхности жидкости (AB) и поверх-

ности твердого тела (AB) (рис. 11). Обычно угол смачивания бывает менее 90° , как это показано на рисунке 11. При смачивании жидкость на границе соприкосновения ее с твердым телом (например, со стенками сосуда) несколько приподнимается. В сосудах с малым сечением искривления поверхности жидкости у противоположных стенок сосуда сливаются и при хорошем смачивании образуют вогнутый мениск ($\theta < 90^\circ$), а при плохом — выпуклый ($\theta > 90^\circ$) (рис. 12). Радиус кривизны мениска тем меньше, а кривизна тем больше, чем меньше поперечник сосуда. Эта зависимость выражается формулой

$R = \frac{r}{\cos \theta}$, где R — радиус кривизны мениска, r — радиус трубки, θ — угол смачивания. Если узкую цилиндрическую стеклянную трубку опустить в сосуд с водой, то уровень воды в трубке будет несколько выше, чем в сосуде. Это объясняется меньшим поверхностным давлением воды в трубке вследствие вогнутой ее поверхности (рис. 13).

При полном смачивании и плотности воды, равной единице, высота поднятия капиллярной воды может быть определена по формуле:

$$H = \frac{2a}{r \cdot q},$$

где H — высота поднятия воды в капилляре (см);

a — величина поверхностного натяжения (для воды 74 дины на 1 см);

r — радиус капилляра (см);

q — ускорение силы тяжести, равное 981 см/сек^2 .

Из формулы видно, что высота поднятия воды в капилляре обратно пропорциональна его радиусу (закон Жюрена).

Подставляя постоянные величины в формулу, получаем:

$$H = \frac{2 \cdot 74}{r \cdot 981} = \frac{0,15}{r} \text{ (формула Жюрена).}$$

Если трубку вынуть из воды, то в ней останется как бы висящий столбик воды. Этот столбик удерживается в капилляре благодаря разнице в давлении верхнего вогнутого мениска и нижнего выпук-

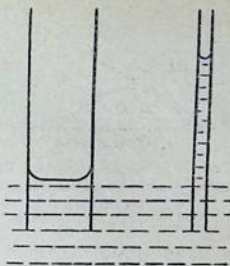


Рис. 12. Поверхность воды в широкой и узкой трубках.

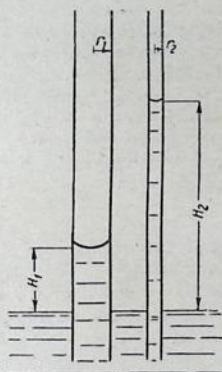


Рис. 13. Равновесное состояние воды в цилиндрических капиллярах различного диаметра.

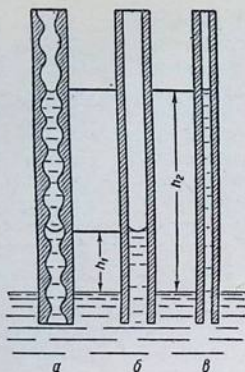


Рис. 14. Равновесие воды в четочном капилляре.

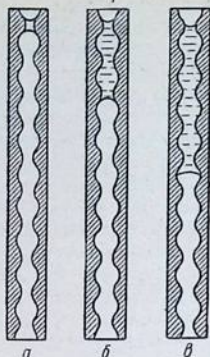


Рис. 15. Различное положение воды в четочном капилляре по мере заполнения его водой.

лого. Эта величина уравнивается гидростатическим давлением столбика жидкости в капилляре по уравнению:

$$hdg = 2a \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Кривизна нижнего мениска будет увеличиваться, пока не установится равновесное состояние. Этому соответствует максимально возможная высота столбика воды в трубке (H) (рис. 13).

Теперь рассмотрим поведение воды в четочном капилляре (рис. 14). Если такой капилляр погрузить в воду, то уровень ее будет на той же высоте, что в широком капилляре, диаметр которого равен расширенной части четочного капилляра. Но если четочный капилляр вынуть из воды, то уровень ее будет на той же высоте, что и в узком цилиндрическом капилляре. При этом мениск в четочном капилляре находится в суженной части его, площадь сечения которого такая же, как и в узком цилиндрическом капилляре. Следовательно, поверхностное давление воды в этих капиллярах будет одинаковым.

Если в пустой четочный капилляр вводить постепенно сверху воду, то она сначала займет узкую часть капилляра (рис. 15, а). Затем по мере прибавления воды примет положение б и в. При дальнейшем увеличении количества воды, гидростатическое давление превысит разницу в поверхностном давлении нижнего и верхнего менисков. Если вода не сплошь заполняет ту или иную часть капилляра, то она займет узкие части его, а в широких будет находиться воздух. При этом отдельные ее скопления не связаны между собой и не могут передавать гидростатического давления.

Понять капиллярные явления в почве можно еще лучше, взяв в качестве модели «идеальную почву». Если на нее наливать постепенно воду, то она прежде всего будет скапливаться в местах соприкосновения почвенных частиц, образуя мениски, или манжеты (рис. 16, а). Такая вода называется *стыковой* или *пендулярной*. По мере дальнейшего увлажнения манжеты постепенно растут. Если шарообразные частицы достаточно крупные, то смыкания манжет не происходит. Вся излишняя вода стекает. Если же частицы мелкие, то манжеты, постепенно увеличиваясь, сливаются друг с другом (рис. 16, б), но при этом в почве остается связанная система воздушных промежутков. Такое состояние воды называется *фуникулярным*. Дальнейшее поступление воды заполняет поры сплошь, оставляя воздух лишь в виде отдельных изолированных пузырьков. Это состояние воды называется *капиллярным*.

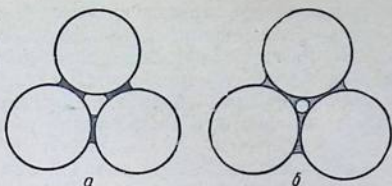


Рис. 16. Возникновение и смыкание манжет стыковой воды между шарообразными частицами.

Но менисковые силы, как было показано выше, удерживают воду лишь при условии равновесия между ними и гидростатическим давлением. Как только последнее превысит разность поверхностных давлений менисков, излишняя вода будет стекать вниз. Поэтому по мере насыщения почвы водой связи ее с почвой все более ослабляются. Появляется вода, свободная от этих сил, подчиняющаяся в своем движении лишь силе тяжести.

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ

В зависимости от формы связи с почвой вода обладает различной подвижностью и доступностью для растений. Изменения подвижности и доступности почвенной воды происходят не постепенно, а скачкообразно.

Те величины влажности, при переходе через которые более или менее резко меняется подвижность и доступность для растений почвенной влаги, называются *почвенно-гидрологическими* или *водно-физическими константами*. В отличие от физических констант они характеризуются не точными величинами, а некоторыми более или менее узкими интервалами величин. Чтобы ознакомиться с этими константами, надо проследить постепенный процесс высыхания почвы.

Представим себе, что все почвенные поры заполнены водой. Влажность почвы, имеющей такое состояние, характеризует полную влагоемкость, или водовместимость, почвы (*ПВ*). В почвах и грунтах легкого механического состава, а также в структурных значительная часть этой воды свободна от сорбционных и менисковых сил и дви-

жение ее подчинено силе тяжести. Такая вода называется *гравитационной*. Если подпирающих грунтовых вод или водоупорных слоев почвы или грунта нет, такая вода будет сравнительно быстро стекать в нижележащие горизонты. Эта вода называется *гравитационно просачивающейся*. Но если на пути такой воды встретится непроницаемый слой почвы или грунта, то движение ее вниз прекратится. Тогда образуется так называемая *гравитационно подпертая* вода, характерным признаком которой является способность передавать гидростатическое давление. По мере увеличения толщины слоя подпертой воды ее давление будет возрастать. На известной глубине оно превысит поверхностное давление, возникающее на стенке почвенного разреза, и вода начнет вытекать, образуя зеркало свободной воды. Воображаемый уровень, на котором уравниваются гидростатическое давление и менисковые силы, называют *зеркалом грунтовых вод*. Часть слоя подпертой гравитационной влаги, расположенная между ее верхней границей и зеркалом грунтовых вод, называется *капиллярной каймой*. Свободная от молекулярных сил влага капиллярной каймы гидростатически связана со всей остальной массой гравитационной воды и названа Н. А. Качинским *капиллярно подпертой*.

При наличии уклона подпертая гравитационная влага переходит в форму *стекающей*. При горизонтальной поверхности водоупорного слоя гравитационная вода становится неподвижной и называется *застойной*. По мере расхода воды из капиллярной каймы она может передвигаться вверх под влиянием менисковых сил. Такую влагу называют *капиллярно восходящей*.

Теперь представим, что водонепроницаемого слоя нет. Тогда вся гравитационная вода стечет. В почве останется вода, удерживаемая молекулярными и менисковыми силами, которые удерживают часть почвенной влаги как бы в висячем состоянии, поэтому А. Ф. Лебедев назвал ее *подвешенной*. Он писал, что «в условиях нашего юга, где имеется так называемый *мертвый горизонт*, вода верхних горизонтов почвы... висит в капиллярах, так как не имеет связи с грунтовой водой».

Если на поверхность воздушносухой почвы, помещенной в трубку, налить недостаточное для полного промачивания количество воды, то она смочит лишь верхнюю часть почвы, а лежащая ниже останется сухой. Граница между смоченной и несмоченной почвой обозначится довольно четко. Вода в верхней, увлажнившейся части почвы и считается подвешенной.

Наибольшее количество влаги, которое длительное время удерживается в почве после стекания гравитационной влаги, называется *наименьшей влагоемкостью почвы (НВ)*.

По формам связи с почвой подвешенная вода может иметь разную природу. В грубозернистых почвах и грунтах это будет сорбционно связанная и главным образом стыковая вода, в среднезернистых сюда входит частично и капиллярно подвешенная, а в тонкозернистых почти вся подвешенная вода относится к сорбционно связанной.

В структурных почвах при влажности, равной наименьшей влагоемкости, влага содержится внутри агрегатов и занимает примерно половину межагрегатных пор (Б. Н. Мичурин, 1957). В полевых условиях наименьшая влагоемкость может несколько изменяться вследствие набухания почвы, что часто наблюдается в пахотном слое, особенно на черноземах. Влага, находящаяся в интервале между полной и наименьшей влагоемкостями, легкоподвижна и доступна для растений. Основным «механизмом» передвижения этой воды является гравитационно-капиллярный.

При уменьшении влажности почвы ниже наименьшей влагоемкости вода теряет способность передвигаться вниз под действием силы тяжести. Но она будет сравнительно хорошо передвигаться во всех направлениях в жидкой форме из широких капилляров в более узкие. Так как вода еще не утратила свойства сплошности, она представляет единую систему. Но по мере высыхания образуются участки только с сорбированной водой. Это вызывает нарушение непрерывности и резкое уменьшение подвижности воды. В опытах М. М. Абрамовой в почве с наименьшей влагоемкостью, равной 17,5% веса сухой почвы, момент резкого изменения подвижности воды наблюдался при влажности 11,5%, то есть около $\frac{2}{3}$ наименьшей влагоемкости. Влажность почвы, при которой резко замедляется передвижение подвешенной влаги к поверхности испарения, называют *влажностью разрыва капиллярной связи (ВРК)*. В этом состоянии вода в почве остается в виде пленок на поверхности частиц и может передвигаться только под действием сорбционных сил. В интервале между наименьшей влагоемкостью и влажностью разрыва капиллярной связи действует пленочно-капиллярный «механизм» передвижения влаги. Вода, находящаяся в этом интервале, доступна для растений. Величина этого интервала зависит от механического состава и структуры почвы. Он больше в почвах и грунтах тонкозернистых и бесструктурных и меньше в песчаных почвах, а также в структурных почвах тяжелого механического состава.

С приближением влажности к величине разрыва капиллярной связи растения начинают испытывать недостаток влаги, их рост при этом задерживается. Дальнейшее уменьшение влаги в почве приводит к использованию растениями всей доступной им воды.

Вопрос о минимальной влажности, необходимой для жизни растений, изучался многими исследователями. В середине XIX столетия Саксом было доказано, что не вся вода в почве может быть использована растениями и что они погибают, если в почве еще имеется некоторое количество воды.

В 1912 г. американские ученые Бриггс и Шанц ввели понятие «коэффициент завядания растений», подразумевая под ним влажность почвы в момент, когда листья растений впервые обнаруживают признаки устойчивого завядания, которое не устранялось в атмосфере, насыщенной водяными парами без увлажнения почвы.

В 1925—1926 гг. Н. В. Лобанов на основе вегетационных опытов с овсом, проведенных на дерново-подзолистой почве опытного поля

Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, доказал, что о количестве недоступной для растений воды нужно судить по двум показателям: 1) по величине «критической для растений влажности», которая наблюдается в начале завядания и соответствует коэффициенту завядания, и 2) по величине «мертвого запаса» воды, соответствующей той влажности, при которой растение не может усваивать воду и погибает. Оказалось, что между этими величинами имеется значительная разница (табл. 7). Обе они одновременно сравнивались с максимальной гигроскопичностью. Как видно из таблицы, влажность в начале завядания превышала максимальную гигроскопичность в 2—3 раза, а мертвый запас был близок к ней.

Таблица 7

Влажность почвы в начале завядания и при глубоком завядании
(% веса сухой почвы)

Горизонт	В начале завядания	В момент глубокого завядания	Максимальная гигроскопичность	Отношение влажности завядания к максимальной гигроскопичности	
				в начале завядания	при глубоком завядании
Пахотный	8,75	3,3	3,02	2,9	1,09
Переходный	5,9	2,2	1,76	3,35	1,25
Подзолистый	4,55	2,25	1,60	2,84	1,41
Переходный	8,15	4,35	3,14	2,59	1,39
Красная глина	8,7	4,45	4,24	2,05	1,05

Выводы Н. В. Лобанова подтвердились дальнейшими исследованиями, но было установлено, что влажность завядания для одного и того же вида растений изменяется по фазам его роста (Федоровский, 1948).

С. И. Долговым (1948) предложен термин *влажность устойчивого завядания (ВЗ)*, которым и пользуются в настоящее время как водно-физической константой, показывающей количество недоступной для растений воды. Существует несколько методов прямого определения этой константы по величине влажности почвы в стаканчиках или монолитах в момент устойчивого завядания. Наряду с ними используется для расчетов недоступной воды и величина *максимальной гигроскопичности (МГ)*. Движение воды в интервале между влажностью разрыва капиллярной связи и влажностью устойчивого завядания осуществляется пленочным «механизмом» от частиц с большей толщиной пленки к частицам с меньшей пленкой.

Если сырую почву высушивать до постоянного веса в закрытом сосуде, где поддерживается относительная влажность воздуха немного ниже 100%, то остаточная влажность будет близка к влажности устойчивого завядания. Это показано В. А. Францесоном (1947) при высушивании разных почв в эксикаторе над 3%-ной сер-

ной кислотой. Эта влажность оказалась примерно в полтора раза больше той, которую приобретает воздушносухая почва после ее насыщения водяными парами в эксикаторе с влажностью воздуха, близкой к полному насыщению. Количество сорбированной при этом воды, выраженное в процентах веса абсолютно сухой почвы, называется *максимальной гигроскопичностью*. Величина максимальной гигроскопичности, как и всей сорбированной воды, зависит прежде всего от размеров почвенных частиц, то есть механического состава почвы. Это иллюстрируется данными П. Ф. Мельникова, полученными в исследованиях разных фракций покровной глины из Московской области в разных генетических горизонтах.

Размеры частиц фракций глины (мм)	Максимальная гигроскопичность (%)	Размеры частиц фракций глины (мм)	Максимальная гигроскопичность (%)
0,01—0,005	0,4	0,003—0,002	1,9
0,005—0,004	1,1	0,002—0,001	5,1
0,004—0,003	1,5	< 0,001	27,6

Между максимальной гигроскопичностью и влажностью устойчивого завядания существует прямая зависимость. Но для разных почв и генетических горизонтов отношение влажности завядания к максимальной гигроскопичности колеблется в широких пределах. Для приближенных расчетов можно, однако, пользоваться коэффициентом 1,34, применяемым учреждениями гидрометслужбы СССР.

Обширные исследования А. Ф. Лебедева в начале этого столетия показали, что гигроскопическая вода представляет лишь часть влаги, которую может сорбировать почва и которая облекает почвенные частицы в виде пленки различной толщины. Такую воду Лебедев назвал *пленочной*.

По современным воззрениям, пленочная вода по своим связям с почвой неоднородна. Первые два молекулярных слоя сорбированной воды представляют прочносвязанную форму ее. На нее наложена пленка рыхлосвязанной влаги, толщина которой зависит от механического состава почвы и содержания электролитов. В супесчаных и песчаных почвах с малой удельной поверхностью и крупными порами свободно развивается процесс многослойной сорбции, в результате чего возникает пленка рыхлосвязанной воды толщиной до 0,1 микрона, то есть до 10^{-5} см. В почвах тяжелого механического состава пленка сорбированной воды обычно не превышает 8—10 молекулярных слоев, то есть имеет толщину порядка 10^{-7} см.

При увеличении концентрации электролитов уменьшается толщина пленки рыхлосвязанной воды. Внутренние же слои прочносвязанной воды удерживаются адсорбционными силами почвенной частицы, которые создаются в процессе поглощения водяного пара при

$\frac{P}{P_0} < 0,2$. Такое состояние влажности соответствует максимальной адсорбционной влагоемкости. Величина ее зависит от удельной поверхности почвы. Она близка к содержанию гигроскопической влаги в воздушносухой почве и составляет 60—70% максимальной гигроскопичности. Содержащаяся в интервале между максимальной адсорбционной влагоемкостью и влажностью устойчивого завядания вода находится под воздействием сорбционных сил, исходящих частично от твердой фазы почвы, но в большей мере от поверхностных слоев воды, облегающих почвенные частицы. Вся эта вода практически неподвижна или малоподвижна и весьма труднодоступна для растений. Влажность завядания считается нижним пределом содержания продуктивной влаги. Таким образом, можно выделить следующие (условные) водно-физические константы (А. А. Роде):

Полная влагоемкость, или водовместимость (*ПВ*).

Наименьшая влагоемкость (*НВ*).

Влажность разрыва капиллярной связи (*ВРЗ*).

Влажность устойчивого завядания (*ВЗ*).

Максимальная гигроскопичность (*МГ*).

Максимальная адсорбционная влагоемкость (*МAB*).

КАТЕГОРИИ, ФОРМЫ И ВИДЫ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

Различные формы связи воды, неодинаковая ее подвижность и доступность для растений показывают, что содержащаяся в почве влага неоднородна и разные ее части имеют различные свойства. Отечественными и зарубежными учеными (Лебедев, Бойюкос, Цункер, Качинский, Долгов, Колясев, Роде) предложено несколько классификаций почвенной влаги. Обстоятельный обзор этого вопроса можно найти в монографии А. А. Роде *.

Здесь же рассмотрим классификацию, предложенную автором данной монографии. В этой классификации почвенная влага подразделена прежде всего по преобладающему действию тех или иных сил, удерживающих воду и обуславливающих ее передвижение. Затем влага делится на категории по величине силы, которая удерживает воду в почве (прочносвязанная, рыхлосвязанная, свободная).

Рыхлосвязанная и свободная вода расчленяется по формам и видам или по тому состоянию, в каком она находится в почве. Далее влага разделена по степени ее подвижности на легкоподвижную (в интервале от *ПВ* до *НВ*), среднеподвижную (от *НВ* до *ВРК*), малоподвижную (от *ВРК* до *ВЗ*) и неподвижную (ниже *ВЗ*). В зависимости от степени усвояемости (доступности) растениями выделены следующие категории влаги: легкодоступная, переходящая в избыточную (от *НВ* до *ПВ*); среднедоступная (от *ВРК* до *НВ*); труднодоступная (от *ВЗ* до *ВРК*); весьма труднодоступная (от *МAB* до *ВЗ*); недоступная (ниже *МAB*).

* А. А. Роде. Основы учения о почвенной влаге. Гидрометеонздат, 1965.

При наличии легкодоступной воды растения полностью обеспечены ею. Более того, вся влага сверх *НВ* считается избыточной, так как она затрудняет поступление воздуха в почву.

Среднедоступная влага (она же и среднеподвижная) беспрепятственно используется растениями, обеспечивая их нормальный рост. При наличии в почве труднодоступной влаги растения продолжают жить без признаков страдания от недостатка влаги, но снижают свою продуктивность.

Высыхание почвы до границы весьма труднодоступной влаги вызывает явные признаки страдания растений от засухи, и при длительности такого состояния урожай будет ничтожно мал.

Вода ниже максимальной адсорбционной влагоемкости недоступна для растений и составляет так называемый *мертвый запас*.

По классификации А. А. Роде, выделяются следующие категории воды: 1) кристаллизационная, 2) твердая (лед), 3) парообразная, 4) прочносвязанная, 5) рыхлосвязанная, 6) свободная.

Кристаллизационная и твердая вода представляет лишь потенциальный источник жидкой влаги; первая после растворения кристаллов, а вторая — после таяния льда.

Парообразная влага содержится в почвенном воздухе. При влажности почвы выше *ВЗ* почвенный воздух обычно полностью насыщен водяными парами. Передвигается эта влага по законам диффузии под влиянием градиента упругости пара и вместе с почвенным воздухом. При соответствующих условиях она может переходить в жидкую форму.

Прочносвязанная влага удерживается адсорбционными силами почвенных частиц и образует на поверхности последних пленку толщиной в два слоя молекул воды. Эта категория воды характеризуется повышенной плотностью, отсутствием электропроводности и способностью растворять электролиты. Она не замерзает даже при очень низких температурах. При адсорбции ее выделяется теплота смачивания. Эта вода удерживается почвой с силой, соответствующей давлению 10 000 атмосфер. Она недоступна для растений.

Рыхлосвязанная вода характеризуется ориентированным расположением молекул, которое вызвано воздействием молекул прочносвязанной воды и отчасти обменных катионов. Она находится в почве в виде водных пленок, облегающих почвенные частицы. Толщина пленок может достигать величин десятков и сотен диаметров молекул. Рыхлосвязанная вода обладает пониженной способностью растворять электролиты и повышенной вязкостью. Внутренние ее слои при некоторых условиях приобретают свойство упругого тела. В других отношениях эта вода не отличается от свободной влаги. Она передвигается от частицы к частице под влиянием сорбционных сил.

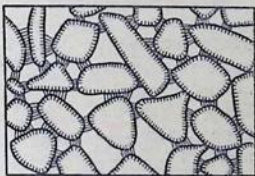


Рис. 17. Схема удержания стыковой воды в почве.

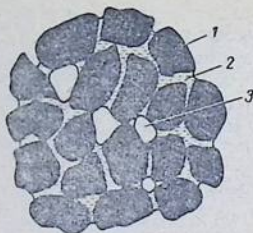


Рис. 18. Схема удержания внутриагрегатной капиллярно подвешенной воды:

1 — почвенная частица; 2 — влага внутриагрегатной капиллярно подвешенная; 3 — пора, занятая воздухом.

скопления гидростатически между собой не связаны. Удерживается в почве капиллярными силами;

б) внутриагрегатная капиллярно подвешенная (рис. 18) заполняет внутриагрегатные капиллярные поры при влажности, меньшей или равной наименьшей влагоемкости. Отличается от стыковой слабо выраженной гидростатической связью. Удерживается капиллярными силами;

в) насыщающая капиллярно подвешенная (рис. 19) встречается в почвах легкого механического состава. Она заполняет поры верхнего горизонта почвы в тех случаях, если нижележащий слой сухой. Когда толщина слоя, насыщенного водой, превышает определенный предел, большая часть этой воды стекает вниз, за исключением стыковой (см. рис. 17). Этот вид влаги удерживается капиллярными силами, чему способствует плохая смачиваемость нижележащего слоя сухой почвы;

г) сорбционно замкнутая (рис. 20) заключена в крупных порах, которые отделены одна от другой перемычками из связанной воды. Встречается в тонкозернистых почвах и грунтах при влажности между *НВ* и *ВРК* и удерживается сорбционными силами.

2. Подпертая гравитационная влага делится на следующие виды:

а) подперто-подвешенная капиллярная образуется в мел-

Свободная влага не имеет молекулярной связи с почвенными частицами, что не исключает наличия ее между водой и ионами, находящимися в растворе. Она имеет несколько форм, отличающихся темп силами, под влиянием которых она удерживается или передвигается.

1. Подвешенная влага характеризуется отсутствием гидростатической связи с грунтовыми водами. Она имеет следующие виды:

а) стыковая (рис. 17) находится в виде разобщенных скоплений в местах соприкосновения почвенных частиц при влажности, меньшей или равной величине наименьшей влагоемкости. Эти

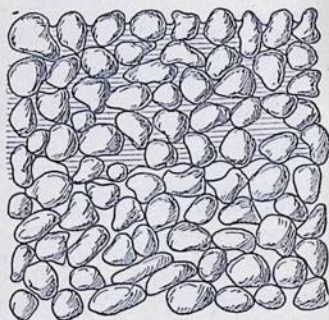


Рис. 19. Схема удержания насыщающей капиллярно подвешенной воды в сухом песке.

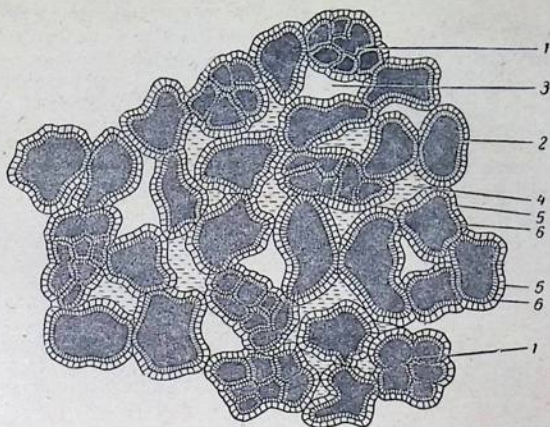


Рис. 20. Схема удержания сорбционно замкнутой воды:

1 — микроагрегат; 2 — почвенная частица; 3 — пора, занятая воздухом; 4 — влага сорбционно замкнутая, свободная; 5 — влага рыхлосвязанная; 6 — влага прочносвязанная.

копористых почвах тяжелого механического состава, если они подстилаются более крупнопористыми при влажности выше *НВ*. Удерживается капиллярными силами;

б) подпертая капиллярная может быть в почвах любого механического состава в виде капиллярной каймы над уровнем водоносного горизонта. Высота этой каймы зависит от величины пор — в крупнопористых почвах меньше, чем на почвах с малым размером пор. В среднепористых почвах капиллярная кайма может достигать 3—4 м. Удерживается капиллярными силами.

3. Свободная гравитационная влага передвигается исключительно под влиянием силы тяжести. Она подразделяется на следующие виды:

а) просачивающаяся движется сверху вниз. Она содержится при влажности от *НВ* до *ПВ*;

б) влага водоносных горизонтов представлена грунтовыми, почвенно-грунтовыми и почвенными водами, заполняющими все поры почвы (за исключением объема заземленного воздуха). Эта вода может быть застойной и стекающей в почвенной толще в направлении уклона водонепроницаемого слоя, на котором она удерживается.

Соотношение между различными категориями воды зависит от механического состава почвы и структурного состояния, а также от концентрации почвенного раствора. Так, содержание рыхлосвязан-

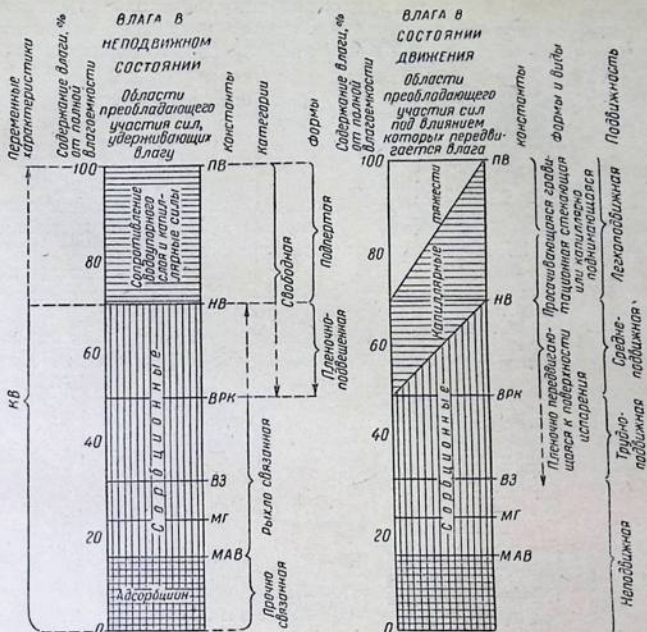


Рис. 22. Категории и формы почвенной влаги. Почвы суглинистые.

(рис. 23). В зависимости от климатических условий кривая запасов влаги изменяется. В зоне достаточного увлажнения нечерноземной полосы осенние запасы влаги в почве обычно достигают уровня весенних, а минимум приходится на июнь. В юго-восточных районах почва часто уходит в зимний период с малым запасом воды. Однако общее направление в изменении содержания влаги и потребности растений показано на графике в основном правильно. Заштрихованная на графике площадь — возможный дефицит влаги в определенный период. Задача регулирования водного режима состоит в том, чтобы накопить и сохранить влагу в почве на период наибольшей потребности в ней растений. Это в значительной степени зависит от рассмотренных выше водно-физических свойств почвы. Так как максимальное количество удерживаемой почвой доступной воды зависит от величин $HВ$ и $ВЗ$, то запас ее может быть увеличен повышением $HВ$ или понижением $ВЗ$. Так как влажность завядания зависит почти целиком от механического состава почвы, то воздейство-

вать на ее величину довольно трудно. Легче повысить величину наименьшей влагоемкости изменением строения и структуры почвы.

БАЛАНС ВОДЫ В ПОЧВЕ

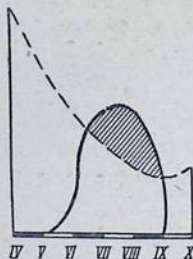


Рис. 23. Схема изменения потребности позднеспелых хлебов в воде и запасов доступной влаги в почве (по В. Р. Вильямсу).

Количественная характеристика водного режима выражается водным балансом. Он определяется количеством поступающей в почву за определенный период влаги и величиной расхода ее за тот же период. Источниками поступления влаги в почву служат: 1) атмосферные осадки (S), 2) поступление из грунтовых вод (P), 3) конденсация водяных паров (K), 4) орошение (O).

Общее количество израсходованной воды складывается из следующих величин: 1) транспирация растений (E_1), 2) испарение с поверхности почвы (E_2), 3) инфильтрация в глубокие слои (Q_1), 4) поверхностный сток воды и снос снега (Q_2).

Общее уравнение водного баланса неорошаемых почв для любого периода имеет следующий вид:

$$W_0 + (S + P + K) - (E_1 + E_2 + Q_1 + Q_2) = W_t,$$

где W_0 — запас влаги в почве в начале периода, W_t — запас влаги в конце периода. Остальные величины обозначены выше.

Водный баланс можно составлять отдельно по разным горизонтам и слоям почвы за различные периоды и выражать в разных единицах. Для грубых расчетов можно включать лишь основные источники поступления и виды расхода. Для вычисления общего содержания воды пользуются формулой:

$$a = \frac{w \cdot d \cdot h}{10},$$

где a — запас воды в данном слое почвы (мм);

w — влажность (% веса сухой почвы);

d — объемный вес почвы (г/см³);

h — толщина исследуемого слоя почвы (см).

Запас недоступной воды вычисляют по той же формуле, принимая его равным влажности завядания. Для определения количества воды при поливе определяют наибольший запас воды, который может удерживать почва, подставляя вместо w величину наименьшей влагоемкости. Из полученной величины вычитают фактический запас воды в момент полива.

В таблице 8 приведен баланс влаги в лесостепных почвах, из которого видно, что наибольший запас доступной для растений влаги в верхнем двухметровом слое достигает 250—300 мм.

Баланс влаги в почвах лесостепи за период май — октябрь 1948 г.
(мм водного столба)

Глубина (м)	Запас влаги		Убыло (-) или прибыло (+)	Осадки	Общий расход	Запас влаги при влажности		
	май	октябрь				полевой влагоем- кости	завяда- ния	доступ- ной
Слабоподзоленный чернозем								
0—1	320	250	—70	256	326	377	210	167
1—2	286	268	—18	0	0	308	208	100
0—5	1436	1275	—161	256	417	—	—	—
Темно-серая лесная почва								
0—1	269	173	—96	256	352	377	180	197
1—2	262	200	—62	0	0	308	182	126
0—5	1126	935	—191	256	447	—	—	—

Если учесть, что летние осадки не проникают в почву глубже 1 м, то влагооборот двухметрового ее слоя достигает 400—450 мм и близок к годовому количеству осадков.

ПОСТУПЛЕНИЕ ВОДЫ В ПОЧВУ

Перечисленные выше источники поступления воды в почву неравноценны как по количеству воды, так и по характеру ее поступления.

Основным источником воды в неорошаемом земледелии являются атмосферные осадки. Количество осадков, выпадающих за год в различных почвенно-климатических зонах, колеблется от 100 мм в полупустынных районах до 2500 мм в субтропиках Западной Грузии, но на большей части сельскохозяйственной территории нашей страны сумма осадков не превышает 500 мм в год.

Однако этот показатель не полностью выражает степень обеспеченности влагой растений, так как очень большое значение имеет распределение осадков в течение года, особенно в период вегетации растений. Чем ближе это распределение к потребностям растений в те же периоды, тем меньше будет расхождение между запасом доступной влаги в почве и потребностью растений (см. рис. 23).

В орошаемом земледелии основным источником влаги служит поливная вода. Большим преимуществом этого источника является возможность более или менее полного регулирования как по времени, так и по количеству воды. Осадки здесь имеют второстепенное значение, но они оказывают влияние на запасы оросительной воды. На почвах с высоким уровнем грунтовых вод потребности растений в известной мере могут удовлетворяться грунтовой водой, поднимающейся по почвенным порам в верхний, корнеобитаемый слой почвы.

Поступление такой воды зависит от уровня грунтовых вод, механического состава почвы, ее строения и структуры. В глинистых бесструктурных почвах скорость подъема грунтовой воды очень мала, так как поры здесь имеют диаметр 10^{-6} — 10^{-7} и почти вся заключенная в них влага находится в сфере сорбционных сил. В макроструктурных почвах и на песках грунтовая вода поднимается быстро, но на небольшую высоту.

Меньшее значение в приходной части баланса имеет конденсация водяных паров воздуха вследствие разницы температуры почвы и атмосферного воздуха. Этот процесс сильно выражен в районах континентального климата, где наблюдается резкая смена температуры дня и ночи и механический состав почвы грубый. Однако агрономическое значение имеет только та вода, которая конденсируется не на поверхности почвы, а на некоторой глубине, например на границе рыхлого и плотного слоев.

Просачивание воды атмосферных осадков в почву зависит от ее водопроницаемости, то есть от свойства почвы впитывать и пропускать через себя воду. Поступление воды в почву складывается из двух этапов: впитывания и фильтрации. Процесс начинается с впитывания, а когда почва достигает состояния, близкого к насыщению, начинается процесс фильтрации. Величина водопроницаемости измеряется столбом воды, впитываемой почвой в единицу времени под определенным постоянным давлением. При малой водопроницаемости дождевая и особенно талая вода не успевает впитываться в почву и при неровном рельефе поля стекает по ее поверхности, унося с собой мелкие частицы и вызывая эрозию почвы. При отсутствии стока вода застаивается на поверхности, закрывая доступ воздуха в почву и приводит растения (особенно озимые) к гибели.

Величина водопроницаемости зависит от пористости и особенно от размера почвенных пор. Чем больше пористость и крупнее поры, тем лучше водопроницаемость.

Существенное влияние на водопроницаемость почвы оказывают имеющиеся в ней трещины, ходы корней и червей, кротовины.

Поступление влаги в сухую почву, когда идет преимущественно процесс ее впитывания, совершается быстрее, чем проникновение воды во влажную почву. Поэтому в начале впитывания водопроницаемость больше, чем в последующие отрезки времени. По мере просачивания и насыщения почвы влагой происходит набухание почвенных коллоидов и уменьшение размера пор, а также разрушение непорочных комков и уменьшение поперечника крупных межагрегатных пор.

Когда закончится процесс впитывания почвой воды, величина водопроницаемости определяется коэффициентом фильтрации и становится более или менее постоянной. А. Н. Костяков предложил следующую шкалу оценки водопроницаемости:

Характеристика водопроницаемости	Слабая	Средняя	Высокая
Высота столба жидкости, проходящей за первый час (мм)	50	100	150

РАСХОД ВОДЫ ИЗ ПОЧВЫ

Производительным видом расхода воды является лишь потребление ее культурными растениями. К непроизводительным расходам относятся: а) сток воды и снос снега с поверхности почвы; б) испарение воды почвой, в) инфильтрация в грунтовые воды, г) потребление воды сорняками.

Поверхностный сток воды появляется на полях, расположенных на склонах, во время сильных дождей, снеготаяния на почвах с недостаточной водопроницаемостью. На крутых склонах и бесструктурных тяжелых почвах он может достигать большой величины. Эту величину выражают коэффициентом стока, определенным по формуле:

$$\sigma = \frac{S}{P},$$

где σ — коэффициент стока;

P — количество осадков (в мм);

S — сток воды (в мм).

В результате стока пахотные земли теряют в среднем около 10% годового количества осадков. По данным Научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока, на полях, вспаханных на зябь, около 40% талых вод стекает. Поэтому регулирование поверхностного стока имеет большое значение в улучшении водного режима почвы.

В степных необлесенных районах теряется много воды вследствие сдувания снега зимой в овраги. Между тем зимние осадки в этих местах служат основным источником пополнения запасов влаги весной. Поэтому здесь важно накапливать и сохранять снег на полях.

Вода теряется из почвы в течение всего года, но особенно весной и в послеуборочный летне-осенний периоды, когда почва не покрыта растениями. Влага испаряется с поверхности почвы в результате диффузии пара и газообмена.

Величина испарения зависит от метеорологических условий, характера поверхности и физических свойств почвы. П. С. Коссович выделил три стадии в процессе испарения воды из почвы. В первую стадию в интервале влажности от полного насыщения до капиллярной влагоемкости скорость испарения более или менее постоянна и равна испарению с водной поверхности. Это подтвердилось в лабораторных опытах Ф. Е. Колясева с высушиванием почвы: постоянная скорость испарения наблюдалась в первый период высушивания, когда был капиллярный подток воды к поверхности почвы (рис. 24). В этой стадии скорость испарения не зависит от влажности почвы и определяется преимущественно метеорологическими факторами.

Так как в этот период испарение с открытой поверхности почвы по величине близко к испарению с водной поверхности, то к нему можно применить формулу:

$$Q = K \frac{E - e}{H} \cdot \sqrt{v},$$

где Q — количество испаряющейся воды;
 K — постоянный коэффициент;
 E — упругость пара, насыщающего воздух при данной температуре;
 e — фактическая упругость пара;
 H — барометрическое давление;
 v — скорость ветра.

Из формулы видно, что величина испарения имеет прямую зависимость от дефицита влажности воздуха ($E - e$) и скорости ветра и обратную от величины атмосферного давления.

На величину испарения большое влияние оказывают состояние и форма поверхности почвы. Растительный покров уменьшает движение приземного слоя воздуха, имеющего обычно более высокую влажность. Поэтому дефицит влажности уменьшается, что влечет за собой уменьшение испарения. Vegetирующие растения при смыкании листьев увеличивают расход воды на транспирацию, но уменьшают потери ее через испарение из почвы. Так, испарение с поверхности почвы под сахарной свеклой уменьшалось по сравнению с полем без растительности на одну треть.

Отмершие растения или другие виды покрытия почвы также уменьшают испарение. Роль такого покрытия может выполнять и верхний слой сухой рыхлой почвы.

Большое значение имеет форма испаряющей поверхности. Неровная (гребнистая, глыбистая) поверхность поля увеличивает площадь, с которой испаряется влага. Кроме того, при неровной поверхности почва больше продувается ветром. Все это увеличивает потери влаги.

По мере высыхания почвы и разрыва капиллярной связи резко уменьшается подвижность воды, наступает (по Ф. Е. Колясеву) вторая стадия высыхания, когда основными факторами, определяющими скорость испарения, является влажность почвы и ее физические свойства. Переход от постоянной скорости испарения к убывающей

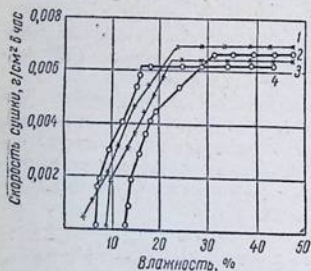


Рис. 24. Кривые скорости сушки дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы:

1 — агрегаты; 2 — иллистая фракция; 3 — растертые агрегаты; 4 — грубая фракция.

(первая точка перелома на графиках, рис. 24) совпадает с влажностью разрыва капилляров, при которой преобладающий капиллярный механизм передвижения влаги сменяется пленочно-менисковым. Вторая точка перелома на кривых скорости высушивания совпадает с влажностью устойчивого завыдания, когда испарение еще больше замедляется и, наконец, третья точка совпадает с максимальной гигроскопичностью и означает переход к движению влаги, преимущественно в виде пара. Таким образом, скорость

испарения на второй и третьей стадии процесса высыхания изменяется в связи с уменьшением влагопроводимости почвы, что, в свою очередь, зависит от общей пористости и размера пор.

В песчаных однородных почвах в подвешенном состоянии удерживается лишь стыковая форма свободной воды, медленно передвигающаяся под действием сорбционно-менисковых сил. В микроструктурных суглинистых почвах передвижение жидкой воды прекращается тогда, когда влаги не останется в местах стыка микроагрегатов, что наступает при 60—70 % наименьшей влагоемкости. В глинистых и суглинистых почвах с комковатой структурой почвы передвижение жидкой воды к поверхности прекращается с исчезновением стыковой воды между агрегатами, вследствие чего разрываются связи между скоплениями капиллярной воды внутри агрегатов. Это совпадает с влажностью, равной 90—95 % наименьшей влагоемкости. В бесструктурных глинистых и суглинистых почвах вся влага является сорбционно-связанной и может лишь медленно передвигаться к поверхности пленочным «механизмом». Из сказанного следует, что на второй и третьей стадиях высушивания почвы передвижение воды происходит медленно или прекращается совсем. В это время диффузно-конвекционный механизм передвижения воды к поверхности почвы будет преобладающим, а на третьей стадии единственным. Так как скорость диффузии, равно как и конвекции, находится в прямой зависимости от пористости почвы, то для снижения потерь воды уменьшают размеры пор, создавая на небольшой глубине от поверхности уплотненную прослойку почвы.

Фильтрация, или процесс нисходящего движения, воды для некоторых почв без водоупорного слоя составляет значительный вид потерь воды из корнеобитаемой зоны. Фильтрация недопустима также для грунта, в котором проложены каналы или созданы водохранилища. Величина потерь воды при фильтрации зависит также от пористости и особенно от доли крупных пор. Почвы на глубоких песках имеют высокий коэффициент фильтрации и плохо удерживают воду. Уменьшить эти потери можно созданием в почве влагоемких прослоек, поглощающих воду грунтового потока, а также приданием почве бесструктурного состояния (осолонцевание) или в отдельных случаях изменением ее механического состава (глинование).

Задача регулирования водного режима почвы в районах недостаточного и неустойчивого увлажнения в общем ее виде заключается в том, чтобы увеличить поступление воды в почву, создавая возможно большой и прочный запас ее и снижая до минимума потери. В зоне избыточного увлажнения главная задача состоит в удалении излишней воды (устранение переувлажнения почвы).

ЗОНЫ УВЛАЖНЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ

В зависимости от отношения количества поступающей в почву воды атмосферных осадков к величине испарения (транспирация + испарение из почвы) на территории нашей страны выделяют три зоны увлаж-

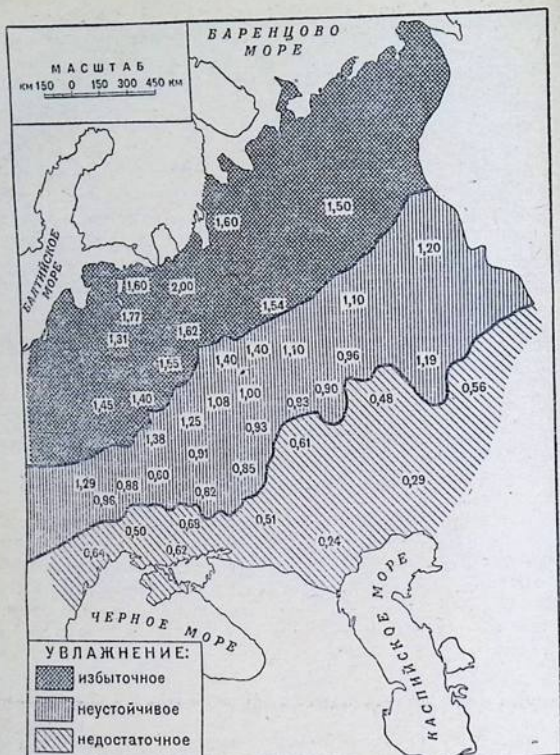


Рис. 25. Основные зоны по степени увлажнения
(по А. Н. Костякову).

нения и соответственно три типа водного режима. Территории, на которых в почву поступает в течение года в виде атмосферных осадков больше воды, чем испаряется растениями и почвой, относятся к зоне избыточного увлажнения (рис. 25). При этом излишнее количество воды будет просачиваться через толщу почвы в грунтовые воды, в результате чего почвенные воды соединяются с грунтовыми. Такой водный режим, по классификации Г. Н. Высоцкого, назван *промытым*. Он характерен для зоны избыточного увлажнения и субтропиков.

Иной тип водного режима будет там, где количество поступающей с осадками в почву воды равняется примерно величине ее испарения.

В этих условиях возникает *периодически промывной подтип*, который отличается от предыдущего тем, что просачивание почвенных вод в грунтовые здесь бывает не ежегодно, а только в более влажные годы.

В зоне недостаточного увлажнения количество осадков намного меньше величины испарения. В этом случае поступающая в почву вода удерживается в почвенном слое.

При достаточной глубине залегания грунтовых вод капиллярная кайма не достигает нижней границы почвенных вод. Между грунтовыми и почвенными водами образуется слой с низкой влажностью, близкой к влажности завядания. В этих условиях создается тип водного режима, названный Г. Н. Высоцким *непромывным*. Он широко распространен в зоне серых лесных, черноземных, каштановых и сероземных почв, где грунтовые воды залегают на глубине не менее 6 м.

В этих же условиях при неглубоком залегании грунтовых вод капиллярная кайма может достигнуть поверхности почвы или нижней границы почвенной воды. Тогда испарение может быть больше поступления воды из атмосферных осадков, а приток воды из грунтовых вод больше проникновения в глубь почвы. Такой тип водного режима называется *выпотным*. Он встречается во всех зонах недостаточного увлажнения с неглубоким залеганием грунтовых вод.

Кроме этих основных типов, выделяются *мерзлотный* и *ирригационный* типы.

Для характеристики условий произрастания культурных растений недостаточно иметь среднегодовые климатические данные. Для этого требуется более точный учет условий увлажнения на основе изучения водного баланса на той или иной территории, так как тип водного режима зависит не только от одного атмосферного увлажнения, но и от других факторов (например, растительности, механического состава почвы, ее положения в рельефе).

ОСНОВНЫЕ ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Проблема регулирования водного режима была бы решена радикально, если бы удалось искусственно управлять выпадением осадков. Этому препятствует необходимость затраты огромной энергии для изменения погоды на больших территориях. Однако за последнее время выяснено, что в периоды неустойчивого состояния погоды необходимы сравнительно небольшие мощности, чтобы направить процесс в нужную сторону. В настоящее время освоены способы трансформации переохлажденных облаков. Введение ядер кристаллизации в виде мелких частичек некоторых веществ в переохлажденное облако приводит его в кристаллическое состояние, сопровождающееся выпадением осадков, рассеиванием облачности и может быть осуществлено на значительной территории. Однако этими способами можно осадить лишь часть содержащейся в облаке влаги, тогда как при естественном процессе образования и выпадения осадков на землю поступает за несколько часов в 10—20 раз больше воды, чем содержалось ее

в облаке к началу дождя. Пока разрабатывается проблема искусственного создания такого состояния облаков, придется использовать другие, хотя и менее эффективные, но доступные способы.

Первый способ радикального регулирования водного режима в засушливых районах — искусственное орошение. При орошении можно снабжать растения водой в те периоды, когда запас ее в почве истощается и влажность почвы приближается к влажности разрыва капиллярной связи. Урожай важнейших зерновых культур на орошаемых землях повышается в 2—3 раза и более, а основных кормовых культур в 4—6 раз по сравнению с урожаем на неорошаемых землях. В решении майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС предусмотрено увеличение орошаемых земель в ближайшее десятилетие на 7—8 млн. га, улучшение состояния действующих оросительных систем, создание на орошаемых землях крупного производства зерна, особенно риса, а также других продуктов сельского хозяйства.

Вторым способом регулирования водного режима является воздействие на микроклимат созданием в засушливых районах полевых защитных, водоохраных и других лесных насаждений, искусственных водоемов и т. д. Лесонасаждение на водоразделах и по берегам водоемов предотвращают сильные разливы рек и озер весной и пересыхание их летом, что характерно для безлесной степи. Лесные насаждения замедляют таяние снега и способствуют проникновению талых вод в быстрее оттаивающую почву.

Полезные лесные полосы увеличивают влажность приземного слоя воздуха в межполосном пространстве, уменьшают силу ветра, в результате чего уменьшается испарение.

На Тимашевском опорном пункте Всесоюзного института агролесомелиорации (Куйбышевская область) относительная влажность воздуха в межполосном пространстве повышалась на 2—3% по сравнению с влажностью его в открытой степи. Потери воды при испарении ее почвой на полях, окаймленных лесными полосами, в хозяйстве Научно-исследовательского института сельского хозяйства центрально-черноземной полосы были на 30 мм меньше по сравнению с потерями в открытой степи, где они достигали 35,5% годовой суммы осадков.

Устройство искусственных водоемов также способствует повышению относительной влажности воздуха и поднятию уровня грунтовых вод. Кроме того, водоемы можно использовать как водоприемники для талых и ливневых вод и источники для орошения небольших участков.

Третий способ регулирования водного режима состоит в использовании агротехнических приемов, способствующих накоплению, сохранению и рациональному использованию влаги.

На территории недостаточного и неустойчивого увлажнения, где преобладает непромывной тип водного режима, урожай сельскохозяйственных культур на неорошаемых землях зависит только от воды атмосферных осадков. Поэтому здесь первой задачей в регулировании водного режима будет создание условий для возможно большего

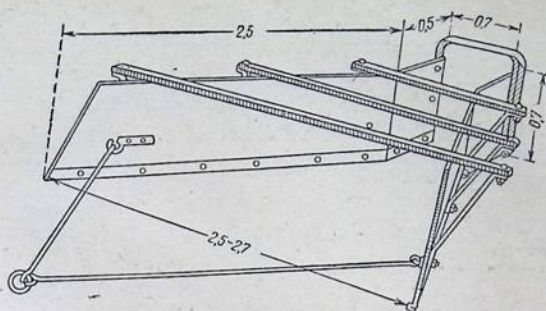


Рис. 26. Снегопах риджерного типа.

поступления осадков в почву, особенно зимних осадков во время снеготаяния. Для этого необходимо улучшить водно-физические свойства почвы, в частности повысить ее водопроницаемость и наименьшую влагоемкость, применяя мероприятия по восстановлению прочной структуры почвы и приемы обработки, создающие наиболее благоприятное строение. Важное значение в улучшении этих свойств имеет также влияние органических удобрений и посев многолетних трав.

Для предупреждения сдувания снега, стока талых и дождевых вод применяют различные способы задержания на полях снега и талой воды. Снег можно задержать различными искусственными преградами, расставляемыми на поле (например, щиты, хворост, снопы соломы). Эти преграды хорошо задерживают снег, но для их устройства требуется много поделочных материалов, транспортных средств и затрат труда. Поэтому они не нашли применения в сельском хозяйстве, но используются для защиты от снежных заносов железных и шоссежных дорог. Менее трудоемкий и более производительный способ задержания снега — устройство снежных валов снегопахами (рис. 26). В зависимости от толщины снежного покрова снегопах образует валы высотой от 40 до 70 см. Валы делают поперек направления господствующих ветров или перекрестно на расстоянии 5—9 м один от другого. Однако этот способ нельзя применять на полях со снежным покровом менее 15 см.

Лучшим способом снегозадержания являются кулисы из высокостебельных растений (кукуруза, подсолнечник, горчица), высеваемых в виде отстоящих друг от друга рядков или лент из 2—3 рядков. Кулисные растения или их стебли оставляют необранными на зиму, в течение которой они и задерживают снег. Снег задерживают также с помощью полевых защитных лесных полос продуваемой конструкции.

В засушливых районах снегозадержание служит дешевым и эффективным средством накопления влаги в почве и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Снегозадержание увеличивает запас влаги в метровом слое почвы до 50 мм.

Не меньшее значение имеет задержание талых вод, особенно на склонах. В центрально-черноземных областях весной в результате стока талых вод теряется до 70% зимних осадков, то есть 50—100 мм, а в Поволжье — 20—60 мм. Стекающая вода смывает почвенные частицы, уносит вместе с ними органическое вещество и минеральные элементы пищи растений, образует овраги.

Главным средством задержания стока воды с поверхности почвы служит правильная система обработки почвы с применением специальных приемов, которая рассматривается в разделе «Обработка почвы». Кроме того, для задержания талых вод делают снежные валы поперек склона или применяют полосное зачернение снега каким-либо материалом. При этом способе зачерненная часть снега быстрее тает, а между полосами образуются валики, задерживающие воду.

К способам сохранения влаги в почве на период наибольшей потребности в ней растений относятся специальные приемы обработки почвы, направленные на уменьшение испарения влаги почвой, мульчирование. Сохранению влаги в почве способствуют также ползащитные лесные полосы, уничтожение сорняков.

Для уменьшения испарения влаги из почвы создают такое строение части пахотного слоя, при котором сильно замедляется подъем к поверхности капиллярной воды и диффузия водяного пара. С этой целью самой верхней части пахотного слоя (0—4 см) придают рыхлое строение с высокой пористостью и крупным размером пор, а на глубине 4—6 см создают уплотненную прослойку, препятствующую газообмену и диффузии водяных паров из почвы. Такое строение пахотного слоя можно создать рыхлящими и уплотняющими почву орудиями (культиваторы, бороны, катки) и агрегатами. Особенно важны эти приемы при весенней и летней обработке почвы. К приемам, уменьшающим потери воды от испарения почвой, относятся мульчирование, то есть покрытие почвы (полностью или частично) различными материалами (специальная бумага, торфяная крошка, перегной, соломенная резка, полимерные материалы и др.). Этим приемом достигают также улучшения теплового режима почвы, подбирая тот или иной цвет мульчирующего материала, а также затрудняют развитие сорняков (плотная мульчбумага).

Мульчирование применяют в овощеводстве и при возделывании ценных технических культур, где хорошо окупаются затраты на его проведение высокой прибавкой урожая.

Непременным условием сохранения влаги в почве является систематическое уничтожение сорняков по мере их прорастания. Особенно это важно в весенний период, когда в почве много влаги, а культурные растения еще мало ее потребляют, а также летом на чистых нарах, под пропашными культурами и после уборки сельскохозяйственных культур.

Мероприятия по борьбе с сорняками изложены в специальном разделе.

Меры рационального использования влаги направлены на то, чтобы культурные растения более продуктивно расходовали влагу.

Сюда относятся подбор сортов, своевременные сроки и лучшие способы посева, чередование культур в севообороте, внесение удобрений и обеспечение растений другими условиями жизни, тщательный уход за посевами. Все эти вопросы рассматриваются в специальных разделах данного учебника или в растениеводческих дисциплинах.

Меры устранения переувлажнения почвы. На большей части территории лесолуговой зоны нашей страны преобладает промывной водный режим. При медленном просачивании почвенной воды в грунтовые или при наличии водоупорного слоя в этой зоне на большей части пахотных земель наблюдается временное избыточное увлажнение, а на некоторой части постоянное переувлажнение.

Вода, заполняя почти все поры почвы, вытесняет воздух, затрудняет жизнедеятельность аэробных микроорганизмов. В результате ухудшается снабжение растений кислородом и питательными веществами. Под влиянием сильного увлажнения почва уплотняется. При высыхании на ее поверхности образуется плотная корка, которая препятствует газообмену и затрудняет появление всходов.

Главным средством регулирования водного режима при переувлажнении служат мелиоративные мероприятия, особенно осушение заболоченных земель. По решению майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС в ближайшее десятилетие будет осушено 15—16 млн. га сельскохозяйственных угодий. Лучшим способом осушения земель является закрытый дренаж, который позволяет не только осушать, но в случае необходимости и орошать почву. Устройство такой дренажной сети не уменьшает площадь используемой под посевы земли и не мешает проведению полевых работ, что наблюдается при осушении открытым способом.

Опыт передовых хозяйств показывает, что осушенные земли этим способом дают высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Так, в колхозе «Авангард» Добельского района Латвийской ССР в 1965 г. урожай озимых культур составил 38,5 ц с гектара. Колхоз собрал с каждого гектара по 34,5 ц яровых зерновых культур, по 342 ц сахарной свеклы и по 479 ц кукурузы на силос.

Из агротехнических мероприятий для борьбы с переувлажнением почвы применяют специальные приемы обработки почвы и посева (кратковременное вспашка, узкозагонная вспашка с направлением борозд под углом к склону, гребневые посевы).

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Чтобы регулировать водный режим почвы, необходимо учитывать, как складывается в данных условиях баланс воды в корнеобитаемом слое почвы. Для этого приходится измерять количество поступающей в почву воды, ее запасы в тот или иной момент и величину каждого вида расхода и потерь.

В условиях непромывного режима при отсутствии орошения, где нет поступления влаги в корнеобитаемый слой из грунтовых вод, остаются лишь два источника поступления воды в почву: атмосфер-

ные осадки и конденсация водяных паров из воздуха. Последний составляет незначительную величину и при балансовых расчетах им можно пренебречь.

Количество выпадающих осадков на определенной территории учитывается метеорологическими станциями дождемерными и снегомерными приборами. Количество воды, впитавшейся в почву, можно определить, если вычесть из осадков потери воды на ее сток с поверхности почвы и сдувание снега. На равнинной территории, где нет этих потерь, можно принять, что вся влага атмосферных осадков поступает в почву.

Зная запасы влаги на данный момент и количество выпавших осадков за тот или иной период, можно определить общий приход влаги. Для учета запасов воды используют разнообразные методы определения влажности того или иного слоя почвы. Наиболее распространенные методы определения влажности основаны на взвешивании навески почвы, взятой из исследуемого слоя и после ее высушивания. Разница в весе показывает количество содержащейся в почве воды. Наиболее надежным методом является высушивание почвы в термостате в течение 6 часов при 105°C . Для ускорения сушки почвы применяют и другие методы (сжигание спирта, высушивание на приборе ВЧ и др.). Кроме весового для определения влажности используют объемный, электрометрический, радиометрический методы. Объемные методы основаны на зависимости между влажностью и способности почвы к уплотнению (метод Ф. Е. Колясева) или по разнице объемов сырого и высушенного образца почвы (пикнометрический метод). Электрометрические методы основаны на измерении электрического сопротивления блоков или на изменении электроемкости конденсатора в зависимости от влажности почвы (метод гипсовых блоков, емкостный влагомер и др.). К радиометрическим методам определения влажности относятся нейтронный и гаммаскопический. В основе первого лежит способность ионов водорода, входящих в состав молекул воды, замедлять быстрые нейтроны, излучаемые радиоактивным источником. Число медленных нейтронов пропорционально влажности почвы. Гаммаскопический метод основан на поглощении гамма-лучей при прохождении их через почву. При одной и той же плотности поглощение гамма-лучей сухой почвой будет постоянной величиной, а все изменения ее будут зависеть от влажности почвы. Этот метод требует стационарной установки. Он позволяет определять влажность в определенном слое почвы в любое время и на разной глубине и может быть использован для автоматического устройства.

Общий запас воды на гектар в том или ином слое почвы определяют по формуле, приведенной на странице 76. Вычитая из общего запаса количество недоступной воды, исчисленное по влажности завыдания, получают количество доступной воды в мм водяного столба.

Скорость поступления воды в почву измеряется по ее водопроницаемости, то есть по количеству воды (в мм), поглощенной почвой

в единицу времени. Полевые методы определения водопроницаемости основаны на измерении скорости просачивания воды, находящейся под постоянным гидростатическим давлением (метод А. Г. Дояренко, В. М. Клычникова и др.). Определения проводятся на ограниченной площадке (1 м² и менее). По измерению уровня воды за определенный отрезок времени (1, 3, 5 минут) находят величину водопроницаемости. Для определения величины испарения воды незащищенной почвы и почвы без растений используют метод сосудов и лизиметров, метод водного баланса, метод теплового баланса и расчетные методы (по дефициту влажности воздуха и по радиационному балансу).

Метод лизиметров имеет в основе сообщающиеся сосуды, один из которых заполняется водой, а другой — почвой с произрастающими на ней растениями. Прибор устанавливают в поле так, чтобы поверхность почвы в ящике прибора была на уровне поверхности поля.

Так как установка обеспечивает непрерывную и неограниченную подачу воды в корнеобитаемый слой, величину суммарного испарения растениями и почвой можно приравнять к норме водопотребления подопытной культуры.

Используются и другие лизиметрические установки.

Метод водного баланса применим для ровной поверхности в условиях непромывного режима, когда отсутствует поверхностный сток и проникновение воды за пределы корнеобитаемого слоя. В этом случае водный баланс любого слоя почвы можно выразить формулой:

$$W_0 - W_t + S = E,$$

где W_0 — запас влаги на начало периода;

W_t — запас влаги на конец периода;

S — сумма осадков за период;

E — количество испарившейся воды. Из этого уравнения следует $E = (W_0 - W_t) + S$, то есть величина испарения равняется сумме осадков плюс разница в запасах влаги на начало и конец периода.

Метод теплового баланса основан на зависимости величины испарения от радиационного баланса, то есть от разности поглощенной почвой солнечной энергии и теплового излучения почвы. Эта зависимость может быть выражена формулой:

$$E = c \cdot Q_6 + a,$$

где E — величина испарения (мм/час);

Q_6 — радиационный баланс действительной поверхности (кал/см²);

a — приток тепла адвекцией;

c — коэффициент пропорциональности, зависящий от скорости притока влаги к испаряющей поверхности и фазы развития растений. Расчет величины испарения по дефициту влажности воздуха, то есть по количеству воды, недостающему до полного насыщения воздуха, производят по формуле Ольдекопа:

$$E_0 = 232d,$$

где E_0 — испаряемость;

d — средний месячный дефицит влажности воздуха (мм).

Вместо дефицита влажности можно использовать зависимость испаряемости от температуры и влажности воздуха, тогда

$$E_0 = 0,0018 (T + 0,25)^2 (1 - l) \text{ мм/мес.},$$

где T — средняя месячная температура воздуха;

l — средняя месячная относительная влажность воздуха.

Так как в условиях сухого климата пропорциональность между испарением и дефицитом влажности воздуха менее выражена, обе формулы можно применять для расчетов лишь при малых значениях дефицита влажности.

Расчет транспирации по величине испарения с водной поверхности производится по формуле Г. Л. Пенмана:

$$E_T = kE_0,$$

где E_T — величина транспирации;

E_0 — величина испарения с водной поверхности;

k — коэффициент пропорциональности.

Величина транспирации определяется по формуле:

$$E_T = 0,36 (P_n - P_\phi) \cdot \left(1 + \frac{v}{2}\right) \text{ мм/сутки},$$

где P_n — упругость пара, насыщающего воздух при средней температуре (мм ртутного столба);

P_ϕ — фактическая упругость водяного пара при средней температуре воздуха;

v — скорость ветра (м/сек).

Таблица 9

Испарение из дерново-подзолистой почвы под ячменем за период 1/VI — 25/IX 1955 г. (мм водяного столба)

Фазы развития ячменя	Время прохождения фазы	Испарение с водной поверхности	Испарение под ячменем		Относительное испарение	
			в поле	в лизиметре	в поле	в лизиметре
Посев — всходы	7—17/VI	30	20	30	0,67	1,0
Кущение	18/VI—6/VII	75,6	54	72	0,72	0,95
Трубкавание	7—23/VII	83,2	55,5	68,8	0,67	0,80
Колошение	24/VII—5/VIII	36,0	30	33,6	0,80	0,94
Цветение	6—25/VIII	60	46	54	0,77	0,90
Молочная — полная спелость	26/VIII—15/IX	44,0	26	40	0,59	0,91
За вегетационный период	7/VI—15/IX	329	231	298	0,7	0,91

По данным Б. Н. Мичурина, коэффициент пропорциональности (K) между транспирацией и испаряемостью для зерновых культур в фазах кущения, трубкования и цветения равен 0,8—0,9. В более ранние и поздние фазы он колеблется от 0,3 до 0,5.

В заключение приведем сравнение фактических величин испарения в поле и определенных лизиметрическим методом (табл. 9) под ячменем в совхозе «Детскосельский» Ленинградской области (Б. Н. Мичурин, 1955).

Как видно из таблицы, в фазе кущения и молочной спелости испарение в поле под ячменем в естественных условиях составило 0,6—0,7, а в лизиметре при неограниченном увлажнении — 0,9 от величины его пад водной поверхностью. В остальные фазы развития испарение в поле близко к величине его в лизиметре и к испаряемости.

В отмеченные две фазы растения испытывали недостаток влаги. Урожай ячменя при естественном увлажнении составил 12,9 ц, а при неограниченном 22,6 ц с гектара.

Глава IV

ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Почвенный воздух является фактором жизни сельскохозяйственных растений. В нем содержатся главнейшие элементы питания растений и биологической деятельности — кислород, углерод и азот. В нем могут присутствовать также NH_3 , P_2O_5 , SO_4 и другие элементы пищи. Следовательно, почвенный воздух является материальным источником питания растений; он разделяет эту функцию с жидкой и твердой частью почвы. Перечисленные элементы питания непрерывно участвуют в круговороте веществ, мигрируя по всем трем фазам почвы. От состояния воздушного режима почвы зависит характер и степень развития ее плодородия, физико-химических и биологических процессов. Почвенный воздух обеспечивает корни растений, микроорганизмы и другие обитающие в почве живые существа кислородом, азотом, углекислым газом, водяным паром, радиоактивностью и пр. С другой стороны, при дыхании корни растений и микроорганизмы выделяют большие количества угольной кислоты. Она вступает во взаимодействие с составными частями почвы или при газообмене переходит в надземный слой атмосферы, в котором находятся ассимилирующие органы растений. С повышением концентрации CO_2 у растений усиливается интенсивность фотосинтеза и накопление сухих веществ.

ПОЧВЕННЫЙ ВОЗДУХ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПОЧВЫ

Почвенный воздух нельзя рассматривать в отрыве от жидкой и твердой фазы почвы. Наиболее яркими фактами теснейшей связи газообразной, жидкой и твердой фаз почвы являются: 1) поглощение газов почвой; 2) миграция многих агрономических важных элементов по трем фазам и сложная динамика этой миграции; 3) участие

этих фаз в создании благоприятного строения пахотного слоя и надпочвенного воздуха, обогащенного CO_2 ; 4) ионизация почвенного воздуха и создание электрического поля в приземном слое.

Поглощение почвой воздуха было установлено экспериментальным путем на кафедре земледелия ТСХА, хотя предположения о его наличии некоторые ученые высказывали значительно раньше. Например, Пухнер и Эренберг объясняли факт длительного плавления на поверхности воды высушенной почвенной пыли и торфяного порошка поглощением воздуха поверхностью частичек этих веществ, хотя их удельный вес больше, чем удельный вес воды.

Опытами Ф. С. Соболева и М. В. Чапека было показано, что количество поглощенного воздуха почвой тесно связано с величиной удельной поверхности, дисперсностью, гигроскопичностью, емкостью поглощения, гумусностью и другими ее свойствами.

Таблица 10

Поглощение воздуха твердой фазой почвы

Вид почвы	На 100 г почвы поглощено воздуха (см ³)	Емкость поглощения, рассчитанная на Са (%)
Легкая супесь (Институт картофельного хозяйства)	2,26±0,12	0,046
Пылеватый суглинок (опытное поле (ТСХА)	4,93±0,15	0,173
Тяжелый суглинок (Кировская опытная станция)	6,99±0,08	0,247
Черноземоидный суглинок (Полтавское опытное поле)	9,03±0,20	0,443
Чернозем (Харьковская опытная станция)	14,40±0,01	0,769

Разные почвы поглощают неодинаковое количество газов (табл. 10). На гектар пахотного слоя легкой супеси приходится 6,9 м³ поглощенного воздуха, а харьковского чернозема — 43,2 м³.

Поглощение почвой газов, которое составляет от 0,3 до 1,0 объема газа на один объем почвы, может в 2—3 раза расширить воздушный баланс почвы. В сухих почвах при влажности ниже максимальной гигроскопичности содержится большое количество поглощенного воздуха. При быстром смачивании сухих комков почвы во время поливов или дождей воздух со значительной силой выходит наружу и разрушает почвенные комки.

Почвы обладают избирательной способностью к поглощению газов. От этого зависят различия в составе почвенного воздуха.

Особенно большое значение в жизни почвы и растений имеют процессы миграции и превращений CO_2 , которыми определяется направление и характер развития почвы, ее окультуривание. Все формы CO_2 в почве (поглощенная, растворенная, CO_2 бикарбонатов и карбонатов) и углекислота, выделяемая растениями, микроорганизмами

и другими живыми существами, находятся в легко меняющейся, но закономерно увязанной системе, на которую действует и парциальное давление газов, и разные биологические агенты, и ход процессов в почве. В последние годы установлена громадная роль почвенного воздуха как главного источника для синтеза растениями органического вещества. Фишер отмечал, что из всей потребленной растением CO_2 на атмосферную приходится только 10%, а остальные 90% на выделившуюся из почвы.

В работах И. П. Гречина, Н. Я. Поясова и других авторов экспериментально обосновано многостороннее значение кислорода почвенного воздуха в жизни почвы и культурных растений. В почву кислород поступает с осадками, будучи растворенным в дождевой воде, путем диффузии из приземного слоя атмосферы, а также по воздухоносным тканям растений. Значительная часть кислорода в почве находится в поглощенном ею состоянии. Поглощенный кислород имеет значение резервного фактора для поддержания оптимального состава почвенного воздуха.

Значение кислорода в почве многогранно. Он поглощается корнями растений при дыхании, используется микроорганизмами и активно участвует в химических реакциях окисления. Главными же потребителями кислорода являются растения и аэробные микроорганизмы. Поскольку жизнедеятельность этих двух агентов приурочена главным образом к пахотному гумусовому слою, то и поглощение им кислорода достигает наибольшей величины. Примерно около 80% кислорода находится в пахотном горизонте, а остальные 20% — в нижележащих. Как отмечает И. П. Гречин, за сутки килограмм почвы пахотного слоя может поглотить 9,1—36,6 мг кислорода. Заполняемые водой слои почвы особенно бедны кислородом, поэтому в них господствует анаэробнозис и восстановительные процессы, приводящие к образованию вредных для растений продуктов.

В газообразной части почвы, кроме кислорода и CO_2 , содержатся азот и водяные пары, которые также непрерывно участвуют в круговороте веществ, мигрируя по всем трем фазам почвы.

Газообразный азот воздуха в почве при участии почвенных и клубеньковых бактерий фиксируется в различные органические вещества от простых по составу белковых соединений до самых сложных конденсированных полимерных образований типа гумусовых веществ. При дальнейшей минерализации азотсодержащих органических продуктов образуются растворимые нитраты, нитриты и аммиак (жидкая фаза почвы), а при денитрификации азот превращается в газообразную форму. Положительное значение для земледелия имеет способность газообразного аммиака поглощаться почвами и прочно удерживаться от вымывания в подпахотные горизонты и грунтовые воды.

Роль водяного пара почвенного воздуха, взаимодействие его с твердой фазой почвы и процессы превращений рассмотрены выше в главе III о водном режиме почвы. Значение этой составной части почвенного воздуха не остается одинаковым в разных климати-

ческих зонах земледелия. Оно последовательно усиливается при переходе от зоны избыточного увлажнения к зоне неустойчивого и достигает наибольшего количественного выражения в зонах сухого земледелия, где конденсация водяного пара и образование жидкой фазы почвы составляет заметную долю в годовом балансе водного режима.

ПОТРЕБНОСТЬ КОРНЕЙ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ КУЛЬТУР В КИСЛОРОДЕ

Использование кислорода почвенного воздуха корневой системой возделываемых на полях растений еще окончательно не выявлено. Гречиха, горох, кукуруза и некоторые другие культуры удовлетворительно росли в вегетационных опытах и не снижали урожая на почве, лишенной кислорода. Выросшая на такой среде кукуруза имела более развитые воздухоносные полости и межклеточную проводящую систему в стеблях. Многие болотные растения вполне нормально развиваются в бескислородной среде благодаря хорошо развитой воздухопроводящей ткани (аэренхима), по которой кислород легко проникает в корни.

В противоречии с отмеченными опытами находятся результаты исследований и наблюдений других ученых, занимавшихся этим вопросом. Они отмечают, что кислород необходим для развития корней возделываемых культур. Количество потребного кислорода изменяется по фазам жизни растений в той же последовательности, в какой происходит рост корней. Митчерлих считал доказанным, что «корневой системе растений необходим кислород для процесса дыхания», но в то же время он относил воздух к тем факторам жизни растений, которые в почвах находятся в достатке, и потому его влияние на урожай трудно подметить. Однако на переувлажненных почвах растения погибают от недостатка воздуха, тогда как они могут жить и в водной культуре (гидропоника), если питательный раствор будет насыщен кислородом.

Кислород необходим для прорастания семян. Если в той среде, на которой прорастают семена, не поддерживается необходимая концентрация кислорода, семена не прорастают и гибнут. В опытах И. П. Гречина и других авторов при изучении прорастания семян в почве, в которой поддерживалось заданное количество кислорода, было установлено, что лучшей концентрацией кислорода оказалось для подзолистого слоя 15—20% состава газовой смеси; при концентрации 2,5 и 5,0% появление проростков кукурузы задерживалось, а всходов ячменя не было. В бескислородной среде или при минимальной концентрации (0,5%) кислорода семена не прорастали, а на седьмые сутки погибли.

Сложнее решать вопрос о количественной потребности полевых культур в кислороде в производственной обстановке. На кафедре земледелия ТСХА А. А. Кудрявцева в опытах со стерильными культурами гороха и кукурузы установила, что для создания 1 г сухого вещества гороху требовалось в день 1,20—1,56 мг, а кукурузе —

0,34—0,35 мг кислорода. В обычных (нестерильных) условиях потребность в кислороде увеличивалась в десятки раз, составляя 42—67 мг O_2 в день на 1 г сухого вещества. Некоторые ученые на основании вегетационных опытов пользовались в качестве ориентировочных придержек расчетами и для полевых условий. Однако проверка этих расчетов в поле не подтверждает их пригодности для производства. Нет оснований утверждать, что расход кислорода в вегетационных сосудах будет таким же и в полевых условиях.

ПОЧВЕННЫЙ ВОЗДУХ КАК ФАКТОР МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Большинство полезных бактерий в почве относится к группе аэробов. Кислород является для них необходимым и незаменимым фактором жизни. Группа нитрифицирующих бактерий (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter* и др.), окисляющая аммиак до азотистой и азотной кислоты, может развиваться только при непрерывном доступе кислорода. При этом возможно наибольшее образование в почве нитратов, если процесс нитрификации не будет ограничиваться недостатком тепла, влаги, органического вещества и др. Опытные учреждения в нашей стране и за рубежом установили прямую зависимость активности процесса нитрификации в полевых условиях от рыхлости почвы и, следовательно, от снабжения кислородом воздуха. На окультуренных, структурных и хорошо обработанных почвах жизнь бактерий полностью обеспечивается кислородом. Но если в пахотном слое не поддерживается оптимальная рыхлость и почва обработана плохо, как это часто бывает на распыленных, бесструктурных тяжелых суглинках, то жизнедеятельность нитрифицирующих бактерий снижается до минимума. При полном же отсутствии кислорода, когда господствует анаэробнозис, нитрифицирующие бактерии прекращают свою полезную деятельность и возделываемые культуры могут испытывать острый недостаток в азотной пище.

Для большой группы клубеньковых бактерий также необходим кислород. Накопление азота и рост клубеньков на корнях бобовых культур значительно ослабляется, если нет притока кислорода. В опытах Виртанена на корнях бобовых культур клубеньки не появлялись, если прекращался приток кислорода. На тяжелых почвах, склонных к образованию корки и значительному уплотнению, на корнях клевера появляются очень мелкие клубеньки. Вследствие этой причины фиксация молекулярного азота уменьшается и бобовые культуры очень слабо выполняют роль азотонакопителей.

Жизнедеятельность свободноживущих аэробных азотфиксаторов (азотобактер и др.) также тесно связана с кислородом в почвенном воздухе.

Кислород необходим и другим микроорганизмам, от деятельности которых зависит минерализация корневых и пожнивных остатков растений, накопление элементов минеральной пищи, образование гумусовых веществ в почве и др. При недостатке кислорода в почве

развиваются анаэробные процессы, образуются закисные соединения и токсические для растений вещества, создается низкий окислительно-восстановительный потенциал, ухудшаются физические свойства и снижается содержание доступных элементов питания растений. Все это в совокупности снижает плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур.

СОСТАВ ПОЧВЕННОГО И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Воздух постоянно меняет свой состав. Причинами изменчивости являются происходящие на Земле геологические и биологические процессы и деятельность человека. Почвенный и атмосферный воздух составляют равновесную динамическую систему, которая регулируется законами физики, химии и биологии. Поэтому такая система стремится сохранить устойчивое равновесие при данных термодинамических условиях. Однако почвенный воздух изменяет свой состав больше, чем атмосферный. Решающее значение в изменении состава почвенного воздуха принадлежит растениям и микроорганизмам. Как известно из физиологии растений, корни возделываемых растений выделяют углекислый газ в течение всей вегетации. При аэробном разложении отмерших корней, запаханной дернины, растительных остатков, органических удобрений, гумуса и других органических веществ их углерод выделяется в виде углекислого газа.

Одновременно с увеличением в почвенном воздухе CO_2 в нем также непрерывно уменьшается количество кислорода, который потребляется корнями растений и аэробными микробами и другими живыми существами в почве. Содержание кислорода в разных типах почвы может снижаться до 2—3%, а количество CO_2 достигать 10% и более (например, в торфянисто-дерновых и торфяно-дерново-глеевых почвах). На опытном поле ТСХА в пахотном слое среднеоккультуренных дерново-подзолистых почв в течение вегетационного периода наименьшее количество кислорода составляло 11,5%, а наибольшее содержание углекислого газа 3%.

Сухой атмосферный воздух содержит азота 78,23%, кислорода 20,81, углекислого газа 0,03, аргона 0,90 и остальных газов — водорода, гелия, хлора, метана и пр. — около 0,03%. Различия в составе атмосферного и почвенного воздуха служат показателем качества почвы и способов ее возделывания.

Состав почвенного воздуха сильно изменяется от характера угодий. На лугу кислорода меньше, чем на парах, а CO_2 и азота значительно больше. При паровой обработке почвы и внесении в нее навоза содержание кислорода в почве увеличивалось (табл. 11).

В результате рациональной подготовки почвы к посеву полевых культур разница в содержании кислорода между почвенным и атмосферным воздухом уменьшается.

Более резко изменяется количество CO_2 в почве. Лյондегорд для почв Швеции на основании 102 анализов обнаружил колебания в содержании CO_2 от 0,12 до 2,53%. Как показано в работах П. Ф. Ба-

ракова, количество углекислого газа резко изменялось в зависимости от культуры, которая возделывалась на данном поле. Наибольшее содержание этого газа обнаружено в почве под люпином. Другие авторы отмечают большое количество CO_2 под клевером, овсяницей, ежой сборной и другими многолетними травами. Еще в 1926 г. Ляу (Германия) было показано, что вблизи корней и особенно в ризосфере в почвенном воздухе было намного больше CO_2 , чем вдали от корней. Позднейшими наблюдениями это было подтверждено на многочисленных полевых культурах. Во всех случаях в почве, занятой растениями, было CO_2 значительно больше, чем на паровых полях.

Таблица 11

Содержание кислорода, CO_2 и азота в суглинистых почвах ТСХА

Характер участка	Крайние пределы содержания (%)		
	O_2	CO_2	N
Навозный пар	18,6—19,0	0,3—2,7	78,7—80,5
Безнавозный пар	16,8—19,2	0,5—2,6	79,4—80,4
Луг	11,5—16,3	1,6—2,1	82,0—86,6

Изменения в составе почвенного воздуха связаны с температурой, влажностью и аэрацией почвы. По наблюдениям И. П. Гречина (1965) в дерново-подзолистой почве при оптимальной влажности и аэрации с повышением температуры содержание углекислого газа в почвенном воздухе увеличивается, а кислорода уменьшается. При наибольшей температуре и при влажности завядания концентрация CO_2 была самой низкой, а кислорода наиболее высокой. По наблюдениям Лезера, в Индии при жаркой погоде количество CO_2 в почвенном воздухе составляло от 1 до 5%, а кислорода уменьшалось до 16—18%. В Средней Азии обнаружено значительное увеличение CO_2 в почвенном воздухе после поливов хлопчатника или выпадения осадков.

Исследования подтвердили, что в почвенном воздухе значительно больше CO_2 , чем в атмосфере. В результате жизнедеятельности растений, микроорганизмов и различных процессов в почве воздух в ней непрерывно обогащается CO_2 . В подпахотных слоях почвы при переувлажнении или образовании плотной корки на поверхности содержание CO_2 может достигать 5—7% при уменьшении количества кислорода до 10—15%.

Высокая концентрация CO_2 в почве токсична для корней растений. При такой концентрации семена не прорастают и снижается жизнедеятельность большинства аэробных микроорганизмов. Лишь некоторые луговые травы мирятся с повышенными концентрациями CO_2 в почве. Для большинства же культурных растений 1%-ная концентрация CO_2 токсична. При этом образование новых корней и их дальнейший рост останавливаются. Если бы в природе не существо-

вал постоянно действующий газообмен между атмосферой и почвой, то накопление CO_2 достигло бы такой концентрации, при которой жизнь растений стала бы невозможной. Только при урегулированном газообмене возделываемые культуры находят оптимальные условия для своего развития и хорошего урожая.

АГРОТЕХНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГАЗООБМЕНА МЕЖДУ ПОЧВОЙ И АТМОСФЕРОЙ

Расчеты П. И. Андрианова, Роммеля и других авторов показывают, что концентрация CO_2 в пахотном слое может увеличиваться в 2 раза в течение 1,5—2 часов и в 10 раз за 14 часов, если принять во внимание средний темп образования углекислоты всей совокупностью почвенных процессов. Поэтому для поддержания одинаковой концентрации CO_2 в пахотном слое глубиной 20 см потребовалось бы через каждый час полностью обновлять почвенный воздух. Наблюдаемое в полевых условиях более или менее ясно выраженное постоянство состава почвенного воздуха обусловлено хорошим газообменом между почвой и атмосферой. В опытах Люндегорда при повышении содержания CO_2 с 0,03 до 0,28% ассимиляция растениями увеличивалась в 3 раза. Количество CO_2 в воздухе около 1% является наиболее благоприятным для многих культур, тогда как для корней такая концентрация приносит значительный вред. Большое значение имеет повышенное содержание CO_2 при выращивании растений в закрытом грунте.

Громадные запасы углерода, достигающие более 600 миллиардов тонн, рассеяны в атмосфере. При концентрации CO_2 0,03% только при быстром притоке можно в полной мере удовлетворить столь большую потребность растений в этом газе.

По расчетам А. Г. Дояренко, при урожае зерна 40 ц и 160 ц всей растительной массы с гектара за вегетационный период 100 дней прирост за сутки составит 160 кг с гектара, или 16 г с 1 м². При содержании в сухой растительной массе около 50% углерода это будет отвечать приблизительно 6 г углерода или 30 г CO_2 , который (при концентрации 0,03%) содержится в 30 м³ воздуха. Таким образом, за 10 часов дневного прироста растение потребит весь углекислый газ из слоя воздуха толщиной 30 м.

Даже при быстром передвижении CO_2 в атмосфере к месту ее потребления культурами может ощущаться недостаток этого газа. Поэтому в данном случае большое значение имеет углекислый газ, выделяющийся из почвы. Динамика же его образования и выделения из почвы легко поддается управлению агротехническими приемами. Особенно важную роль играют органические удобрения, которые улучшают корневое и листовое (воздушное) питание растений.

В вегетационных опытах, проведенных И. Самойловым по методу изолированного питания культур, были получены прибавки урожая картофеля с 19 до 40% при использовании навоза в дозе 18 и 72 т на гектар только как источника CO_2 при закладке его во внешние

сосуды, куда не проникали корни картофеля. Многие исследователи (З. И. Журбицкий и др.), удобряя культурные растения CO_2 , получали высокие прибавки урожая.

В полевых условиях количество выделяемого углекислого газа непостоянно. Во-первых, это зависит от деятельности микроорганизмов, обеспеченности их органическим веществом, фосфором, кальцием и другими веществами, а также благоприятными тепловыми, водными и воздушными условиями жизнедеятельности; во-вторых, от вида возделываемых культур и качества обработки; в-третьих, от интенсивности газообмена между почвой и атмосферой. Средняя по плодородию почва за час выделяет около 4—6 кг CO_2 с гектара, а гектар овса потребляет за это время до 10—12 кг углекислого газа. На почвах окультуренных выделение CO_2 за час достигает 10 кг и больше. Применение органических удобрений во всех случаях повышает выделение CO_2 из почвы в приземный слой воздуха.

Сейчас придается большое агротехническое значение радиоактивности воздуха ее положительному влиянию на растения. В почвенном воздухе радиоактивность всегда выше, чем в надпочвенном. В более глубоких горизонтах почвы она еще выше, чем в пахотных слоях. Хороший газообмен способствует выделению почвенного воздуха с повышенной радиоактивностью и тем самым увеличивает ее концентрацию в приземных воздушных слоях.

Итак, почвенный газообмен имеет разностороннее агротехническое значение. Хороший газообмен обеспечивает свободное поступление в пахотный слой кислорода, столь необходимого для жизнедеятельности полезных микроорганизмов. В то же время благодаря беспрепятственному газообмену заметно улучшаются условия воздушного питания полевых культур. Углекислый газ, находясь в почвенном воздухе в высоких концентрациях, вредит аэробным бактериям и растениям, а поступая в приземный слой атмосферы, оказывает благоприятное влияние на фотосинтетическую деятельность растений и, следовательно, на повышение урожая сельскохозяйственных культур.

ФАКТОРЫ ГАЗООБМЕНА И ДИНАМИКА ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА

Главными факторами газообмена в почве являются те природные процессы, при которых почвенный воздух выделяется из почвы, а атмосферный входит в нее. К числу таких факторов относятся как постоянно действующие, так и действующие с перерывами, спорадически. Первую группу факторов составляют колебание температуры, изменение барометрического давления атмосферы и диффузия газов, ко второй группе факторов газообмена относятся промывание почвы водой, поступающей в виде осадков или при поливах, выдувание почвенного воздуха ветром и оседание почвы.

На интенсивность газообмена оказывает значительное влияние изменение температуры почвы. Обладая низкой теплоемкостью, почвенный воздух принимает ту же температуру, что и окружающая его твердая фаза почвы. При нагревании почвы днем объем почвенного

воздуха увеличивается и часть его выйдет наружу. Ночью же при отдаче почвой тепла через лучеиспускание температура понизится и произойдет сжатие почвенного воздуха. В силу этого часть освободившихся промежутков почвы заполнится свежим атмосферным воздухом. Такой суточный ритм в свое время был условно назван «дыханием почвы». Масштаб этого процесса, повторяющегося каждые сутки, определяется амплитудой колебаний температуры и коэффициентом расширения газов. При средних амплитудах колебания в 10° суточный газообмен (при условии беспрепятственного движения воздуха в почве) составит 12% объема, занятого почвенным воздухом, и, следовательно, за 8 дней произойдет полный газообмен. Такой масштаб газообмена находится близко к экспериментальным наблюдениям на хорошо обработанных участках опытного поля ТСХА. На этом основании А. Г. Дояренко и другие считали этот фактор газообмена ведущим и постоянно действующим во всех зонах.

Роль процесса диффузии газов в почве оценивается учеными по-разному. А. Н. Ключетов, Н. С. Соколов и другие этому фактору придают первостепенное значение в процессе газообмена почва — воздух. С другой стороны, П. И. Андрианов, А. Г. Дояренко и другие, опираясь на теоретические расчеты и лабораторные опыты по диффузии газов в почве, даже с применением больших различий в парциальном давлении газовых смесей, считают, что процесс диффузии имеет ничтожно малый масштаб. Однако, независимо от количественного выражения, действие этого фактора газообмена является таким же постоянным на всех почвах, как и влияние колебаний температуры.

Постоянные изменения атмосферного давления — важный фактор газообмена. Из метеорологии известно, что атмосферное барометрическое давление точно повторяет ту же закономерность в почве до значительной глубины. При уменьшении барометрического давления почвенный воздух выходит наружу и, наоборот, когда давление повышается, он поступает в почву. В. Р. Вильямс этому фактору в почвенном газообмене придавал большое значение.

В годовом цикле газообмена действие других факторов (воды во время дождей и орошения, выдувания в ветреную погоду, оседание вспушенной почвы) имеет прерывистый, случайный характер. При выпадении сильных дождей, при сходе талых вод и во время поливов почва подвергается усиленной вентиляции. Дождевая вода обычно содержит больше кислорода и меньше углекислого газа, чем почвенная влага или раствор. При поступлении дождевой воды в почву избыток растворенного в ней кислорода, подчиняясь законам парциального давления газов, будет выделяться в почвенный воздух и улучшать его состав. Одновременно эта же поступившая в почву вода (по тем же законам) будет насыщаться углекислым газом, образуя слабый раствор угольной кислоты, который дальше развивает кислотность почвы, ее разрушение и, следовательно, ухудшение воздушного режима. Однако в годовом газообмене масштаб изменений под влиянием осадков не имеет большого, а тем более решающего значе-

ния. По-видимому, ветер в газообмене играет еще меньшую роль, чем вода; лишь при сильном ветре на неровной поверхности или на полях без дернины или травостоя, может быть, происходит значительный газообмен в почве. Так же слабо влияет на газообмен оседание почвы после ее обработки. При оседании почвы непрерывно уменьшается ее скважность, свободное пространство для размещения воздуха все время уменьшается, а если на поверхности образуется корка, то беспрепятственное движение воздуха будет нарушено.

Факторы газообмена зависят от свойства почвы пропускать через себя воздух; воздухопроницаемость, как и водопроницаемость, зависит от механического состава почвы, ее структуры, строения пахотного слоя и других свойств. На бесструктурных тяжелых глинистых подзолах или солонцах газообмен совершается очень медленно. При этом в почвенном воздухе наблюдается высокая концентрация CO_2 и преобладают восстановительные процессы. На структурных почвах при хорошем строении пахотного слоя воздухопроницаемость выражена наиболее благоприятно и обеспечивает быстрый газообмен. В уплотненных почвах с тонкими капиллярными промежутками воздух и вода являются антагонистами. Вода, заполняя поры почвы, вытесняет из нее воздух, и, наоборот, при высыхании поры занимает свежий воздух. Отрицательная роль антагонизма воздуха и воды устраняется только при создании благоприятного строения пахотного слоя. При мелкокомковатом строении пахотного слоя создается наилучший воздушный режим и одновременно достаточный запас влаги. На тщательно обработанных полях, где создано благоприятное строение пахотного слоя, резко улучшается воздушный режим, а в связи с этим повышается биологическая активность почвы, происходит накопление нитратов и энергичное выделение CO_2 в приземный слой к растениям. Однако, если структура почвы непрочна, хорошее строение пашни, созданное обработкой, после первого же дождя будет нарушено, почва уплотнится и газообмен резко ухудшится.

Таким образом, рациональное строение пахотного слоя обеспечивает возделываемые культуры одновременно воздухом и водой и создает благоприятный газообмен между почвой и атмосферой.

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО РЕЖИМА

Правильное регулирование воздушного режима необходимо во всех зонах и на всех почвах, но особое значение оно имеет для северной части нечерноземной зоны, увлажненных районов Дальнего Востока, Белоруссии, Эстонии, Литвы и Латвии. В районах орошаемого земледелия (Средняя Азия, Поволжье, Северный Кавказ, юг Украины, Молдавия), где почвы легко заплывают и уплотняются после полива, регулирование воздушного режима имеет важнейшее значение. На всех видах засоленных почв, сильно уплотняющихся и образующих корку, надо постоянно следить за состоянием воздушного режима и регулировать его. Возделываемые растения относятся к воздушному режиму также различно. Для пропашных, бобовых и

овощных культур необходимо постоянное наличие в почвенном воздухе значительных количеств кислорода и малого содержания CO_2 . Но они резко повышают фотосинтез, если в воздухе над почвой много CO_2 . Вот почему эти культуры хорошо отзываются на мероприятия по регулированию воздушного режима.

Приемы агротехники, направленные на создание окультуренного, мелкокомковатого пахотного слоя с благоприятным строением, способствуют улучшению воздушного режима. К таким приемам относятся прежде всего высокого качества обработка почвы с углублением пахотного слоя там, где для этого имеются условия. Большое значение в регулировании воздушного режима принадлежит мероприятиям по созданию мелкокомковатой и прочной структуры почвы, изложенным во второй главе.

При необходимости улучшения воздушного режима в верхнем слое пашни во время появления корки или на некоторой глубине при глубоком заплывании и оседании распыленной почвы применяется поверхностное или глубокое рыхление культиваторами и другими рыхлящими орудиями.

На временно избыточно увлажненных или заболоченных почвах, где плохой газообмен обусловлен плотностью и непроницаемостью подпахотных горизонтов, для регулирования воздушного и водного режимов применяются различные дренажные устройства. В настоящее время широкое распространение имеет наиболее эффективная система дренажа с пористыми гончарными трубами. Такие трубы укладывают на глубину, где почва не замерзает. Такая дренажная сеть хорошо отводит с поля избыточную воду и тем самым улучшает воздушный режим почвы. В Литве, Латвии и Эстонии гончарный дренаж используется широко. В Англии, Голландии, Чехословакии и других странах уделяется большое внимание применению такого дренажа на тяжелых глинистых почвах.

Другие виды дренажа при помощи канав, закладки пористых материалов для отвода воды, кротовый дренаж менее эффективны.

На орошаемых участках в Молдавии и на юге Украины, где почвы подвергаются сильному заплыванию, для улучшения водно-воздушного режима испытывается щелевание почвы.

В северных районах нашей страны и на Дальнем Востоке применяют гребневые и грядковые способы обработки почвы и посева, которые создают хорошую аэрацию почвы и лучшие тепловые условия для возделываемых растений.

Глава V

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

РОЛЬ ТЕПЛА В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЫ

Для роста и развития растений необходимы определенные тепловые условия. Интенсивность важнейших физиологических процессов — фотосинтеза, дыхания, транспирации — зависит от темпера-

туры растения и окружающего воздуха. Повышение температуры до определенной величины (оптимума) способствует активизации указанных выше процессов, при дальнейшем увеличении этого фактора нормальная жизнедеятельность растений нарушается: синтез ослабляется, дыхание усиливается, неустойчивые соединения распадаются, а если температура еще больше повышается, происходят необратимые нарушения обмена веществ, приводящие растения к гибели.

Для каждого вида растений характерны определенные отношения к температуре в различные фазы их развития. Наилучшие условия создаются при оптимальной температуре, когда скорость биохимических реакций достигает наибольшей величины. Начинаются эти реакции при более низких (минимальных) температурах, а при максимальных скорость реакции снижается и жизнедеятельность прекращается. Эти критические температурные точки могут несколько смещаться в ту и другую сторону, если соотношения других факторов жизни растений изменяются (свет, вода, питательные вещества, воздух).

Скорость начальных фаз развития растений (прорастание) зависит от температуры почвы, так как в это время проростки находятся в земле. В последующие фазы температура оказывает большое влияние на развитие корней, подающих в растение питательные вещества и воду.

Наиболее благоприятная температура почвы для развития корневой системы точно не установлена. Но опыты, проведенные П. С. Коссовичем и другими авторами с некоторыми культурами, показали, что относительно пониженные температуры почвы способствуют увеличению доли корней в общем количестве синтезированного растением органического вещества. Так, если овес выращивался при температуре 6—8°, вес его корней составлял 21% общего веса растения, а при 12—17° — 14%.

Температура оказывает непосредственное влияние на формирование тех органов растений, ради которых они возделываются, например клубней у картофеля, корней у корнеплодов, луковицы — у лука.

Еще в прошлом столетии Габерландом (1874) были установлены критические температуры для большей части орошаемых культур, в 50-е годы текущего столетия В. Н. Степанов в Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева внес в эти данные значительные поправки. Минимальные и оптимальные температуры в период прорастания семян и появления всходов у различных групп растений оказались далеко не одинаковыми (табл. 12).

Знание отношения растений к теплу позволяет правильно районировать растениеводческие отрасли на территории страны, лучше размещать сельскохозяйственные культуры по площадям в хозяйстве, правильно устанавливать сроки посева их, своевременно принимать меры к улучшению тепловых условий жизни растений, если имеются опасные отклонения от критических температур.

Минимальные и оптимальные температуры почвы для прорастания
семян и появления всходов

Культуры	Прорастание семян		Появление всходов	
	мини- мальная	опти- мальная	мини- мальная	опти- мальная
Конопля, горчица, клевер, люцерна	0—1	—	2—3	—
Рожь, пшеница, ячмень, овес, рапс, тимофеевка, вика, горох, чечевица, чина	1—2	25—30	4—5	6—12
Лен, гречиха, люпин, нут, бобы, свекла	3—4	25—30	6—7	—
Подсолнечник, картофель	5—6	31—37	8—9	—
Кукуруза, просо, могар, суданская трава, соя, кориандр	8—10	37—45	10—11	15—18
Фасоль, сорго, клецвина	10—12	—	12—13	—
Хлопчатник, арахис, кунжут, рис	12—14	37—45	14—15	18—22

Не меньшее значение имеют тепловые условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, с которыми связаны процессы образования доступных растениям форм питательных веществ, связывание атмосферного азота клубеньковыми и свободноживущими бактериями, а также жизнедеятельность бактерий и грибов, вызывающих болезни растений. Микроорганизмы, так же как и растения, имеют минимальные, оптимальные и максимальные температуры, которые в основном совпадают с их значениями для культурных растений. Большая часть почвенных микроорганизмов развивается лучше всего при температуре от 10 до 40°. Некоторые из них могут размножаться даже при 0°. Верхний предел температуры, при которой могут развиваться термофильные бактерии, находится около 65—70°. Различное отношение к теплу растений и почвенных микроорганизмов вызывает ранней весной у озимых культур азотное голодание как результат слабой жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий.

Кроме прямого действия на жизнедеятельность растений и микроорганизмов, температурный режим почвы оказывает разнообразное влияние, воздействуя на водно-воздушный и питательный режимы.

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС ПОЧВЫ

Основным источником тепла в почве является солнечная радиация. По сравнению с нею остальные источники дают ничтожную величину энергии. Однако не вся лучистая энергия достигает поверхности почвы и аккумулируется в ней. Разность между поступающей к поверхности почвы энергией и суммой отраженной радиации (альбедо) и земного лучеиспускания дает количество действительной тепловой энергии, называемое *радиационным балансом*, величина которого может быть выражена формулой:

$$Q_6 = Q_p + Q_d - Q_{отр} - Q_{изл},$$

где Q_6 — радиационный баланс;
 Q_p — сумма солнечной радиации, поступающей к поверхности почвы;
 Q_d — излучение атмосферы;
 $Q_{отр}$ — радиация, отраженная землей;
 $Q_{изл}$ — излучение поверхности почвы.

Кроме энергии солнечной радиации, аккумулированной почвой (радиационный баланс), тепло может поступать в пахотный горизонт из нижележащих слоев в результате теплообмена (Q_n), а также при разложении органического вещества ($Q_{орг}$) в результате выделения скрытой теплоты парообразования во время конденсации водяных паров ($Q_{конд}$) и при распаде радиоактивных веществ ($Q_{рад}$).

Таким образом, приходная часть баланса может быть выражена следующими величинами.

$$\text{Приход} = Q_p + Q_d + Q_n + Q_{орг} + Q_{конд} + Q_{рад}.$$

Кроме отражения коротких волн и земного лученспускания, часть тепла передается из верхнего пахотного слоя в глубже лежащие слои ($Q_{глуб}$). Значительное количество тепла расходуется на испарение ($Q_{исп}$), на нагревание прилегающих слоев атмосферного воздуха, на турбулентное перемешивание и перенос тепла ($Q_{турб}$).

Следовательно, расход тепла состоит из следующих величин.

$$\text{Расход} = Q_{отр} + Q_{изл} + Q_{глуб} + Q_{исп} + Q_{турб}.$$

Разница между приходом и расходом за тот или иной период покажет тепловой баланс на данный момент.

Величина приходных и расходных статей баланса подвержена частым изменениям в течение суток и по сезонам года. Так, в ночные часы из приходной части выпадает солнечная радиация (Q_p), а из расходной отражаемая радиация ($Q_{отр}$). Поэтому летним днем тепловой баланс положительный, а ночью — отрицательный. Летом тепло поступает с поверхности в глубину почвы, а зимой — наоборот.

По тепловому балансу можно вычислять количество тепла, пошедшее на испарение, и определить количество воды, испарившейся из почвы без растительности или из почвы, занятой посевом растений.

Учет прихода и расхода тепловой энергии в почве позволяет выяснить влияние различных агротехнических мероприятий на температурный режим почвы, давать прогнозы его на будущий период, предсказывать возможное наступление неблагоприятных для растений тепловых условий.

СУТОЧНЫЕ И ГОДОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ

Тепловой режим почвы имеет суточную и годовую ритмичность. Наибольшие колебания температуры в течение суток и за год происходят в верхнем слое почвы. Суточные изменения температуры весной и летом распространяются на глубину 70—100 см, но ампли-

туда колебаний сильно уменьшается на глубине более 20 см. В почвах с высокой теплоемкостью и низким коэффициентом теплопроводности, например в торфяниках, суточные колебания не обнаруживаются на глубине 20—25 см. Амплитуда колебаний температуры уменьшается, если на почве имеется растительность или снег. Годовые колебания температуры почвы достигают более глубоких слоев (до 30 м). В южных широтах годовые колебания не ощущаются на глубине 5 м, где устанавливается постоянная температура, а в резко континентальном климате колебания распространяются на глубину до 30 м.

Значительное влияние на произрастание зимующих растений и на водный режим почвы оказывает промерзание и оттаивание почвы. Глубина промерзания зависит не только от продолжительности и температуры зимнего периода, но и от толщины снежного покрова. В малоснежных степных и лесостепных районах Заволжья и Северного Казахстана почва промерзает на глубину до 100 см, в средней полосе европейской части СССР — на 30—70 см, а на юге — на 10—20 см.

Глубокое промерзание почвы ухудшает перезимовку растений и тепловые условия в ранний период роста и развития, а также затрудняет проникновение в почву талых вод.

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Величина и скорость поступления в почву тепла и его расхода в значительной степени зависят от свойств почвы, ее лучепоглотительной и отражательной способности, теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности. Эти свойства имеют определенные количественные выражения.

Отражательная способность почвы (альbedo) измеряется отношением количества отраженной коротковолновой энергии (выраженное в процентах) к общему притоку лучистой энергии на поверхность почвы. Эта величина зависит от формы и цвета поверхности, влажности почвы, растительного и снежного покрова. Гладкая и сухая поверхность отражает больше лучей, чем неровная и влажная. Так, альbedo сухого чернозема равно 14%, влажного — 9, зеленой травы — 20—23, овса, вики, гороха — 20%. Наибольшей отражательной способностью обладает снег.

Лучепоглотительная способность определяется по разнице между суммой радиации и альbedo. Так как суммарная радиация принята за 100%, то доля поглощенной радиации равна $100 - A\%$, где A — альbedo.

Относительно больше поглощают тепла почвы темноцветные с неровной поверхностью южной экспозиции и без растительности.

Теплоемкость почвы — количество тепла, необходимое для нагревания на $1^\circ 1 \text{ см}^3$ (объемная) или 1 г почвы (весовая).

Объемная теплоемкость (C) может быть выражена произведением удельной теплоемкости (c) на объемный вес почвы (p): $C = cp$. Она

зависит от теплоемкости твердой фазы почвы и от соотношения объемов, занимаемых твердой, жидкой и газообразной фазами. Наибольшей теплоемкостью обладает вода, наименьшей — воздух. Промежуточное положение занимает твердая фаза. Если теплоемкость воды принять за 100, то весовая теплоемкость песка составит 19,6, глины 23,3, торфа 47,7. Так как удельный вес твердой фазы изменяется в обратном направлении, то есть при переходе от песка к торфу уменьшается, то объемная теплоемкость твердой фазы разных почв не имеет существенных различий. Наименьшую теплоемкость имеет воздух — 0,03, что в 3300 раз меньше теплоемкости воды.

Различиями в теплоемкости фаз почвы объясняется известный в земледелии факт медленного прогревания тяжелых сырых почв, называемых поэтому холодными, и лучшего прогревания легких по механическому составу относительно сухих (теплых) почв. Изменяя строение пахотного слоя, можно уменьшать или увеличивать объемную теплоемкость почвы.

Теплопроводность почвы измеряется коэффициентом теплопроводности (λ), то есть количеством тепла в малых калориях, протекающего в одну секунду через площадь в 1 см^2 и через слой толщиной в 1 см при разнице температур на обеих сторонах слоя 1° . Теплопроводность зависит также от соотношения физических фаз почвы.

Наименьшую теплопроводность имеет воздух ($\lambda = 0,00005$). Теплопроводность воды в 28, а твердой фазы в 80 раз больше, чем воздуха. Поэтому с увеличением пористости и аэрации теплопроводность уменьшается. Теплопроводность сухого суглинка в 6,5 раза меньше по сравнению с той же почвой, насыщенной водой.

Температуропроводность почвы — производная величина, прямо пропорциональная теплопроводности и обратно пропорциональная теплоемкости:

$$K = \frac{\lambda}{C},$$

где K — коэффициент температуропроводности;
 C — объемная теплоемкость почвы.

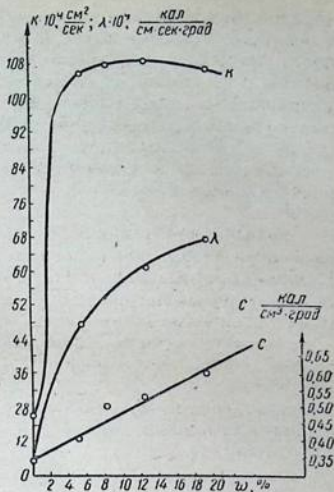


Рис. 27. Зависимость тепловых свойств песка от его влажности:

C — теплоемкость; λ — теплопроводность;
 K — температуропроводность.

Таким образом, теплопроводность характеризует скорость изменения температуры при наличии градиента температур.

Величина коэффициента температуропроводности имеет важное агрономическое значение, поскольку она показывает скорость прогревания и охлаждения почвы. Для жизнедеятельности растений важно не столько количество тепла, аккумулированное почвой, сколько его напряжение, то есть температура. С увеличением влажности почвы ее теплоемкость и теплопроводность возрастает; температуропроводность сначала резко повышается, а затем становится более или менее постоянной (рис. 27).

Несмотря на малую теплопроводность, температуропроводность воздуха во много раз больше, чем воды, так как теплоемкость воздуха ничтожна. Приемы, направленные на увеличение теплопроводности и уменьшение теплоемкости, вызывают повышение температуропроводности. Почвы с более плотным строением и небольшим содержанием влаги имеют высокую температуропроводность.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛА НА ВОДНО-ВОЗДУШНЫЙ И ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМЫ

Тепловой режим почвы взаимосвязан с водным, воздушным и питательным режимами. Эти связи весьма многосторонни. Повышение температуры почвы изменяет ряд свойств воды, например вязкость и поверхностное натяжение, в результате чего увеличивается подвижность воды. Усиливается также передвижение паровой влаги в связи с изменением упругости паров при повышении температуры. При резком понижении температуры ночью происходит конденсация водяных паров на поверхности почвы или на границе рыхлого и плотного ее слоев.

Колебания температуры оказывают существенное влияние на состав почвенного воздуха и газообмен.

Понижение температуры почвенной влаги вызывает повышенную растворимость газов, в частности углекислоты и кислорода, повышение же снижает ее.

Нагревание воздуха в почве усиливает диффузию газов, вызывает конвекционные токи, нагретый воздух выходит наружу, а свободные поры занимает атмосферный воздух. Следовательно, температурные колебания являются фактором газообмена между почвой и атмосферой. Резкая смена температуры значительно изменяет физико-химические свойства почвы. Высушивание почвы сопровождается коагуляцией почвенных коллоидов и понижением дисперсности, увеличением растворимости органических веществ, возрастанием содержания в водной вытяжке растворимых соединений азота и фосфора.

При пониженных температурах корни растения меньше усваивают азота, фосфора и кальция.

Промораживание почвы также вызывает значительные изменения ее физико-химических свойств. Образующиеся в почве кристаллы льда разрывают и расширяют поры, вследствие чего почва становится менее связной и легко крошится при обработке. При расширении

объема пор промороженная почва после оттаивания приобретает повышенную проницаемость для воды и воздуха. Однако промораживание может оказать и неблагоприятное воздействие на почву, например вызвать временное понижение водопроницаемости или выпирание перезимовавших растений, если поверхностный слой почвы во время замерзания был насыщен водой.

Повышение активности микроорганизмов в благоприятных тепловых условиях способствует ускоренному разложению органического вещества и образованию доступных для растений форм питательных веществ.

ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА

В северных районах нашей страны задача регулирования теплового режима почвы и приземного слоя воздуха сводится к увеличению притока тепла в почву и сохранению его в ней. Важной задачей почти во всех районах, особенно в субтропиках Среднеазиатских и Закавказских республик, является предупреждение заморозков. В южных и юго-восточных районах наряду с этими задачами нередко возникает необходимость ослабить вредное влияние перегрева почвы и растений, вызывающего бесполезный расход большого количества влаги.

Приемы регулирования теплового режима можно условно разделить на три группы: 1) лучшее использование основных и дополнительных источников тепла; 2) сохранение и уменьшение расхода почвой тепла; 3) устранение перегрева почвы.

Для более полного использования солнечной радиации применяют гребневые и грядовые способы возделывания сельскохозяйственных культур. Гребни и гряды лучше прогреваются, легче освобождаются от излишней воды. Разница в температуре почвы с гребнистой и ровной поверхностью достигает на глубине 5 см 5° , на глубине 10 см — $2,5^{\circ}$ (рис. 28). Хотя в ночное время гребни и гряды отдают больше тепла, чем ровная поверхность, все же тепловой баланс складывается благоприятнее.

Поступление тепловой энергии солнца может быть увеличено обработкой почвы и регулированием водно-воздушного режима. Вспаханная почва аккумулирует больше тепла, чем необработанная. Поэтому паровая обработка в северных районах служит важным приемом улучшения теплового режима.

В овощеводстве, а также при выращивании ценных технических культур для увеличения прихода тепла в почву применяют мульчирование почвы темной бумагой, перегноем или торфом. В опытах Н. И. Ма-

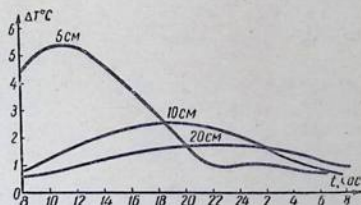


Рис. 28. Разность температур почвы с гребневой и ровной поверхностью на глубине 5, 10 и 20 см.

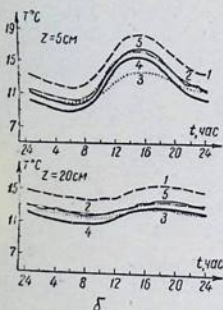
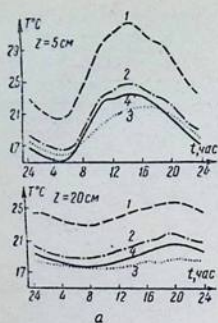


Рис. 29. Суточные колебания температуры почвы на глубине 5 см и 20 см:

а — в ясную погоду и б — в пасмурную погоду; 1 — почва покрыта ацетилцеллюлозной пленкой; 2 — черной бумагой; 3 — белой бумагой; 4 — не покрыта (контроль); 5 — покрыта битумом.

грева почвы через систему для орошения.

В защищенном грунте для обогрева применяют также электричество, пар и различные виды биотоплива.

Для уменьшения расхода тепла из почвы проводят снегозадержание. Благодаря низкой теплопроводности снежный покров хорошо сохраняет в почве тепло и защищает ее от охлаждения. Температура почвы изменяется в зависимости от толщины снежного покрова. Так, по наблюдениям в Омске, температура на поверхности почвы

каревского в Ленинградской области ацетилцеллюлозная пленка в ясные дни повышала максимальную температуру почвы на глубине 5 см на 10° и на глубине 20 см до 6° (рис. 29).

В районах с коротким теплым периодом и недостатком солнечной радиации пользуются дополнительными средствами обогрева почвы. Таким средством может служить внесение больших количеств органических удобрений. При полном разложении 1 т навоза освобождается до 3—4 млн. больших калорий тепла. Закладка таких количеств навоза в парники и гряды является распространенным в овощеводстве средством обогрева почвы.

Повышенные дозы внесения органических удобрений в северных районах используются также при возделывании картофеля и ряда других растений полевой культуры.

В орошаемом земледелии в качестве дополнительного источника тепла используют поливную воду, имеющую более высокую температуру, чем почва. При разнице температур в 1° и норме полива 1000 м^3 на гектар в почву перейдет 1 млн. больших калорий тепла. Этот прием может быть полезен при осенних поливах хлопчатника, а также при влагозарядковых поливах.

В хозяйствах, расположенных вблизи промышленных предприятий или около природного источника термальных вод, значительным источником тепла могут быть сточные воды, имеющие обычно более высокую температуру, чем почва. Горячая вода используется для обогрева труб, а воды с пониженной температу-

под слоем снега в 50 см повысилась на 5° по сравнению с почвой, находящейся под слоем снега в 20 см (табл. 13).

Таблица 13

Температура поверхности почвы под покровом снега (в 13 часов)

Время года	Толщина снежного покрова (см)			Температура поверхности снега
	20	40	60	
Январь	-11,1	-8,5	-6,3	-2,6
Февраль	-9,2	-5,2	-4,2	-18,7

Как видно из графика (рис. 30), температура поверхности почвы под снегом характеризуется минимальной амплитудой колебаний.

Снежный покров имеет особенно важное значение для перезимовки озимых культур, многолетних трав, плодовых и ягодных насаждений. Озимые культуры благополучно перезимовывают при неглубоком промерзании почвы и при температуре на ее поверхности не ниже -10° и не выше -5° . Такие условия создаются при высоте снежного покрова в европейской части СССР от 20 см (на юге) до 70 (на севере), а в Сибири от 40 до 100 см.

В ночное время ранней весной, летом и осенью почва вследствие большой потери тепла переохлаждается и всходы посевов могут пострадать. Для уменьшения потерь тепла в эти периоды применяют мульчирование — сплошное или частичное покрытие почвы задерживающими тепловые лучи материалами. Одновременно эти материалы уменьшают испарение влаги.

При сильном лучеиспускании в ясную погоду почва на ночь настолько переохлаждается, что на ее поверхности могут быть заморозки. Специальными мерами по предупреждению заморозков служат дымовые завесы, создаваемые авиацией или другими способами. Дым, пыль, водяные пары в приземном слое воздуха предохраняют почву от лучеиспускания и переохлаждения.

Для предупреждения перегрева почвы применяют различные приемы затенения почвы и посевов, а также мульчирование белыми материалами, усиливающими отражение солнечной радиации. Поливы посевов, особенно дождевание, способствуют охлаждению почвы и увеличивает потери тепла на испарение.

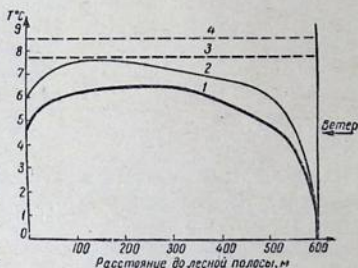


Рис. 30. Изменение температуры воздуха:

1 — между лесными полосами на высоте 1 м; 2 — там же, на высоте 2 м; 3 — в открытой степи на высоте 1 м; 4 — там же, на высоте 2 м.

Важное комплексное воздействие на тепловой режим оказывают защитные лесонасаждения, создавая микроклимат, уменьшая суточную и годовую амплитуду колебания температуры, приземного слоя воздуха и почвы. Между лесными полосами, особенно в приопушечной зоне, температура приземного слоя воздуха несколько ниже, чем в открытой степи (рис. 30).

Всестороннее положительное влияние на тепловой режим оказывают мероприятия по улучшению физических свойств почвы (структуры, строения). Структурные почвы хорошего строения обладают наиболее благоприятными тепловыми свойствами, сравнительно мало испаряют воды, хорошо прогреваются и сохраняют тепло в глубоких слоях.

Тепловой режим изменяется в связи с орошением, осушением земель и другими мелиорациями.

Глава VI

ПОЧВЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПИЩИ РАСТЕНИЙ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ИХ ДИНАМИКИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ПИТАНИЕ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Способы регулирования химических условий плодородия почвы и методы химического воздействия на урожай и его качество в связи с применением удобрений детально изучаются в курсе агрохимии. Однако в курсе земледелия нельзя не останавливаться на вопросах пищевого режима, поскольку обработка почвы и севооборот оказывают большое влияние на физико-механические свойства, микробиологическую деятельность и динамику почвенных элементов пищи растений. С другой стороны, потребность растений в элементах пищи при ограниченных ресурсах удобрений и низких в среднем на гектар пашни дозах азота, фосфора и калия удовлетворяется главным образом из природных почвенных фондов. Вынос урожаями азота, фосфора и калия из запасов почвы в ряде стран во много раз превосходит количество этих элементов, которые вносятся с удобрениями. На целинных землях или в глубинных районах других зон, куда доставка удобрений затруднена, питание полевых культур происходит только теми элементами пищи, которые могут быть переведены из потенциальных запасов в доступные формы приемами агротехники. Если в почве нет достаточного количества элементов пищи в виде доступных соединений, на ней нельзя получить полного урожая. Таким образом, при выращивании растений в поле наличие достаточного питания является необходимым фактором их жизни.

К. А. Тимирязев, ссылаясь на французского химика Грандо, писал: «Если вникнуть в сущность дела, то все задачи земледелия сводятся к определению и возможному строгому осуществлению условий питания растений. Непонимание этой коренной истины приво-

дило ко многим ошибкам, делало бесплодными по отношению к главной задаче земледелия целые направления в науке». Под питанием растений К. А. Тимирязев понимал постоянно действующий активный обмен веществ между растением и окружающей средой.

В жизни растения в поле существует два цикла процессов: поступление вещества и его выделение и трата. Процесс восприятия веществ в растении называют *питанием*, а накопление и прибавку в весе — *ростом*. В связи с этим К. А. Тимирязев считал, что питание и рост в сущности только две стороны одного и того же явления.

Растение получает необходимые ему питательные вещества из почвы, атмосферы, гидросферы и из космоса. Ни одна калория тепла, ни один атом углерода, азота, фосфора, водорода, кислорода и других элементов не создан растением, а взяты им из окружающей внешней среды. Прежде чем стать составной частью организма растений, поступающее в него вещество должно претерпеть цепь превращений, которые совершаются в растениях по законам химии и физики.

Возделываемые на полях растения питаются главным образом элементами минерального состава, содержащимися в почве или внесенными в виде удобрений в доступных формах. Наряду с этим растения могут использовать органические вещества с несложным строением молекулы типа простейших аминокислот, фитина и др. Полевые культуры, как автотрофы, могут самостоятельно, не нуждаясь в каком-либо посреднике, осуществлять процесс питания, если имеются доступные формы необходимых элементов питания.

Бернард Палисси (1563) утверждал, что соль есть основа жизни и роста всех посевов. Теоретическое обоснование питанию растений было дано позднее Ю. Либихом, Буссенго, К. А. Тимирязевым, Д. Н. Прянишниковым и созданной ими школой агрохимиков.

Метод водных культур, разработанный еще в прошлом веке, и гидропонный способ выращивания растений на питательных растворах с применением «гравия» служит наглядным доказательством автотрофного типа питания окисленными минеральными соединениями. В настоящее время ряд хозяйств используют гидропонику для получения витаминного корма, выращивания овощных и декоративных культур.

К автотрофным организмам относятся однолетние растения, за исключением пластовых. Многолетние культурные злаки также принадлежат к автотрофно питающимся растениям, хотя некоторые из них являются факультативными микотрофами. Бобовые же культуры, как однолетние, так и многолетние, усваивают азот, сожительствуя с бактериями, связывающими свободный азот воздуха.

ПОТРЕБНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ЭЛЕМЕНТАХ ПИЩИ

Наибольший и высокого качества урожай можно получить лишь при полном и бесперебойном удовлетворении потребностей растения в пище (наряду с другими факторами). Эту потребность в течение

жизни и по отдельным периодам роста принято выражать содержанием элементов пищи в урожае. В растениях могут быть почти все химические элементы, которые встречаются в почве, но среди них семь элементов (С, О, Н, N, P, S и Mg) являются главными. Остальные элементы необходимы для нормального обмена веществ.

По данным М. В. Катыльмова, средний химический состав молодых растений характеризуется следующими цифрами (% по отношению к сухому веществу):

углерод	42,1	кальций	0,6
кислород	37,9	железо	0,03
водород	5,5	марганец	0,01
азот	4,3	бор	0,001
сера	0,3	медь	0,001
фосфор	0,1	цинк	0,002
магний	0,3	молибден	0,0002
калий	5,5		

При недостатке любого из этих элементов нарушается жизнь растения, снижается урожай или гибнут посевы.

При оптимальных условиях возделывания растений в поле их потребность в пище, содержание в урожае азота и зольных элементов зависит от величины урожая, вида и сорта растений, его возраста, уровня агротехники, от свойств почвы и ряда других причин. На основании данных таблицы 14 можно получить представление о выносе азота, фосфора и калия с урожаем основных сельскохозяйственных культур.

Таблица 14

Примерный вынос азота, фосфора и калия с урожаем основной продукции (кг в 1 т)

Культура	Основная продукция	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница озимая	Зерно	37	13	20
Пшеница яровая	»	47	12	18
Рожь озимая	»	31	14	26
Кукуруза	»	34	12	37
Горох	»	66	16	20
Люпин	»	68	19	47
Лен-долгунец	Семена	106	53	93
Конопля	Волокно	200	62	100
Хлопчатник	Хлопок-сырец	40	12	48
Сахарная свекла	Корни	5,9	1,8	7,5
Картофель	Клубни	6,2	2,0	14,5
Клевер красный (в цвету)	Сено	19,7	5,6	15,0

Потребность растений в элементах пищи изменяется в течение периода вегетации. Нарушение пищевого режима в разные фазы жизни растений сильно отражается на высоте урожая и его качестве. Ежегодный вынос урожаями отдельных элементов пищи растений

покрывается из почвенных запасов. Общие же запасы питательных веществ в почве значительно больше по сравнению с выносом их в одном урожае. Например, различные почвы содержат в пахотном слое следующее количество фосфора (кг на 1 га):

бедные (фосфора меньше 0,1%)	около 3000
средние (фосфора от 0,1 до 0,15%)	> 4500
богатые (фосфора от 0,15 до 0,25%)	> 7500
очень богатые (фосфора больше 0,25%)	больше 7500

Валовое содержание азота и калия значительно превышает приведенные цифры.

Таким образом, даже в самой бедной почве содержится столько питательных веществ, что их вполне достаточно для получения нормальных урожаев весьма требовательных культур в течение 50—100 лет и более. Эти валовые запасы можно значительно увеличить, используя нижележащие слои почвы при их окультуривании.

Однако при таких больших запасах питательных элементов растения нередко значительно увеличивают урожай, если в почву вносят 25—50 кг удобрений. Объясняется это тем, что растения используют только легкоподвижные питательные вещества, а в почвах преобладают малоподвижные, недоступные растениям формы. Создание условий, при которых возможен перевод питательных веществ почвы в усвояемое растением состояние, составляет коренную задачу земледелия. Здесь перед земледелием открываются большие возможности, так как наличие азота, фосфора и калия в обрабатываемых почвах очень велико.

КРУГОВОРОТ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

При урегулированном круговороте питательных элементов в земледелии создаются условия для его интенсификации, непрерывного повышения продуктивности при снижении себестоимости.

В круговорот питательных веществ в земледелии включается: 1) потребление возделываемым растением из атмосферы углерода и кислорода, а из почвы азота, фосфора, серы, водорода, кислорода, калия, кальция, магния, железа и других элементов для питания и создания высокого урожая; 2) использование поступивших элементов для синтеза органического вещества; 3) разложение отмерших частей растения с освобождением ранее использованных питательных элементов; 4) вовлечение освободившихся элементов в последующий цикл круговорота новыми поколениями растений.

Круговорот веществ в земледелии не замкнут: некоторые элементы, освобождающиеся при разложении отмерших растительных остатков, выпадают из круговорота при передвижении их в недосигаемую для растений зону. Из хозяйственного круговорота исключается и та часть питательных элементов, которая содержится в урожае и продуктах животноводства, вывозимых за пределы своего

хозяйства. Эти «отчуждаемые» питательные вещества должны возмещаться из запасов почвы или из атмосферы (азот) или внесением с удобрением.

Динамика азота в земледелии

На современном уровне развития агрономических наук роль азота и его динамика в земледелии изучалась лучше, чем роль фосфора, калия и других элементов. Труды Ж. Б. Буссенго и Д. Н. Прянишникова, Г. Гельригеля и С. Н. Виноградского получили мировое признание за исследование проблемы азота. Д. Н. Прянишников, рекомендуя систему мероприятий для повышения урожаев, выдвигал на первое место значение азота в земледелии. Азот входит в строение молекулы белков, протеина, аминокислот и многих других органических азотсодержащих веществ.

Большие количества азота находятся в местных органических удобрениях, а также в промышленных туках. Эффективное применение удобрений составляет содержание курса учения об удобрениях. В курсе общего земледелия целесообразно рассмотреть те источники азота, которые поступают с осадками или в результате микробиологической, ферментативной и биокаталитической деятельности почвы.

Главный путь поступления азота из атмосферы в почву связан с биологической деятельностью микроорганизмов и растений. Частично азот поступает с выпадающими осадками, содержащими небольшое количество аммиака и окислов азота. Аммиак поглощается дождевой водой, туманом, росой, снегом и ином из воздуха, куда он попадает с продуктами сжигания топлива, а также во время лесных, степных и других пожаров. Окислы азота обычно образуются при электрических разрядах в высоких слоях атмосферы. С атмосферными осадками за год поступает в почву от 3 до 16 кг азота на гектар.

Большое значение в накоплении азота в почве имеет деятельность двух групп микроорганизмов: 1) свободноживущих в почве и 2) симбиотических, обитающих на корнях некоторых высших растений, преимущественно бобовых.

Из группы свободноживущих азотфиксаторов первым был выделен анаэроб *Clostridium Pasteurianum*, открытый в 1893 г. русским микробиологом С. Н. Виноградским. Использование тяжелых изотопов азота дало возможность установить способность фиксации у микробов, которые ранее не считались азотфиксаторами. Эта способность изучена и у многих споровых бактерий, например у *Clostr. acetivum*, *Clostr. butylicum*, *Clostr. pectinovorum* и др. Недавно установлено, что *Sporovibro* также фиксируют азот воздуха.

Однако больший интерес, чем *Clostridium*, для земледелия представляют аэробные свободноживущие азотфиксаторы. К ним относятся *Azotobacter*, открытый в 1901 г. Бейеринком. При благоприятных условиях азотобактер может полностью возместить вынос азота урожаями сельскохозяйственных культур и таким образом поддер-

живать равновесие азотного баланса. Наиболее благоприятные условия для азотобактера создаются на хорошо окультуренных почвах с оптимальным строением пахотного слоя и достаточной аэрацией, высоким содержанием фосфора и кальция. В таких почвах не бывает избыточной кислотности и подвижного алюминия, в них реакция почвенного раствора (рН) близка к нейтральной. Обычно азотобактер встречается в почвах с рН 6 или выше. Но в работах Иенсена, Петерсена, Чана и других отмечается, что некоторые штаммы, выделенные из кислых почв, переносят рН до 5,5 и даже 4,8. Таким образом, распространенное ранее мнение об угнетении азотобактера в кислых почвах теперь значительно изменилось.

Азотобактер требователен к теплу; оптимальной температурой для его деятельности считается 28°, а крайние границы от 9 до 35°.

В последнее время была показана большая роль молибдена в деятельности азотобактера как без связанного азота, так и при наличии нитратов или аммиака. Установлено также, что молибден при соответствующих концентрациях может усилить фиксацию азота в 10—30 раз и значительно повысить ее эффективность в земледелии.

Наиболее активная деятельность азотобактера отмечается на каштановых почвах, солонцах и орошаемых землях Средней Азии. Он проявляет значительную активность на черноземах. На подзолистых нечерноземных почвах азотобактер развивается слабо, но после известкования и применения фосфорных удобрений или систематического унавоживания его деятельность усиливается.

Считают, что азотобактер может связывать на гектаре пашни в среднем до 25—30 кг азота, а при благоприятных условиях больше. В зоне корневых систем (ризосфере) многих сельскохозяйственных культур азотобактер развивается особенно хорошо, используя корневые выделения.

В настоящее время освоен препарат азотобактерин заводского изготовления для заражения почвы или семян культурой азотобактера. Этот прием может дать прибавки урожая зерновых хлебов до 20—30% и сахарной свеклы до 20—25%.

Кроме азотобактера, в почвах имеются и другие свободноживущие аэробные фиксаторы азота, например фотосинтезирующие бактерии из группы серных, а также и олигонитрофилы, относящиеся к различным систематическим группам: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium* и др. Последние можно обнаружить в почве повсюду, особенно в верхней части пахотного слоя и в ризосфере.

Наряду со свободноживущими фиксаторами азота большое значение для земледелия имеет деятельность симбиотических микроорганизмов, которые в ассоциации (сожительстве) клубеньковых бактерий и бобовых культур во много раз сильнее влияют на баланс азота.

Количество азота, которое могут связать клубеньковые бактерии, зависит от вида бобового растения, его агротехники, особенностей почвы и ее окультуренности, погодных и других условий. Обычно

оно превышает то количество азота, которое уносит один урожай зерновых хлебов. При расчете азотного баланса Д. Н. Прянишников исходил из содержания в урожае с одного гектара клевера (при обеспеченности его фосфором и калием) 250—280 кг азота, а в урожае люцерны — 300 кг. Полагая, что две трети этого азота взяты растениями из воздуха, а остальная часть из почвы, для расчета выноса этого элемента с надземной частью урожая обычно принимается для клевера 150—160 кг азота с гектара в год, для люпина — 160 кг и люцерны — 200 кг.

Клубеньковые бактерии представлены несколькими расами или видами, каждый из которых образует с бобовыми растениями самостоятельную ассоциацию. В настоящее время выделяются и широко используются в производстве под названием препарата нитрагина разные виды бактерий для клевера, люцерны и донника, сои, гороха и вики, люпина и сераделлы, фасоли и др. При возделывании бобовой культуры на том или ином поле впервые необходимо в почву внести клубеньковые бактерии соответствующей расы. Если нужных бактерий в почве нет, на корнях бобовых культур клубеньки не образуются, и они не могут накапливать в почве азота. В этом случае они будут не азотонакопителями, а азотопотребителями, в результате чего хозяйство лишится бесплатного источника азота.

Заражение (инокуляция) может быть осуществлено разными способами, при этом источник заражения или вносят в почву, или с ним перемешивают семена перед посевом. Для заражения можно использовать почву, на которой был получен хороший урожай соответствующей бобовой культуры. Взятую с этого участка почву в известном количестве тщательно рассеивают и перемешивают на новом участке, где будут высевать бобовую культуру. Заражать можно специально приготовленной культурой бактерий (препарат нитрагин). Этот препарат по установленным правилам смешивают с посевным материалом. Для инокуляции можно устраивать специальные питомники, где выращивают высокие урожаи бобовой культуры, а их корни с крупными клубеньками, когда это необходимо, превращают в порошок и смешивают его с семенами перед посевом. В результате инокуляции повышаются урожаи не только бобовых, но и последующих культур.

Однако для хорошего роста и развития клубеньковых бактерий нужны определенная температура и качество почвы. В этом отношении они очень близко стоят к азотобактеру. Активность клубеньковых бактерий резко повышается на известкованных почвах, а также при внесении под бобовые культуры фосфорных и органических удобрений.

Имеются также указания о способности некоторых водорослей, живущих в почвах, усваивать азот из атмосферы. Однако в общем балансе азота в земледелии они не имеют существенного значения.

Основным источником азота в почве являются органические удобрения (навоз, компосты и т. д.), находящиеся в почве в виде перегноя. Азот органического вещества не может непосредственно

усваиваться растениями и подвергается сложным биохимическим превращениям под воздействием различных групп микроорганизмов. В этом процессе можно выделить две фазы: аммонификацию и нитрификацию.

Превращения, которым подвергается азот в почве, являются результатом разнообразных микробиологических процессов. Из них важнейшее значение имеют три процесса: аммонификация, нитрификация и денитрификация. О количественной стороне этих процессов можно судить по размерам нитрификации. Еще в 20-х годах текущего столетия одним из крупных исследователей этого процесса в полеводстве А. Н. Лебединцевым на бывш. Шатиловской опытной станции (Орловская область) было установлено, что в течение года на выщелоченном черноземе может накапливаться 100 мг и более нитратного азота на 1 кг почвы, или по 250 кг доступного растениям азота на гектар. Этим количеством можно обеспечить два и даже три хороших урожая. Процессы мобилизации почвенного азота можно регулировать приемами обработки почвы, создающими условия для энергичной микробиологической деятельности. Почвенный азот в большей части находится в форме органических белковых соединений растительных веществ или тел микроорганизмов. Но органический азот не может усваиваться растениями; им нужен минеральный азот. При благоприятных условиях в почве бурно размножаются микроорганизмы, которые превращают белковые вещества в более простые соединения, например аминокислоты, амиды. В конечном итоге вследствие минерализации образуются минеральные формы азота — аммиак (NH_3), нитриты (NO_2) и нитраты (NO_3).

Аммонификация. Первым продуктом минерализации является аммиак. Процесс аммонификации протекает в очень больших интервалах температуры, кислотности, аэрации и т. д. Образующийся аммиак частично адсорбируется почвой и нейтрализует почвенные кислоты, часть его окисляется в нитриты и нитраты, часть снова используется микроорганизмами, обращаясь в белковую плазму их тела, и, наконец, какая-то его часть при определенных условиях реакции среды остается свободной и выделяется в атмосферу.

Количество образовавшегося аммиака зависит от соотношения углерода и азота в минерализующемся веществе. Чем уже отношение $\text{C} : \text{N}$, тем выше эффективность процесса аммонизации. Аналогичное влияние на процесс аммонизации оказывает и состав гумуса. Как правило, на окультуренных и хорошо обработанных почвах количество аммиака незначительно и редко превышает 0,001%, но оно увеличивается при наступлении холода и дождей.

В почве аммиак в форме катиона аммония (NH_4^+) энергично поглощается отрицательно заряженными почвенными коллоидами. Однако среди поглощенных катионов доля поглощенного аммиака незначительная. Из поглощающего комплекса он вытесняется кальцием, магнием, водородом и натрием, в зависимости от вида почвы. Вступая в поглощающий комплекс, аммиак оказывает на него действие, аналогичное одновалентным катионам (Na , H , K и др.). Он

ухудшает физические свойства почвы, повышая ее дисперсность (распыление) и вымывание золь в глубокие горизонты. Вследствие диспергирующей способности аммиака в почве ухудшаются водные свойства (влагоемкость, водопроницаемость), а в связи с этим ухудшается и весь водный режим почвы.

Работами лаборатории акад. Д. Н. Прянишникова было показано, что при создании надлежащих условий аммиачное питание растений физиологически равнозначно нитратному питанию. При высокой кислотности почвы и недостатке в почвенном растворе кальция аммиак интенсивно поступает в корни растений. Концентрация его в тканях растений повышается настолько, что вызывает нарушение правильного обмена веществ и приводит в исключительных случаях к так называемому аммиачному отравлению. Поэтому для правильного питания растений на кислых почвах необходимо применение аммиачных удобрений сочетать с известкованием, фосфоритованием и унавоживанием.

Нитрификация. Процесс окисления аммиака носит название нитрификации. Этот процесс совершается в два этапа: 1) окисление аммиака в нитриты или азотистую кислоту NO_2 нитрозными бактериями (*Nitrosomonas*) и 2) окисление нитритов в нитраты или азотную кислоту NO_3 нитратными бактериями (*Nitrobacter*). Оба вида бактерий относятся к автотрофным. Однако многие авторы отмечают, что и различные гетеротрофы (актиномицеты — *Aspergillus flavus* и др.) способны образовывать нитраты за счет аммиака, а чаще разнообразных органических веществ.

Первым условием, от которого зависит уровень процесса нитрификации в почве, является оптимальная температура. Нитрификация энергичнее совершается при температуре $30-35^\circ$, но этот процесс возможен и при более широком интервале (от 5 до 55°). В течение лета температура резко меняется, а вместе с ней изменяется и количество нитратов в почве: при похолодании оно резко уменьшается, а в теплые периоды быстро нарастает.

Вторым условием для нитрификации является наличие достаточного количества кислорода в почвенном воздухе. Кислород необходим для окислительных реакций, которые в виде общих уравнений могут быть представлены следующими двумя фазами:

первая фаза: $\text{NH}_4^+ + 1\frac{1}{2}\text{O}_2 = 2\text{H} + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2^- + 66 \text{ ккал.}$

- а) аммиак $\rightarrow$ гидроксиламин; б) гидроксиламин $\rightarrow$ гипонитриты;
в) гипонитриты $\rightarrow$ нитриты;

вторая фаза: $\text{NO}_2^- + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{NO}_3^- + 17 \text{ ккал.}$

Из этих уравнений видно, что процесс нитрификации в почве находится в полной зависимости от ее аэрации, потому что нитрифакторы являются облигатными аэробами.

Теория вопроса полностью согласуется с практикой. На легких почвах величина нитрификации больше, чем на тяжелых. Чтобы усилить нитрификацию на тяжелых или склонных к заплыванию бесструктурных почвах, необходимо в пахотном слое поддерживать

оптимальную рыхлость. В такой почве содержание питратов может быть быстро увеличено в 10 и более раз. Поэтому способы обработки почвы, направленные на создание благоприятного строения пахотного слоя с оптимальной рыхлостью, служат средством накопления «почвенной селитры» (нитратов).

Третьим условием успешного развития нитрификации является отсутствие в почве избыточной кислотности. Наиболее интенсивно нитрификация идет при нейтральной или слабощелочной реакции. Поэтому на солонцах и солончаках при хорошей их аэрации нитрификация протекает энергичнее, чем даже на черноземах. На кислых подзолистых почвах этот процесс идет вяло, но он усиливается довольно быстро после известкования.

Четвертым условием нитрификации является оптимальная влажность почвы. Границами такой влажности в среднем для многих видов почв обычно считаются 40—70% полной влагоемкости. На северных бесструктурных почвах в периоды временного избыточного увлажнения или на перенасыщенных влагой заболоченных почвах нитрификация приостанавливается вследствие преобладания анаэробных процессов. В почве происходит накопление аммиака. Наоборот, на южных структурных почвах, в которых нет антагонизма между водой и воздухом, нитрификация возможна при более широких интервалах влажности. В этих почвах она развивается на поверхности свободно соприкасающихся с воздухом комков.

Динамика нитратов в почве. В производственных условиях нитраты являются основным источником (резервом) азотной пищи растений.

Как отмечалось выше, на первом этапе процесса нитрификации — окисления аммиака — образуются нитриты (NO_2). В больших количествах они отрицательно действуют на развитие растений. При кислой реакции почвенного раствора и недостатке кальция растения проявляют повышенную чувствительность к ядовитому действию нитритов. Однако в хорошо обработанных почвах, когда во время роста и развития культуры поддерживается оптимальная рыхлость пахотного слоя, вредных для растений количеств нитритов не бывает вследствие дальнейшего окисления их до азотной кислоты NO_3 .

Образующаяся азотная кислота вызывает ряд изменений в почвенных процессах. С повышением количества NO_3 в почве увеличивается содержание воднорастворимого кальция как в результате перехода в почвенный раствор поглощенного кальция, так и разложения бикарбонатов и карбонатов кальция. Одновременно азотная кислота может связываться в почве и с другими основаниями — магнием, калием, марганцем — вследствие разложения соединений, содержащих эти элементы. Азотная кислота разлагает и почвенные фосфаты, их подвижность повышается и увеличивается усвояемость их растениями.

При избыточном увлажнении почвы нитраты перемещаются с водой в нижние горизонты. В случае соединения почвенной влаги с верховодкой или грунтовыми водами нитраты будут унесены в реки

и моря. Вымыванию нитратов благоприятствует также крупный механический состав почвы (песок) и излишнее ее увлажнение. Потери азота вследствие вымывания могут достигать значительных размеров. На бывш. Энгельгардтовской опытной станции (Смоленская область) было установлено, что с дренажными водами за период с 1919 по 1928 г. вынесено азота около 10—12% первоначального его содержания в почве. Наблюдения показывают, что осенью во влажные годы на паровых полях в районах достаточного увлажнения нитраты опускаются глубже 50—60 см, а на унавоженной делянке бессменного пара Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева их много оказывается на глубине 3 м. Вымывание нитратов объясняется их отрицательной адсорбцией почвами, коллоиды которых имеют одинаковый заряд с анионом NO_3^- .

Кроме рассмотренных причин, на динамику нитратов глубокое и многостороннее влияние оказывают произрастающие растения и почвенная микрофлора. Как правило, нитраты в почве под растениями исчезают или содержатся в незначительных количествах. Такая же картина почти полного отсутствия нитратов наблюдается на лугах и в лесу. Естественно, что в одних случаях исчезновение нитратов связано с их потреблением растениями, а в других — с вымыванием их и т. д. В ряде работ А. А. Шмука было показано редуцирование нитратов корнями растений под влиянием ферментативной деятельности редуктазы. Наиболее сильно редуцируют нитраты кукуруза, пшеница, горох, овес (за 22 часа 63—77 мг на 1 кг корневой массы растений), средние — вика, табак, просо (24—48 мг) и слабо — бобы, клевер, люпин (1,5—10 мг).

Большое влияние на превращение нитратов в почве оказывает потребление их микроорганизмами почвы. Быстрое уменьшение в почве накопленных нитратов после заделки больших количеств зеленого удобрения, соломистого навоза или других органических веществ объясняется именно биологическим поглощением.

Биологическое поглощение, вымывание, потребление нитратов растениями нельзя отождествлять с денитрификацией, при которой происходит восстановление нитратов микроорганизмами до свободного азота, теряемого почвой. Химическая сторона процесса денитрификации окончательно еще не изучена и поэтому не может быть охарактеризована какой-либо одной формулой.

В производстве для денитрификации создается благоприятная обстановка при сочетании нейтральной реакции почвы с плохой ее аэрацией, что возможно при переизвестковании избыточно увлажненных торфяных или глубоководных луговых почв. Некоторые исследователи считают, что если запахать в почву много соломы или соломистого навоза, то возможны значительные потери азота. Однако такое явление не имеет общего значения, так как опыты с применением соломы под бобовые культуры, проведенные в нашей стране и за рубежом, дали положительные результаты.

Вопрос об использовании соломы в земледелии имеет важное значение. Азот соломы составляет существенную статью в общем

балансе азота в земледелии нашей страны. При среднем содержании около 0,5% азота в соломе и ежегодном урожае до 500 млн. тонн соломы, если взять только по 3—4 т с гектара, то при 150 млн. гектаров посева зерновых содержание азота в ней составит около 2,5 млн. тонн, или около 12,5 млн. тонн минеральных удобрений.

В районах, подверженных эрозии или дифляции, солому в виде стерни оставляют для задержания снега и борьбы со сносом или сдуванием почвы. Стерню заделывают в почву весной перед посевом. Попадая в почву, солома, имеющая очень широкое отношение углерода к азоту (от 90 до 120), вызывает биологическое закрепление азота и возможную денитрификацию. Вследствие этого растения будут испытывать недостаток доступного азота. Для того чтобы сузить отношение C : N до 20 и меньше и эффективно использовать солому, необходимо вместе с ней применять азотные удобрения в количестве 1—2% веса соломы. Научно обоснованное использование соломы в земледелии является существенным мероприятием по улучшению азотного баланса и окультуривания почвы.

Динамика фосфора в земледелии

Динамика фосфора имеет свою специфику, обусловленную природой этого элемента. Она значительно отличается от динамики азота.

Валовые запасы фосфора только в пахотном слое в зависимости от вида почвы колеблются от 3 до 7,5 т и больше на гектар. При этом в гумусовом горизонте фосфора содержится больше, чем в нижележащих слоях и материнской породе. В пределах одного и того же типа почвы содержание фосфора связано со степенью ее окультуренности, то есть чем лучше окультурена почва, тем больше содержит она фосфора. Пополнение этого элемента в производстве происходит только при внесении удобрений.

Фосфорное питание растений может быть осуществлено за счет различных минеральных солей ортофосфорной кислоты H_3PO_4 и в меньшей степени мета- и пирофосфорной (HPO_3 и $H_4P_2O_7$), а также органических фосфатов — сахарофосфатов и фитина. Лучшими источниками фосфора являются воднорастворимые соли фосфорной кислоты.

У зерновых культур фосфора содержится больше в зерне, тогда как другие зольные элементы обычно накапливаются в соломе.

Фосфор оказывает большое влияние на скорость роста и развитие растений в поле. При ускорении роста и сокращении вегетационного периода растение меньше расходует воды на создание урожая. Позднеспелые сорта более полно, чем раннеспелые, используют фосфорные удобрения. При этом многие культуры значительно улучшают качество урожая: у зерновых культур увеличивается количество зерна в общем урожае и уменьшается доля соломы, повышается крупность зерна и содержание в нем белка; повышается количество сахара в свекле, крахмала в клубнях картофеля, волокна у льна, масла в семенах подсолнечника.

Фосфаты находятся в почве в виде органических и неорганических соединений. Содержание органических фосфатов в почвах нашей страны колеблется от 10 до 50% валового количества P_2O_5 , в зависимости от их типа и степени окультуренности, содержания гумуса и богатства его фосфором. В почвах органофосфаты представлены нуклеопотеидами, фитином, фосфатидами и сахарофосфатами. Все эти формы органических фосфатов входят в состав тел микроорганизмов и растительных остатков.

Органические формы почвенных фосфатов считаются почти недоступными для растений и принимают участие в их питании лишь после гидролиза и отщепления фосфора.

Основные типы почв содержат следующее количество органических фосфатов (табл. 15).

Таблица 15

Процентное содержание органического фосфора в почвах (по Хейфец)

Почва	Гумус (% веса почвы)	P_2O_5 валовая (% веса почвы)	P_2O_5 , связанная с органиче- ским веще- ством почвы (% валовой)	Содержание органической P_2O_5 в гумусе
Сильнопodzolistая	3,9	0,160	34	1,41
Чернозем мощный	11,6	0,208	45	0,81
Чернозем выщелоченный	6,7	0,154	50	1,10
Гемно-каштановая	3,7	0,138	26	0,97
Серозем	1,1	0,151	10	1,52

Минеральные фосфаты в почве состоят из многих солей, производных от ортофосфорной кислоты, разнообразных по химическому характеру и доступности растениям. Основной формой фосфора как в почвообразующих породах, так и в самих почвах считается фтор-апатит $Ca_5F(PO_4)_3$, иногда встречается и гидроксил-апатит, у которого место F занимает OH. Кроме фосфорнокислого кальция $[Ca_3(PO_4)_2; CaHPO_4 \text{ и } Ca(H_2PO_4)_2]$, в почвах с кислой реакцией накапливаются фосфаты полуторных окислов железа и алюминия. В некоторых почвах могут быть обнаружены фосфаты магния и одновалентных катионов. Большинство минеральных соединений фосфора в отличие от минеральных форм азота нерастворимы в воде. Они могут растворяться при наличии кислотности почвы, кислых выделений корневой системы или кислотообразующих микробиологических процессов, а в почвах с щелочной реакцией — расщепляться путем гидролиза.

В общем запасе фосфора в почве доля органических и минеральных фосфатов изменяется в широких размерах. При этом, как было показано исследованиями П. А. Костычева, в черноземных почвах преобладают органические соединения фосфора, а в подзолистых — минеральные.

Динамика фосфатов в почве зависит от микробиологической деятельности, химических и физико-химических условий, от обработки почвы и особенностей возделываемой культуры.

В результате деятельности микроорганизмов в почве содержание фосфатов в почвенном растворе увеличивается. Ряд микроорганизмов, выделяя специфические ферменты, расщепляют фосфорсодержащие органические вещества с образованием фосфорной кислоты. Расщеплению в первую очередь подвергаются фитин, лецитин, нуклеины и др.

Азотобактер, нитробактер и некоторые другие бактерии растворяют труднорастворимые минеральные формы фосфатов. Такая способность объясняется выделением при разложении органических веществ различных органических и минеральных кислот.

Не исключена возможность выделения некоторыми бактериями ферментов, способных подвергать гидролизу и разложению минеральные фосфаты.

Для перевода труднорастворимых и недоступных растению соединений фосфора главным образом из группы органических фосфатов в легкоусвояемые применяют препарат фосфобактерин. Эффективность фосфобактерина выше на почвах, богатых органическим веществом. На бедных минеральных почвах и без внесения органических удобрений фосфобактерин не оказывает положительного влияния на урожай.

Возделываемые культуры являются основным фактором изменения фосфатного режима почвы. У полевых культур наблюдается различная усвояющая способность корней в отношении почвенных фосфатов. Существует ряд растений, способных усваивать питательные вещества из таких малорастворимых соединений, как фосфоритная мука и фосфаты железа, алюминия и др. К этой группе прежде всего относятся люпин. Близко к нему стоит горох, донник, а по некоторым данным, и клевер второго года жизни. Эти растения можно уподобить миниатюрному заводу по производству аммофоса. Из небобовых растений гречиха и горчица, хотя и в меньшей степени, чем люпин, но также в состоянии использовать труднорастворимые фосфаты почвы. Однако этим свойством не обладают главные растения полевой культуры — хлеба, картофель, лен, корнеплоды, хлопчатник. Им требуются легкодоступные фосфаты, а при смешанных посевах, например с люпином, горчицей, гречихой и другими растениями, некоторую часть растворимой P_2O_5 эти культуры с хорошей усвояющей способностью могут отдать своему компоненту (овсу, просу, ячменю, ржи и др.).

В почве может протекать и обратный процесс — иммобилизация (связывание) легкорастворимой фосфорной кислоты микроорганизмами при усиленном их разложении и синтезе новых клеток. Иммобилизация фосфорной кислоты может достигать значительных размеров, так как в золе тела бактерий на долю фосфора приходится до 55—60% ее веса.

Динамика фосфатов под влиянием химических и физико-химических условий протекает разнообразными путями. Вследствие высокой

активности свободной фосфорной кислоты в почве обычно нет. После образования тем или иным путем она немедленно связывается с кальцием или другими катионами, давая с ними ряд химических солей. При соединении с кальцием фосфорная кислота образует конечный или трехзамещенный фосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Такая соль в воде нерастворима и выпадает в виде осадка. Этот процесс химического связывания или поглощения фосфорной кислоты составляет главную причину ничтожного содержания фосфора в водной вытяжке или в почвенном растворе. Еще более энергично и полно идет процесс химического поглощения фосфорной кислоты, если она взаимодействует с полуторными окислами (Fe_2O_3 , Al_2O_3). Отсюда легко понять неодинаковое химическое действие кальция на динамику фосфорной кислоты. Увеличение кальция может снижать количество растворимой фосфорной кислоты. Но если в почве преобладают фосфаты железа и алюминия над фосфатами кальция, то с увеличением содержания извести будут образовываться более растворимые, чем фосфаты железа и алюминия, фосфаты кальция, а следовательно, в результате известкования будет повышаться подвижность фосфорной кислоты.

Физико-химическую адсорбцию (поглощение) фосфорной кислоты пока нельзя считать полностью изученной и доведенной до возможностей внедрения в производство. В работах Демолана (Франция), Антипова-Каратаева (СССР) и других в 30-х годах текущего столетия была показана возможность адсорбции аниона фосфорной кислоты и обмена его с другими анионами. На красноземе из-под Батуми адсорбция P_2O_5 достигла 75 м.-экв. на 100 г почвы.

С повышением кислотности почвы одновременно идет усиление растворяющей способности почвенного раствора применительно к таким труднорастворимым фосфатам, как трифосфаты кальция и магния. Они используются растениями лучше при внесении в почву физиологически кислых удобрений, например аммиачные азотные удобрения, гипс и калийные соли, или серы, которая вследствие окисления микроорганизмами (сульфофикации) образует серную кислоту. При внесении серы в опытах на черноземах использование труднорастворимых фосфатов повышалось в 2 раза. Выделение углекислоты корнями растений или накопление ее при интенсивном разложении органических веществ, а также образование азотной кислоты при нитрификации сказывается на повышении растворимости почвенных фосфатов.

Большое влияние на динамику фосфатов оказывает вода в почве. С увеличением количества воды увеличивается количество воднорастворимой фосфорной кислоты. Промывание почвы водой уносит все новые и новые количества фосфора за пределы корнеобитаемого слоя.

В исследованиях неоднократно отмечалось (С. М. Драчевым и др.), что при расширении отношения почвы к воде в водных вытяжках обнаруживается больше фосфорной кислоты. Практика подтверждает это, отмечая, что во влажные годы, в связи с мобилизацией

почвенных запасов, вносимые фосфаты на некоторых почвах действуют слабее, чем в годы менее влажные.

А. Н. Лебединцевым было отмечено повышение растворимости фосфорной кислоты под влиянием высушивания почвы. Для южных условий это расширяет круг агротехнических приемов по мобилизации фосфора почвы. Механизм этого процесса, по-видимому, сводится к тому, что при потере воды (гидрофобизация или дегидратация) некоторыми почвенными коллоидами при высыхании вызывает уплотнение и агрегацию, а следовательно, уменьшение удельной поверхности. В связи с этим изменяется поверхностная энергия и величина заряда коллоидных частиц, что способствует освобождению поглощенной фосфорной кислоты.

Повышение температуры почвенного раствора значительно увеличивает растворимость фосфатов почвы. В полевых опытах Энгельгардтовской (теперь Смоленской), Шатиловской (ныне Орловской) и ряда других опытных станций отмечалось повышение содержания P_2O_5 в водных вытяжках после летних теплых дождей.

Приемы механической обработки почвы, особенно вспашка, глубокая культивация, окучивание и др., повышают аэрацию и газообмен почвы, усиливают деятельность полезных микроорганизмов, способствуют развитию процесса нитрификации и тем самым оказывают разностороннее влияние на мобилизацию фосфорной кислоты. В других же случаях обработка может привести к закреплению P_2O_5 в результате усиленного размножения микроорганизмов. Длительная обработка почвы сильно повышает подвижность почвенных фосфатов. Опыт показал, что обработка залежей и целины во всех случаях увеличивала доступность фосфорной кислоты вследствие превращения в усвояемые формы недоступных фосфоорганических соединений.

Формы фосфатов почвы определяются при анализе водных, солевых, кислотных и щелочных вытяжек. Более широко распространены методы с использованием кислотных вытяжек для кислых и нейтральных почв, а также методы щелочных вытяжек с применением растворов углекислого калия, натрия или аммония (для почв, содержащих карбонаты). Использование водных вытяжек основано на гидролизующем действии воды в отношении почвенных фосфатов.

Применение кислотных вытяжек с использованием соляной, серной, лимонной, уксусной и других кислот основано на растворении в кислых вытяжках фосфатов кальция, алюминия и железа. В щелочные же вытяжки переходит дикальцийфосфат и свежесажженный трехкальциевый фосфат.

Каждый из отмеченных методов определения доступной растениям фосфорной кислоты и в производственных условиях и в опытных учреждениях должен контролироваться и сопоставляться с показаниями самого растения, выращенного на той же почве. В решении вопроса о доступности фосфатов последнее слово принадлежит растению, а не химическому анализу почвы.

Динамика других элементов пищевого режима

Значение катионов калия, кальция, магния, натрия в земледелии. Значение катионов в жизни растений было установлено в первой половине прошлого века. Уже тогда были известны основные физиологические функции магния, калия и кальция, а позднее, в работах Лёва, Эренберга и др., освещались закономерности в соотношениях между отдельными катионами при питании растений, в частности вопрос о соотношении между кальцием и калием, магнием и калием, кальцием и аммонием и т. д. Но законы поведения обменных катионов в почвах, их роль в создании культурной среды для жизни растений в поле, приемы коренных улучшений подзолистых и засоленных почв были классически разработаны К. К. Гедройцем.

В почвах катионы находятся в трех состояниях: 1) в диссоциированном в жидкой фазе или в почвенном растворе, 2) в поглощенном или связанном физико-химически на поверхности почвенных коллоидов и 3) в органическом веществе растительных остатков. Как обычно, химические элементы К, Са, Mg и Na входят в состав многих минералов и горных пород.

В растворенном состоянии катионы легко могут быть вымыты из пахотного слоя. Раньше других вымывается натрий, труднее кальций, а магний и калий имеют промежуточную степень вымывания.

Все катионы в почвенном растворе являются самым ближайшим и непосредственным источником питательных элементов для растений. В таком состоянии они в любое время и в любую фазу развития растений могут быть восприняты корнями. Но полевые культуры лучше растут, если в питающем растворе поддерживается определенное соотношение между отдельными катионами. Хорошо известно, что правильное соотношение между кальцием и аммонием является непременным условием благоприятного использования аммиака, так как при недостатке кальция растения часто страдают от избытка аммиака. При возделывании ряда культур, особенно льна, картофеля, люпина, приходится заботиться и о правильном соотношении между кальцием и калием, кальцием и магнием. Установлено, что ядовитое действие катионов бария, магния и аммония может быть предотвращено известкованием почвы.

Содержание, состав и динамика катионов в жидкой фазе почвы тесно связаны с уровнем агротехники и системой удобрений. В то же время их нельзя рассматривать изолированно от величины и состава поглощающего комплекса почвы. В соответствии с законами коллоидной и физической химии между почвенным раствором (жидкой фазой) и поглощающим комплексом (твердой фазой) устанавливается непрерывное динамическое взаимодействие. Умело используя эти законы применительно к каждому полю, агроном может обработкой почвы и внесением удобрений регулировать состав почвенного раствора в соответствии с потребностями возделываемых культур. Одновременно достигается значительное окультуривание почвы, так как целому ряду свойств ее могут быть сообщены заданные

качества и параметры. Например, подбирая дозу извести, можно создать необходимую реакцию среды, определенное соотношение в составе поглощенных катионов, целенаправленную работу микроорганизмов и т. д. При вхождении того или иного катиона в состав поглощающего комплекса изменяются свойства данной почвы и степень ее плодородия, создаются высококультурные виды почв.

Катионы в зависимости от их природы, валентности и атомного веса, величины и знака заряда, ионного радиуса и т. д. характеризуются различной способностью к свертыванию (коагуляции) органических и минеральных почвенных коллоидов. По степени коагуляции первое место в земледелии занимает кальций, а затем магний. Они способствуют образованию агрегатности почвы, противостоят ее распылению и улучшают другие физические свойства почвы. Катион натрия, содержащийся в засоленных почвах, солончаках, солончаках и солоях, наоборот, переводит коллоидную часть почвы в распыленное (дисперсное) состояние, сильно увеличивает ее подвижность и вымывание из пахотного слоя. При наличии в составе поглощенных катионов натрия, в меньшей мере калия, а в подзолистых почвах ионов водорода почвы утрачивают агрегатность, резко ухудшают физические и водные свойства, имеют неблагоприятную реакцию среды для растений и микроорганизмов и отличаются повышенным содержанием токсических веществ.

Динамика поглощения катионов и емкости поглощения зависит от интенсивности и длительности воздействия на почву тем или иным приемом агротехники. В практике бывают различные изменения поглощающего комплекса. Например, орошение или естественное временное избыточное увлажнение будет способствовать разрушению поглощающего комплекса и вымыванию поглощенных катионов коллоидов. В то же время действие воды на почву неизбежно ведет к увеличению ненасыщенности основаниями, внедрению иона водорода, к уменьшению гумуса и ухудшению физических свойств. Противоположного характера процессы будут происходить на полях, которые постоянно заняты растениями, или при систематическом внесении больших доз навоза, компостов, зеленых удобрений, торфа и др., а также при правильном периодическом известковании.

Исследования в полувековом опыте Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева показывают, что в результате непрерывной обработки бессменного пара развивались энергичные микробиологические процессы, которые привели к значительному разрушению органического вещества, повышению дисперсности почвенных коллоидов и в значительной части к вымыванию их в нижние слои почвы вместе с поглощенными катионами. Уменьшение гумуса, поглощенных катионов и почвенных коллоидов на неудобренной делянке достигали 50% исходного содержания. Потери кальция и магния вызвали резкое ухудшение физических, кислотных и водных свойств почвы. На неудобренных делянках уменьшились водопроницаемость, некапиллярная скважность и сильно ухудшилось строение пахотного слоя. Но разрушение поглощающего комплекса прекра-

жалось при систематическом применении навоза или навоза совместно с минеральными удобрениями, особенно при периодическом (один раз в шестилетнюю ротацию) известковании. Еще в первый период опыта Ф. С. Соболевым и С. М. Драчевым на 14-й год бессменного парования было обнаружено значительное уменьшение количества катионов (табл. 16).

Таблица 16

Содержание поглощенных катионов в мг кальция на 100 г почвы

Почва	Ca	Mg	K	H
Целина	116	40	21	3
14-летний уваженный бессменный пар	119	44	5	9
14-летний неудобренный бессменный пар	80	26	6	20

Рассмотрим кратко значение для растений отдельных катионов.

К а л и й. Необходимость калия для растений и его незаменимость другим элементом (натрием, рубидием и др.) были установлены около 100 лет назад. Если калия в питательной среде нет, растения погибают или, используя калий в посевных семенах, дают очень низкий урожай. В почвах нашей страны калия содержится от 0,7 до 2,5%, при этом чем больше глинистых частиц, тем больше в них калия. Этого элемента мало в песках (до 1% K_2O) и совсем немного в верховых торфяниках (до 0,05% K_2O). Из доступных растениям форм наибольшее количество составляет поглощенный калий и очень малое — воднорастворимый (от 1 до 10 мг K_2O на 1 кг почвы).

Из всех зольных элементов на долю калия в растениях приходится самое большое количество. В молодых растениях калия содержится 4—5% веса сухого вещества, а в листьях калиелюбивых культур, например гречихи и подсолнечника, — 7—8%. В растениях калий сосредоточен в цитоплазме и вакуолях. Существует известная корреляция между количеством калия и белковых веществ в семенах большинства растений. В растениях этот элемент находится в ионизированном состоянии и активно участвует в обмене веществ. При недостатке калия интенсивность ассимиляции растениями CO_2 резко уменьшается, синтез белка задерживается и может накопиться избыток небелкового азота (в корнях сахарной свеклы). Этот элемент усиливает интенсивность окислительных процессов в растениях и способствует накоплению органических кислот. Оптимальный режим калийного питания улучшает качество урожая и устойчивость при хранении и транспортировке (картофеля, сахарной свеклы, овощей), повышает холодостойкость растений, устойчивость их против поражения и поражения мучнистой росой пшеницы и ячменя, вилтом хлопчатника, бактериозом клевера и льна.

К а л ь ц и й. Количество кальция в листьях и хвое деревьев достигает 2—3% веса сухого вещества, в сене — 1—3% и в корнях

злаковых культур 1—2,5%. Средний вынос кальция с урожаями колеблется от 30 кг (зерновые хлеба) до 120 кг CaO (бобовые, свекла) с гектара. Часть его возвращается на поля с навозом и минеральными удобрениями (фосфатами, гипсом и известью). В нечерноземной зоне, где кальция вымывается из почвы от 0,5 до 4 т с гектара в год, известь нужна не только для уменьшения избыточной кислотности, но и для регулирования пищевого режима возделываемых здесь культур. Содержащиеся в почве хорошо растворимые соли кальция [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 и др.] легко усваиваются растениями. Недостаток кальция задерживает рост растений, особенно корней, начиная с появления проростков. В отличие от фосфора и азота кальций больше концентрируется в листьях и стеблях. Наиболее интенсивно кальций поступает в растения во время усиленного их роста. При использовании нитратов, вызывающих ускорение роста растений, одновременно увеличивается содержание кальция. Кальций совместно с калием регулирует потребление воды растением и его окислительно-восстановительную систему. Он нейтрализует щавелевую кислоту, образующуюся в растениях при обмене веществ. Вредное влияние ионов водорода и алюминия в почвенном растворе и в растениях значительно уменьшается при повышении концентрации иона кальция.

Магний. Магний в почвах встречается в виде сульфатов, хлоридов, карбонатов, силикатов и алюмосиликатов, а также в поглощенном состоянии. В небольшом количестве он содержится в органическом веществе почвы и в растительных остатках.

Магний входит в состав молекулы хлорофилла и участвует в процессах фотосинтеза. Он концентрируется в семенах, особенно в зародыше. Недостаток магния резко сказывается на генеративных органах. Магний повышает активность фермента пироксидазы, усиливает окислительные процессы, в связи с этим уменьшается содержание восстанавливающих (инвертных) сахаров и восстановленной аскорбиновой кислоты.

Потребность в магнии полевых культур очень изменчива. На одном и том же поле, при одинаковых условиях одни виды растений не реагируют на внесение магния, а другие резко усиливают свой рост.

Натрий. Натрий является довольно широко распространенным на земле элементом. Только O, Si, Al, Fe и Ca встречаются чаще него, а все остальные реже него.

В почве натрий содержится в виде труднорастворимого минерала альбида (натриевый шпат) в составе поглощенных оснований и в форме водорастворимых соединений.

Количество этого элемента в поглощенном состоянии каштановых почв и сероземов составляет 0,7—3 мг-экв. на 100 г почвы. В южных и обыкновенных черноземах содержание поглощенного натрия иногда достигает 1 мг-экв. В почвах лесостепной полосы (выщелоченные черноземы, серые лесные земли и др.) поглощенного натрия обычно не содержится. При возделывании сахарной свеклы на таких

почвах сказывается недостаток натрия. Поглощенный натрий в южных почвах резко ухудшает физические их свойства и реакцию почвенной среды.

Для полевых культур натрий не является безусловно необходимым питательным элементом и лишь некоторые из них (сахарная свекла, кормовая и столовая, люцерна, капуста, турнепс, лен, рапс) хорошо реагировали на внесение натрия.

Содержание натрия в полевых культурах колеблется в широких пределах, составляя в пересчете на вес сухого вещества от 0,05 до 0,3% Na_2O , в листьях кормовой свеклы количество натрия достигает 4,8% и сахарной 3%.

Положительное действие внесения натриевой соли NaCl на урожай объясняется косвенным ее влиянием вследствие вытеснения в почвенный раствор калия и использованием натрия некоторыми культурами.

ОСНОВНЫЕ ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПИЩЕВОГО РЕЖИМА В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Круговорот питательных элементов в земледелии, лежащий в основе рационального пищевого режима, должен быть бездефицитным, прежде всего в отношении азота и фосфора.

Регулирование пищевого режима, кроме увеличения запасов питательных веществ в почве включает: 1) лучшие сроки внесения и оптимальные соотношения компонентов пищи, 2) устранение непродизводительных потерь питательных элементов, 3) повышение коэффициента использования элементов пищи и др.

Потенциальные запасы элементов пищи растений в разных почвах достигают громадных размеров. В мобилизации этих запасов исключительно большая роль принадлежит *высококачественной обработке почвы*. Такая обработка почвы, кроме внесения удобрений, составляет второй основной путь интенсификации пищевого режима. Воздействуя на почву обработкой, можно создавать пахотный слой с нужными свойствами, произвольно меняя в нем соотношение между воздухом и влагой, рыхлостью и плотностью, комковатостью и рассыпленностью, то есть сознательно управлять биохимическими и микробиологическими процессами в почве. Рациональной обработкой тяжелой почвы можно достичь высокой активности микробиологической деятельности в ней и необходимых темпов мобилизации азота (нитрификации), фосфорной кислоты и калия. Однако все это не исключает применения удобрений.

Повышению плодородия полей служит также известкование почвы, применение химических стерилизаторов и разного рода регуляторов, задерживающих биологические процессы на нужном человеку этапе, например процесс нитрификации — на фазе образования аммиака или разложение органических веществ — на фазе деятельного перегноя и др.

Следующий путь регулирования пищевого режима состоит из мероприятий, направленных на создание в пахотном слое условий,

при которых в корни растений лучше будут поступать необходимые питательные элементы. Для этого нужно создать в почве оптимальные соотношения между различными электролитами и регулировать почвенную реакцию разнообразными агротехническими мерами.

Наконец, решающее значение имеет создание в почве наилучших водных свойств и благоприятного водного режима для своевременного и наиболее полного использования возделываемыми культурами питательных элементов в соответствии с их потребностями. При засухе растения не могут использовать даже те запасы пищи, которые почва содержит и без применения удобрений. В орошаемом земледелии при удобрении сельскохозяйственных культур получают наибольшую прибавку урожая. Но, регулируя водный режим, нужно заботиться о предупреждении возможных потерь питательных элементов от вымывания. Большое значение в этом отношении имеют мероприятия, направленные на удержание почвенных коллоидов в пахотном слое почвы. Для придания устойчивости коллоидной части почвы необходимо вносить в нее известь, которая сокращает потери от вымывания почвенных коллоидов и гумусовых веществ, задерживая их в пахотном слое.

При регулировании пищевого режима нельзя недооценивать и роли возделываемых культур и сорняков. Растение является главным потребителем питательных элементов, но в то же время оно предохраняет элементы пищи от вымывания. Вместе с тем некоторые растения, обладая высокой растворяющей способностью корней, например люпин, гречиха, клевер и др., могут мобилизовать некоторые труднодоступные питательные вещества. На динамику пищевого режима оказывает значительное влияние и ризосфера растений, в которой происходит деятельность микроорганизмов и находятся выделения корней растений. Поэтому все процессы в полевых условиях надо изучать во взаимосвязи и взаимодействии растений, почв и других живых организмов, строго следуя законам земледелия.

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И БОРЬБА С НИМИ

Глава VII

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И КЛАССИФИКАЦИЯ
СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Сорными называются также растения, которые не возделываются человеком, но приспособились к произрастанию вместе с культурными растениями и наносят им вред. Сорняки встречаются на полях, лугах и других сельскохозяйственных угодьях. Кроме того, посевы нередко засоряются другими родами и видами культурных растений, снижающими качество урожая. Например, в посевах озимой пшеницы можно встретить рожь или ячмень, в яровой пшенице — овес. Яровые зерновые культуры часто засорены подсолнечником и т. д. В отличие от настоящих сорняков такие растения называются *засоряющими*. При производстве сортовых семян к засоряющим относятся все растения того же вида, не принадлежащие к данному сорту.

Некоторые сорняки настолько приспособились к условиям жизни культурных растений, что существуют как спутники последних и в естественных условиях не встречаются, например куколь, василек синий. Среди них имеются такие, которые засоряют преимущественно один или несколько сходных по биологическим особенностям родов культурных растений. Такие сорняки называются *специализированными*. В посевах льна можно встретить специализированные виды плевела, рыжика, торицы. Посевы ржи часто засорены специализированным видом костра, а посевы проса — отдельными видами мышей. Спутниками риса являются куриное просо и рисовое просо, люцерны и клевера — специализированные виды повилки.

Однако многие сорняки встречаются среди посевов любой культуры и на различных широтах земного шара. Сорные растения отличаются большой устойчивостью против неблагоприятных почвенно-климатических условий. Приспосабливаясь к жизни культурных растений, сорняки вырабатывают аналогичные им свойства: озимость, яровость, высоту стеблей, способность вести себя как однолетние и двулетние формы. Некоторые сорняки утратили способность самостоятельно обсеменяться, и семена их обмолачиваются вместе с культурными растениями. Примером этому может быть погребок большой.

ВРЕД, ПРИЧИНЯЕМЫЙ СОРНЯКАМИ

Сорняки наносят огромный ущерб сельскому хозяйству. Засоренные посевы сельскохозяйственных культур резко снижают урожай и ухудшают качество продукции.

По данным Института сельского хозяйства Юго-Востока СССР, сорняки снижали урожай яровой пшеницы на 32%, картофеля — на 44, проса — на 84, кукурузы — на 90%. Снижение урожая засоренных посевов объясняется ухудшением условий жизни культурных растений.

Многие сорняки при благоприятных условиях буйно развивают вегетативные органы, опережают в росте культурные растения и затеняют их. Это приводит к ослаблению фотосинтеза и снижению урожая сельскохозяйственных культур. Культурные растения сильнее страдают от затенения в раннем возрасте, особенно те из них, которые медленно проходят первые фазы роста (просо, кукуруза, лен, суданская трава и др.).

Затенение зерновых культур вызывает удлинение нижних междоузлий, ослабление прочности нижней части стебля и полегание хлебов. Опасность полегания увеличивается при засорении посевов такими сорняками, которые обвивают стебли растений и своей тяжестью увеличивают полегание. Затенение почвы уменьшает температуру ее поверхности на 2—4°, тем самым ухудшает деятельность почвенных микроорганизмов и затягивает вегетацию культурных растений, что особенно опасно для сельскохозяйственных районов с коротким летом. Полегание хлеба затрудняют уборку, снижают урожай и ухудшают его качество.

У многих сорняков корневая система развивается быстрее и глубже проникает в почву, чем у культурных растений. Например, корни овсяго достигают двухметровой глубины, донника желтого — 5,5 м. Корни осота розового в первый год жизни достигают глубины 3,5 м, на второй — до 5,75 м и на третий год — до 7,2 м. Благодаря этому сорняки перехватывают воду в корнеобитаемом слое раньше, чем туда проникнут корни культурных растений, и усиливают действие засухи.

П. А. Костычев считал уничтожение сорняков важнейшим средством борьбы с засухой. Он писал: «Какая польза будет от того, что мы приводим почву в прекрасное механическое состояние, способствующее сохранению почвенной влажности, раз сорные травы истреблены не будут. Большая влажность почвы только поможет распространению сорных трав, и для растений культурных не только не останется влаги, но они еще будут заглушены сорной растительностью».

Сорняки потребляют значительное количество питательных веществ. По данным, полученным в Норвегии, растения осота розового, произрастая на отдельных площадках, выносят из почвы азота в 1,5 раза и калия в 2 раза больше, чем колосовые хлеба.

Паразитные сорняки, питаясь продуктами фотосинтеза культурных растений, истощают и приводят их к гибели.

Сорные растения являются местообитанием и временным источником питания многих энтомовредителей и очагами возбудителей болезней культурных растений.

На пырее ползучем развиваются многие вредители культурных растений из семейства злаковых. На курином просе обитает просяной комарик, повреждающий семена культурного проса. Свекловичный клоп, луговой мотылек откладывают яички на растениях мари белой, лебеды, овсюга и щирицы. Два вида долгоносика — вредителей сахарной свеклы, розовый червь, опустошающий посевы хлопчатника, развиваются на сорняках.

На сорняках из семейства крестоцветных живут многие вредители культурных растений, принадлежащих к тому же семейству (капуста, рапс и др.). Стеблевая нематода сохраняется в течение нескольких лет на подмареннике цепком, мокрице и может поражать культурные растения даже при чередовании культур. Свекловичная нематода переходит на свеклу с лебеды и других сорняков.

Многие возбудители опасных болезней культурных растений также развиваются на сорняках. Пырей ползучий, свинорой и другие сорняки из семейства злаковых являются переносчиками ржавчины и других грибных заболеваний зерновых культур. Головня овсюга поражает овес. Картофельный рак переходит на культурные растения с паслена черного. Возбудитель капустной килы живет на дикой редьке и других сорняках из семейства крестоцветных, а возбудитель ложной мучнистой росы — на латуке и осоте огородном.

Вирусные болезни многих культурных растений переносятся насекомыми с сорняков на культурные растения.

Вследствие ухудшения условий жизни и повреждения болезнями и вредителями сельскохозяйственные культуры снижают урожай и качество продукции. Кроме того, многие сорняки обладают ядовитыми свойствами, неприятным вкусом или запахом. Попадая в зерно, муку, корма и другие продукты, они портят их. Наличие в муке даже незначительного количества размолотых семян куколя, плевела опьяняющего, белены, горчака розового делает ее непригодной для человека и животных. На пастбище или в сене примеси растений горчака розового, лютика ядовитого, хвоща полевого и некоторых других могут вызвать отравление животных.

Донник желтый, чеснок, полынь горькая при скармливании скоту придают неприятный вкус не только молоку, но и маслу.

Сорняки создают большие трудности при проведении ряда сельскохозяйственных работ. Значительная засоренность земельных участков, особенно корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, вызывает дополнительные обработки почвы и повышает до 30 % тяговое сопротивление почвообрабатывающих орудий. Грубые одревесневшие стебли донника, осота и других сорняков нередко вызывают поломку уборочных машин. Примесь зеленой массы сорняков в хлебах затрудняет их обмолот комбайном. Сорняки забивают сепарирующие органы комбайнов, приводят к частым остановкам и поломкам уборочных агрегатов. Попавшие в бункер незрелые семена, плоды,

зеленые части стеблей и листья повышают влажность обмолоченного зерна, что вызывает дополнительные затраты на очистку и сушку его. Все это резко снижает производительность труда и повышает себестоимость продукции.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Сорные растения имеют ряд особенностей, которые дают им возможность удержаться на полях, несмотря на применяемые меры борьбы.

Высокая плодovitость является одной из особенностей многих сорных растений. По данным А. И. Мальцева, И. Н. Шевелева и других авторов, отдельные сорняки дают десятки и сотни тысяч семян с одного растения (табл. 17), что во много раз превышает количество семян с одного растения зерновых культур.

Таблица 17

Количество семян с одного растения

Растение	Семян (тыс.)	Растение	Семян (тыс.)
Амброзия полинолистная	5	Ромашка непахучая	54
Гречишка вьюнковая	11,2	Пастушья сумка	73
Редька дикая	12	Полынь горькая	102
Донник желтый	15	Курай	200
Осот полевой	19	Щирица	500
Осот розовый	35	Гулявник	730
Просо крупноплодное	45		

Высокая плодovitость сорняков дополняется различными приспособлениями для распространения семян на значительные расстояния от материнского растения, которые описаны в следующей главе.

Неодновременное и растянутое прорастание семян сорняков является следующей важной биологической особенностью, отличающей сорные растения от культурных. В то время как период прорастания семян большинства возделываемых растений исчисляется днями, у многих сорняков они могут лежать в почве годы и даже десятилетия, не теряя всхожести. По наблюдениям П. А. Костычева, из 400 семян пастушья сумка за 1173 дня проросло лишь 75. Остальные не проросли, но и не потеряли жизнеспособности.

В штате Мичиган (США) свыше 60 лет назад были заложены опыты по выяснению сроков, при которых семена некоторых сорняков не теряют всхожести. Семена поместили в сухом песке в склянках и зарыли в почву на глубину около 60 см. Каждые пять лет эти семена извлекают и часть их ставят на проращивание. До сего времени не потеряли всхожестъ семена портулака, щирицы, подорожника и др.

В других опытах (США) семена цикория сохранили 50% всхожести после десятилетнего хранения в сухом виде, мальва после 57 лет хранения сохранила 6% всхожести, а семена донника белого через 77 лет еще имели всхожесть 18,2%

Некоторые сорняки образуют полиморфные семена. Например, на одном и том же растении мари белой имеются семена трех групп: 1) крупные, коричневые, прорастающие в первые дни; 2) более мелкие, с толстой оболочкой, черного или зеленовато-темного цвета, прорастающие на второй год после созревания, 3) очень мелкие, почти круглой формы, блестящие, черного цвета, прорастающие на третий год.

Свойство семян более или менее длительное время не давать всходов, сохраняя жизнеспособность, объясняют их покоем. Различают глубокий и вынужденный покой. Глубокий покой наблюдается даже при благоприятных для прорастания условиях. Он объясняется физиологическим состоянием семени и строением оболочки. Вынужденный покой вызывается неблагоприятными внешними условиями для прорастания, например недостатком влаги, воздуха, тепла.

Несмотря на то, что требования прорастающих сорняков к теплу и влаге мало отличаются от культурных растений, их всходы появляются раньше, так как семена сорняков прорастают преимущественно из самого верхнего слоя почвы (табл. 18).

Таблица 18

Количество проросших семян сорняков при разной глубине их заделки (%)

Сорняк	Глубина заделки (см)												
	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14
Мари белая	64	42	34	24	27	16	4	4	6	2	—	—	—
Василек синий	—	—	28	12	8	12	6	2	—	—	—	—	—
Куколь	10	69	80	66	92	80	78	66	8	—	—	—	—
Костер ржаной	39	—	58	64	80	38	42	—	4	2	2	2	—
Одуванчик	14	38	24	6	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Осот розовый	6	20	30	12	4	2	2	—	6	—	—	—	—
Пырей	11	36	67	46	32	31	16	11	—	—	—	—	—
Осот полевой	—	32	6	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—

Многие сорняки имеют разнообразные вегетативные органы размножения. О потенциальной возможности засорения посевов этим способом можно судить по количеству вегетативных органов размножения наиболее распространенных сорняков (табл. 19).

Вегетативные органы, разрезанные на мелкие части, не только не утрачивают жизнеспособности, но повышают способность к образованию побегов.

Количество вегетативных органов размножения в почве на 1 м²
(по А. И. Мальцеву)

Растение	Вес (г)	Длина (см)	Число вегетатив- ных почек
Осот розовый	158	8,7	526
Осот полевой	1003	76,0	1 609
Мать-и-мачеха	1524	170,0	2 596
Пырей ползучий	2890	495	25 977

АГРОПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Большое количество сорных растений, встречающихся на территории СССР (около 1500 видов), вызвало необходимость объединения их по важнейшим признакам в группы. Ботаническая систематика сорных растений, основанная на морфологических признаках, оказалась недостаточной для производственных целей. В одну и ту же систематическую группу попадают растения, резко отличающиеся по биологическим особенностям. Возникла необходимость классификации сорных растений по важнейшим биологическим признакам. К ним относятся: способ питания растений, продолжительность их жизни, способ размножения.

По способу питания сорняки делятся на две неравные по численности группы: а) паразитные и полупаразитные и б) непаразитные.

К *паразитным* относятся растения, утратившие способность к фотосинтезу, они имеют редуцированные листья. Сорняки этой группы являются эктопаразитами. Контакт с растением-хозяином у них осуществляется специальными органами (присоски). В зависимости от места связи с растением-хозяином различают *корневые* и *стеблевые* паразитные сорняки.

Полупаразитные сорные растения обладают способностью к фотосинтезу и имеют зеленые листья. Из растения-хозяина они берут воду и растворенные в ней минеральные и частично органические вещества.

Непаразитные растения составляют наибольшую группу сорняков. Они являются обычными сапрофитами и разделены на две большие группы: малолетники и многолетники.

К *малолетникам* относятся растения, жизненный цикл которых продолжается 1—2 года. Они дают семена один раз и после этого целиком отмирают. Размножаются исключительно семенами. В зависимости от продолжительности жизни делятся на эфемеры, яровые ранние и поздние, зимующие, озимые и двулетники.

У *многолетних* сорняков наземные побеги ежегодно отмирают, но остаются жизнеспособными корни, или вегетативные органы размножения, от которых на следующий год появляются новые побеги. Многолетние сорняки подразделяются по способности к веге-

тативному размножению на две группы: 1) вегетативно не размножающиеся или слабо размножающиеся, 2) вегетативное размножение сильно выражено.

В основу дальнейшего деления этих групп положен тип корневой системы и органы вегетативного размножения (корневища, корневые отпрыски, луковичи и т. д.). Ниже приводится полная схема агропроизводственной классификации сорных растений.

Классификация сорных растений

Не паразитные		Паразитные и полупаразитные
<i>I. Малолетние</i> 1. Эфемеры 2. Яровые: а) ранние б) поздние 3. Зимующие 4. Озимые 5. Двулетники	<i>II. Многолетние</i> 1. Не размножающиеся или слабо размножающиеся вегетативно: а) стержнекорневые б) с мочковатой корневой системой 2. С сильно выраженным вегетативным размножением: а) луковичные б) клубневые в) с наземными вегетативными органами (ползучие) г) корневищные д) корнеотпрысковые	1. Корневые 2. Стеблевые

ПАРАЗИТНЫЕ И ПОЛУПАРАЗИТНЫЕ СОРНЯКИ

Эти сорные растения составляют немногочисленную группу очень опасных сорняков, паразитирующих на некоторых культурных растениях.

К *корневым* паразитным сорнякам относятся все виды (около 100) зарази. Это однолетние растения без зеленых листьев. Семена очень мелкие, легко разносятся ветром. Вместе с просачивающейся водой семена попадают в почву, где сохраняют всхожесть до 5 и более лет. Корневые выделения растения-хозяина способствуют прорастанию семян зарази. Росток паразита проникает в глубь корня растения-хозяина, образует там присосок, а над ним снаружи корня — утолщение. Из верхней части утолщения вырастает бесцветный мясистый стебель — цветонос, а из нижней выходят добавочные корешки с присосками. При сильном засорении развивается до 50 и более цветоносов на корнях одного растения-хозяина. Пораженные растения плохо развиваются, дают низкий урожай или погибают до плодоношения.

В нашей стране наиболее распространены следующие виды зарази:

а) зарази *подсолнечная* (*Orobanche cumana*) (рис. 31) паразитирует преимущественно на корнях подсолнечника,

а также на табаке, махорке, томатах, конопле и на некоторых сорняках. Распространена в районах возделывания подсолнечника, особенно на Украине, Северном Кавказе, в Среднем и Нижнем Поволжье;

б) **з а р а з и х а в е т в и с т а я** (*O. ramosa*) паразитирует на конопле, табаке, томатах, реже на капусте, тыкве, дыне, моркови, канатнике и на сорняках — крапиве, дикой конопле и др. Встречается в районах возделывания конопли, табака, махорки;

в) **з а р а з и х а к а п у с т н а я** (*O. brassica*) поражает капусту, реже томаты и бахчевые культуры. Встречается на юге европейской части СССР.

Наиболее распространенными стеблевыми паразитами являются все виды повилики (*Cuscuta*). Это однолетние растения, размножающиеся мелкими семенами. Вместо листьев на стебле имеются чешуйки. Стебель тонкий, обвивающийся вокруг стебля растения-хозяина. Корней нет. После прорастания семян молодые растения повилики присасываются к растению-хозяину и теряют связь с почвой.

Наибольшее распространение имеют повилика клеверная (*C. epithymum*), льняная (*C. epilinum*), полевая (*C. arvensis*).

Повилка клеверная (рис. 32) распространена преимущественно в лесолуговой зоне, паразитирует на клевере, люцерне, эспарцете, вике, льне, картофеле и на других культурных растениях. Семена, трудноотделимые от семян клевера, сохраняют всхожесть в почве до 4—5 лет, в навозе — больше месяца.

Повилка льняная распространена в льноводческих районах европейской части СССР. Засоряет посевы льна, клевера, люцерны, конопли. Паразитирует на многих сорняках.

Повилка полевая распространена в южных, юго-западных и западных районах СССР. Паразитирует на клевере, люцерне, чечевице, доннике, столовой и кормовой свекле, моркови, арбузах и на многих сорняках.

К **полупаразитным** сорнякам относятся однолетние растения — засорители лугов и посевов: очанка (*Euphrasia montana*), зубчатка (*Odontites rubra*), погребенок большой (*Alectrolophus major*).

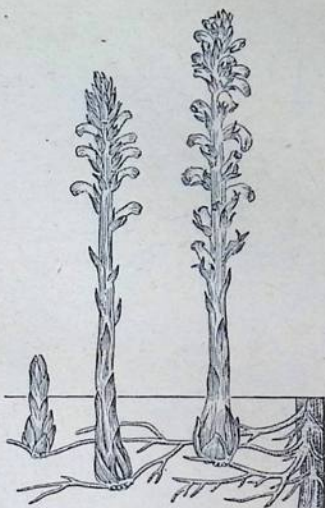


Рис. 31. Заразиха подсолнечная.



Рис. 32. Повилка клеверная.

Погремок большой паразитирует на корнях озимой ржи, являясь зимующим растением. Всходы его без укоренения на корнях ржи через шесть недель погибают. Семена сохраняют всхожесть лишь в течение одного года. Тщательная очистка семян ржи и посев семенами урожая минувшего года обычно избавляют посевы от этого сорняка.

Зубчатка — повсеместный сорняк, развивающийся во второй половине лета, в северных районах паразитирует на корнях ржи, в степных появляется на стерне и на залежах.

В борьбе с паразитными сорняками, кроме общих, применяют специальные меры. К ним относятся: а) посев поражаемых культур в севообороте не ранее чем семена сорняка, находящиеся в почве, потеряют жизнеспособность (для повилики 4—5, для заразихи 6—7 лет); б) спе-

циальные способы очистки семян клевера, ржи, льна, табака и других культур от семян повилики, погремка и прочих паразитных и полупаразитных сорняков; в) выведение сортов, устойчивых против сорняков-паразитов (заразих); г) уничтожение очагов засорения вместе с пораженными растениями-хозяевами химическими и другими способами.

МАЛОЛЕТНИЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Эфемеры — растения с наиболее коротким периодом жизни ($1\frac{1}{2}$ —2 месяца), который проходит в весенний период до наступления сухого лета или осенью. Эфемеры могут давать несколько поколений в течение года.

Представителем эфемерных сорняков является мокрица, или звездчатка (*Stellaria media*), из семейства гвоздичных. Мокрица хорошо и быстро развивается в пониженных влажных

местах, на орошаемых овощных, хорошо обрабатываемых участках. Стебли ветвящиеся, почти стелющиеся, способны давать дополнительные корни из прилегающих к почве узлов. Это свойство позволяет мокрице размножаться не только семенами, но и дополнительными корнями. Одно растение дает 15—25 тыс. семян, может плодоносить 2 раза в год.

Семена мокрицы мелкие, при заделке в почву глубже 3 см всходов не дают. При позднем развитии перезимовывают. Жизнеспособность семян в почве сохраняется в течение 2—5 лет.

Яровые сорные растения делятся на две подгруппы: ранние и поздние. Ранние прорастают рано весной и заканчивают развитие до уборки культурных растений или одновременно с их созреванием.

Семена поздних яровых сорняков прорастают при достаточном прогревании почвы. Растения медленно развиваются и созревают в послеуборочный период. Семена их осыпаются и попадают на поверхность почвы. В посевах поздних культур семена этих сорняков созревают одновременно с культурными растениями и попадают в урожай.

Яровые сорняки дают лишь одно поколение в год. Всходы, появившиеся осенью, погибают от морозов до плодоношения. К ранним яровым относятся овсюг обыкновенный (*Avena fatua*), марь белая (*Chenopodium album*), торица полевая (*Spergula arvensis*), гречишка развесистая (*Polygonum lapathifolium*), горчица полевая (*Sinapis arvensis*), амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia*). Из поздних яровых распространены: щирца обыкновенная (*Amarantus retroflexus*), мышей зеленый (*Setaria viridis*), куриное просо (*Panicum crus galli*) и др.

Для борьбы с этими сорняками важно знать продолжительность периода покоя семян и способность сохранять жизнеспособность в течение определенного промежутка времени. Во время обработки осыпавшиеся семена сорняков перемещаются в пахотном слое. Расположение их в это время на той или иной глубине в значительной мере определяет выбор приемов обработки почвы для борьбы с этими сорными растениями.

Большая часть семян яровых сорняков с осени не прорастают, но хорошо прорастают после перезимовки в почве и зернохранилище. У некоторых видов семена имеют разный период покоя (у марь белой до трех лет, у овсюга обыкновенного от двух месяцев до двух лет). По способности семян сохранять жизнеспособность в почве яровые сорняки можно разделить на три группы: а) жизнеспособность семян сохраняется не более пяти лет, б) от пяти до десяти лет, в) свыше десяти лет. К первой группе относятся, например, семена плевела опьяняющего, куколя обыкновенного, курая, мышей сизого. Ко второй группе можно отнести семена дикой редьки, пикульников, куриного проса, гречишки вьюнковой, торицы полевой и др. Более 10 лет сохраняют жизнеспособность в почве семена марь белой и некоторых других сорняков.

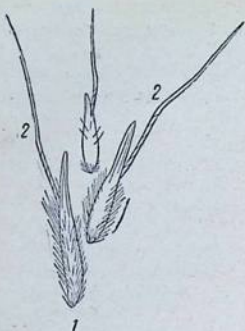


Рис. 33. Зерновки овсяго обыкновенного:

1 — зерновка овсяго; 2 — скрученные ости.

В сухой почве семена сорняков сохраняют жизнеспособность более длительное время, чем при достаточном увлажнении или в орошаемых условиях. Применяя соответствующую агротехнику, можно быстрее устранить опасность засорения посевов.

Глубина, с которой возможно прорастание семян яровых сорняков, имеет большие колебания. Семена мари белой, щирицы, торицы и других мелкосемянных сорняков лучше прорастают с глубины 1—2 см и совсем не прорастают при заделке более 5 см. Более крупные семена мышея зеленого и сизого, плевела опьяняющего, куколя обыкновенного, гречишки вьюнковой, куриного проса и других сорняков могут прорасти с глубины до 10—12 см, а семена овсягов даже до 20 см. Зная эти свойства

семян сорняков, можно применять такие приемы обработки, которые будут способствовать или препятствовать появлению их всходов.

Среди яровых сорняков много специализированных. Семена их по своим физико-механическим свойствам близки к семенам культурных растений, которые они засоряют. К таким сорнякам относятся, например, куколь обыкновенный, куколь льновы, рыжик льновы, плевел опьяняющий, плевел льновы, куриное просо и др. Мелкие семена дикой редьки заключены в членики стручка, которые при уборке попадают в зерно.

Среди примесей зерна часто встречаются семена овсяго, гречишки вьюнковой и других яровых сорняков.

В борьбе с такими сорняками первостепенное значение имеет тщательная очистка посевного материала. Создание специальных машин позволило почти полностью освободить посевы зерновых и льна от куколя.

Наиболее распространенным яровым сорняком в зерновых районах нашей страны в настоящее время является овсяг. В Сибири и Северном Казахстане посевы яровой пшеницы сильно засорены яровыми формами овсяга. Зерновки овсяга (рис. 33), благодаря наличию у их основания сочленения (подковки), легко отделяются и осыплются до уборки и во время уборки урожая. Семена овсяга хорошо прорастают весной после перезимовки, а часть их способна прорасти лишь на второй год. Они трудноотделимы от семян овса. В борьбе с овсягом важное значение имеют тщательная обработка паровых полей, предпосевная провокация семян на прорастание с последующим уничтожением всходов культиватором, очистка посевного материала и обработка посевов гербицидами — карбином и авадексом.

Обременительными сорняками из ранних являются марь белая, дикая редька, горцы, пикульники, торицы, а из поздних — мышей, куриное просо и некоторые другие.

Зимующие сорные растения отличаются от яровых тем, что они имеют яровые и озимые формы. Всходы озимых форм могут перезимовывать. После перезимовки растения образуют розетку прикорневых листьев, быстро растущий стебель и довольно рано заканчивают вегетацию. Семена попадают преимущественно в почву.

Весенние всходы прикорневой розетки листьев не образуют, развиваются как яровые, созревая одновременно или несколько позднее уборки зерновых культур.

Некоторые сорные растения в одних почвенно-климатических зонах развиваются как зимующие, а в других — как яровые. Эти биологические особенности зимующих сорняков позволяют им успешно произрастать в посевах озимых и яровых культур. К этой группе относятся пастушья сумка (*Capsella bursa pastoris*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), василек синий (*Centaurea cyanus*), ромашка непахучая (*Matricaria inodora*), гулявник струйчатый (*Sisymbrium sophia*), живокость посевная (*Delphinium consolida*), мелкоцветник канадский (*Erigeron canadensis*) и др.

Пастушья сумка и полевая ярутка обладают большим полиморфизмом, имеют яровые, зимующие и озимые формы и засоряют посевы озимых и яровых хлебов, пропашные культуры и кормовые травы; произрастает в паровых полях, по обочинам дорог и полей, на усадьбах и молодых перелогох. Яровые формы созревают через 40—45 дней после появления всходов и могут дать несколько поколений в течение года. Семена мелкие имеют растянутый период прорастания, сохраняют жизнеспособность в почве до 6—7 лет. По наблюдениям Г. А. Чесалина (1963), семена ярутки лучше прорастали с глубины 1,5 см, а при заделке глубже 7 см всходов не дали. По данным других исследователей, максимальная глубина прорастания 5 см.

Василек синий встречается преимущественно в нечерноземной полосе. Засоряет озимые и яровые зерновые культуры, многолетние травы. Осенние всходы быстро развиваются весной и дают семена до созревания озимых хлебов, а весенние обсеменяются одновременно с озимыми и частично попадают в урожай. Семена после созревания хорошо прорастают с глубины не более 6—7 см. Семена сохраняют жизнеспособность в почве до трех лет.

Более широкий ареал распространения имеет ромашка непахучая. Ее можно встретить в посевах зерновых, пропашных культур и многолетних трав во всей европейской части СССР, в Сибири, на Дальнем Востоке и в Средней Азии. После скашивания может отрастать. Осыпавшиеся семена хорошо прорастают осенью и весной с поверхности почвы, а заделанные неглубоко в почву всходов не дают, но могут сохранять всхожесть более шести лет.

Гулявник струйчатый распространен повсеместно. Отличается высокой плодовитостью (до 700 тыс. семян на одно растение). Семена

мелкие, засоряют почву. В начале цветения резко усиливает рост. Гулявник создает большие помехи при комбайновой уборке.

Довольно распространенным зимующим сорняком средней полосы СССР является живокость посевная, или сокирики. Семена ее созревают одновременно с яровыми или озимыми хлебами, попадают в зерно, мякину и в почву, обладают ядовитыми свойствами.

За последние годы большой ущерб посевам зерновых культур на Украине и Северном Кавказе наносит канадский мелколистник, завезенный из Америки. Семена его с мелкими летучками разносятся ветром на большие расстояния.

Для уничтожения зимующих сорняков особенно важное значение имеет своевременное лущение жнивья с последующей зяблевой вспашкой, весеннее боронование озимых и яровых культур. Предпосевной обработкой почвы можно уничтожить розетки перезимовавших сорняков. Большая часть зимующих сорняков может быть уничтожена гербицидами.

Озимые сорные растения отличаются от зимующих тем, что для них зимовка обязательна. Независимо от времени прорастания, они дают стебель, цветки, плоды и семена только на следующий год. По биологическим особенностям они являются засорителями озимых хлебов, преимущественно ржи, в нечерноземной полосе. Наибольшее распространение имеют коостер ржаной (*Bromus secalinus*), коостер полевой (*B. arvensis*) и метла (*Apera spica-venti*).

Размножаются озимые сорняки только семенами. Семена коостра ржаного мало отличаются по внешнему виду и размерам от щуплых зерен ржи. Созревают они одновременно с рожью и попадают в семена ржи, от которых их трудно отделить. Коостер полевой имеет более мелкие семена с остью. Семена метлы еще мельче и легко отделяются от семян ржи или пшеницы. Они попадают преимущественно в почву и мякину. Жизнеспособность семян в почве сохраняется от двух (у коостра полевого) до четырех лет (у метлы). Семена коостра прорастают в почве с глубины до 10 см, а метлы не глубже 5 см. Озимые сорняки служат показателем низкой агротехники. Коостер ржаной и метла сильно засоряют рожь на избыточно увлажненных, бедных и плохо обработанных почвах. Полевой коостер менее влаголюбив и чаще встречается в черноземной полосе.

Для уничтожения озимых сорняков важное значение имеют мероприятия по борьбе с избыточным увлажнением почвы, соблюдение агротехники на семенных участках, очистка зерна, весеннее боронование и подкормка озимых.

Двулетние сорные растения проходят полный цикл развития за два года. Весенние всходы в течение первого года образуют розетку листьев или невысокие стебли в нижнем ярусе. В этот период корневая система уходит глубоко в землю. На следующий год весной стебель быстро развивается и растения летом дают семена. Типичные двулетники, прорастая осенью, плодоносят лишь через 2 года, то есть после второй перезимовки. Однако некоторые двулетники, пророс-

шие осенью, развиваются как озимые, то есть дают семена на следующий год. В отдельных случаях после плодоношения двулетники не отмирают, а дают побеги от корневой шейки (резак) или даже от отрезков корня (свербига обыкновенная). К этой группе относятся донники — желтый (*Melilotus officinalis*) и белый (*M. albus*), резак обыкновенный (*Falcaria vulgaris*), белена черная (*Hyoscyamus niger*) и др.

Донник желтый — засухоустойчивое растение, засоряет посевы яровых и озимых культур на Украине, Северном Кавказе и в Сибири. Встречается в центрально-черноземных областях. Высота стебля достигает 2,5 м. Семена покрыты водонепроницаемой оболочкой и могут сохранять жизнеспособность, находясь в почве десятки лет.

Резак распространен на юге и в центрально-черноземных областях в посевах яровых озимых хлебов и пропашных культур. Способен к вегетативному размножению, поэтому некоторые специалисты относят его к многолетникам.

Белена черная — специализированный засоритель мака. Семена белены по размеру и окраске очень похожи на семена мака и трудноотделимы от них. Всходы обоих растений также имеют большое сходство. Одно растение дает сотни тысяч мелких семян, высыпавшихся из коробочки при созревании и прорастающих только при неглубокой заделке во влажную и теплую почву.

Донник желтый и белена черная во всех частях растений содержат ядовитые алкалоиды.

Большое количество кумарина, содержащегося в доннике, вызывает болезненные явления у животных и придает молоку неприятный вкус. Еще большие заболевания вызывают листья, стебли и особенно семена белены.

МНОГОЛЕТНИЕ СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

К этой группе относится много сорных растений из различных семейств. Многолетние сорняки, не имеющие вегетативных органов размножения, могут ежегодно давать новый побег от верхушечной почки корня. Среди них преобладают растения стержнекорневые. К таким сорнякам относятся полынь горькая (*Artemisia absinthium*), цикорий дикий (*Cichorium intybus*), короставник (*Knautia arvensis*), щавель кислый (*Rumex acetosa*), одуванчик (*Taraxacum vulgare*) и др.

Общим признаком этой группы служит стержневой главный корень, проникающий в глубь почвы у некоторых видов до 1,5—2 м. Подрезанный корень или его отрезок образуют вертикальные корни и дают новые побеги. Главный корень у некоторых сорняков может расщепляться вдоль и давать таким образом начало новым растениям, образуя плотный куст.

Стержнекорневые многолетние сорняки размножаются преимущественно семенами. Плоды (семянки) имеют растянутый период прорастания. У некоторых сорняков семена снабжены летучками

и разносятся ветром (одуванчик). Семянки других сорняков засоряют почву, где они сохраняют жизнеспособность от 2 до 7 лет. Прорастают с глубины не более 5 см и лишь отдельные виды могут давать всходы с глубины до 7 см (короставник). Стержнекорневые сорняки засоряют различные полевые и овощные культуры, встречаются в садах и на лугах. В центрально-черноземных областях распространена полынь горькая; при поедании ее молочным скотом молоко приобретает горький вкус и запах полыни.

На юге, в центральных областях европейской части СССР и в Сибири распространен дикий цикорий. В нечерноземной полосе на лугах, в посевах многолетних трав, на дорогах и перелогох встречается щавель кислый. Одуванчик можно встретить на лугах, по канавам, газонам, обочинам полей и дорог. Клевер и люцерна повсеместно засоряются п о д о р о ж н и к о м л а н ц е т о л и с т н ы м (*Plantago lanceolata*).

Из агротехнических мер особое значение в борьбе со стержнекорневыми сорняками имеют глубокая зяблевая вспашка, подрезание и удаление розеток сорняков, систематическое подкашивание на лугах, сеяных травах, дорогах и обочинах полей.

Меньшая группа сорняков, лишенных специальных органов вегетативного размножения, имеет мочковатые корни. К ним относятся л ю т и к е д к и й (*Ranunculus acer*) — ядовитый сорняк лугов и увлажненных мест и п о д о р о ж н и к б о л ь ш о й (*Plantago major*), встречающийся в посевах зерновых и многолетних трав, особенно на залежах, дорогах, в садах и на усадьбах. Размножаются эти сорняки исключительно семенами. Мелкие семена подорожника разносятся человеком, животными и транспортными средствами. При подрезании корневой шейки кистекорневые многолетники не отрастают.

Многолетние сорные растения, имеющие специальные органы вегетативного размножения, в зависимости от вида этих органов подразделяются на ползучие, луковичные и клубневые, корневищные и корнеотпрысковые.

Ползучие многолетние сорные растения в качестве органов вегетативного размножения имеют стеблевые побеги (усы, плети и т. д.), стелющиеся по земле и укореняющиеся в узлах. К ним относятся л ю т и к п о л з у ч и й (*Ranunculus repens*), л а п ч а т к а г у с и н а я (*Potentilla anserina*), б у д р а п л о щ е в и д н а я (*Glechoma hederacea*) и др. У всех ползучих сорных растений, кроме будры плющевидной, стеблевые побеги однолетние. По мере роста происходит укоренение их в узлах и образуются розетки листьев, которые зимуют, а в следующем году развиваются как самостоятельные растения. Количество стеблевых побегов от одного растения при благоприятных условиях достигает 5—8, а длина каждого побега — 2 м. Размножение семенами у этих сорняков имеет подчиненное значение.

Правильная обработка почвы, особенно лущение жнивья и зяблевая вспашка, служит действенным средством уничтожения этих сорняков.

Клубневые и луковичные сорные растения. К клубневым относятся чина клубненосная (*Lathyrus tuberosus*), чистец болотный (*Stachys palustris*), сыть круглая (*Cyperus rotundus*) и др., к луковичным — лук круглый (*Allium rotundum*), лук полевой (*A. oleraceum*).

Клубневые сорные растения образуют на корнях или подземных стеблях утолщения, которые после перезимовки дают начало новому растению. Кроме того, они размножаются семенами. Семена в почве долго сохраняют жизнеспособность и медленно прорастают. Чистец болотный встречается в лесолуговой зоне, особенно на избыточно увлажненных почвах. Чина клубненосная распространена в степной полосе, а сыть круглая — в орошаемых районах Средней Азии, Закавказья, в Краснодарском крае.

Луковичные растения размножаются, кроме семян, луковичками, образующимися в нижней части стебля у основания материнской луковицы. При обработке почвы луковички освобождаются от материнского растения и переносятся на новые места. Осенью луковички прорастают, а после перезимовки образуют стебель, несущий соцветие, на котором развиваются семена.

У лука полевого луковички образуются в соцветии и во время уборки попадают в зерно. Дикie луки встречаются в посевах зерновых и бобовых, а также на целине и лугах в средней и южной части СССР. Все виды лука портят продукцию, придавая ей неприятный вкус и запах.

Корневищные сорные растения — представлены значительным количеством широко распространенных трудно искореняемых родов и видов, повсеместно засоряющих полевые культуры.

Органами вегетативного размножения у них служат подземные стебли — корневища. Наиболее распространенными злостными сорняками этой группы являются пырей ползучий (*Agropyrum repens*), острец (*Agropyrum ramosum*),

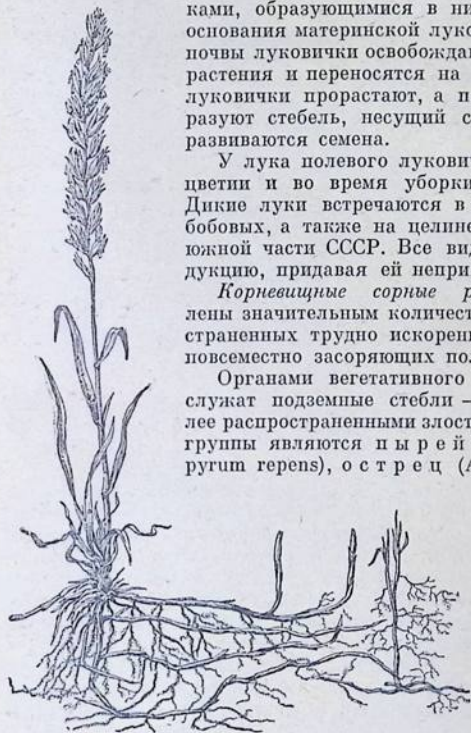


Рис. 34. Пырей ползучий и его подземная система.

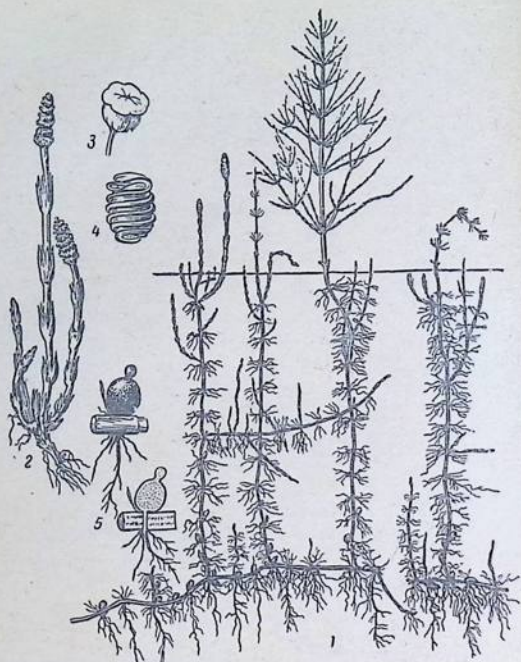


Рис. 35. Хвощ полевой:

1 — корневища с корнями и надземными побегами; 2 — надземные спороносные побеги; 3 — споростебель со спорангиями; 4 — спора; 5 — отрезок корневища и клубенька.

свинорой (*Cynodon dactylon*), гумай (*Andropogon halepensis*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*).

Наименьшая глубина залегания корневищ из перечисленных выше сорных растений отмечается у пырея ползучего. До 90% корневищ размещается у него на глубине до 12 см (рис. 34). Корневища остреца на рыхлых почвах находятся на глубине 20—25 см, а на плотных — на глубине 15—20 см и менее. Основная масса корневищ гумая (до 90%) размещается в пахотном слое почвы, но отдельные корневища проникают на 45 см и более. Корневища хвоща полевого располагаются в несколько ярусов на глубине до 100 см (рис. 35).

У свинороя корневища то уходят на значительную глубину, то снова выходят на поверхность (рис. 36).

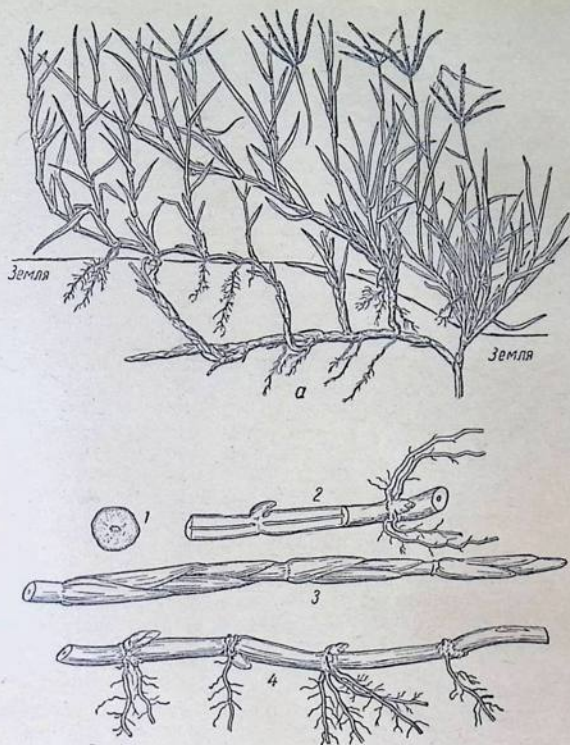


Рис. 36. Свинойор:

а — общий вид растения; 1 — поперечный разрез; 2 — продольный разрез; 3 — верхняя часть молодого корневища с зачаточными листьями; 4 — часть корневища с почками и придаточными корнями.

Важный биологический признак этой группы сорных растений — продолжительность жизни корневищ и способность их образовывать почки и новые побеги. Молодые корневища пырея появляются в начале лета, а в конце следующего лета отмирают. Общая продолжительность их жизни составляет 12—13 месяцев. Корневища, образовавшиеся поздней осенью, могут перезимовывать 2 раза и жить 15—16 месяцев. Почки корневищ прорастают в течение теплого периода, причем у прошлогодних корневищ почки прорастают ак-

тивнее в начале периода, а у молодых — к осени. Почки на мелких отрезках корневищ прорастают полнее и дружнее, чем на крупных или целых. Поэтому размельчение корневищ усиливает побегообразование, что используют для борьбы с пыреем.

Острец имеет одно главное горизонтально расположенное корневище, оно не выходит на поверхность почвы, имеет острый прочный конец, пронизывающий встречающиеся на его пути плотные участки почвы, корни и клубни других растений. От главного корневища отходят боковые горизонтальные, на которых образуются узлы и почки. Длина всех горизонтальных корневищ у одного растения достигает 100 м и более. От горизонтальных корневищ к поверхности почвы отходят вертикальные с зачаточными листьями. При выходе на поверхность они образуют в первый год листья. После перезимовки появляются плодоносящие стебли. На третий год на старых вертикальных корневищах образуются только слаборазвитые листья, а на четвертый корневища отмирают. Отрезки горизонтальных корневищ хорошо приживаются, особенно при заделке на 10 см. Такие отрезки побегов не дают и быстро отмирают.

Корневища свинороя (см. рис. 36), как и острца, живут несколько лет, но наиболее жизнеспособны в возрасте 2—3 лет. Образуются они в фазе кущения растений, но интенсивно растут лишь в теплый период. Корневища свинороя, особенно молодые, обладают высокой приживаемостью, но быстро высыхают и отмирают. Отрастание значительно уменьшается при глубоком залегании корневищ.

Гумай имеет три типа корневищ (А. И. Мальцев): первичные (старые), сохранившие жизнеспособность и образующие плодоносящие стебли; вторичные, отрастающие от первичных, короткие, выходящие наружу и дающие новые растения; третичные — запасные, отходящие от этих молодых растений. Толстые запасные корневища проникают глубоко в почву и после перезимовки дают начало новому растению.

Хвощ полевой имеет несколько ярусов плотных жестких корневищ (см. рис. 35). В узлах корневищ образуются утолщения в виде клубеньков, которые отделяются от корневищ и дают новые побеги. При разрыве горизонтальных и вертикальных корневищ в ближайших от места повреждения узлах появляются один, два или три побега. В верхних узлах вертикальных корневищ осенью образуются почки, дающие на следующий год плодоносящие и вегетирующие побеги. Рано весной появляются плодоносящие побеги, образующие в марте — июне (в зависимости от условий произрастания) созревшие споры. В конце весны образуются бесплодные побеги, вегетирующие до поздней осени. Жизнеспособность корневищ хвоща высокая, отрезки их длиной 1 см дают побеги. Отрастание происходит с глубины 30 см и более.

Способность к семенному размножению у корневищных сорняков неодинакова. Она слабее выражена у пырея ползучего и острца. Пырей не каждый год дает всхожие семена. Созревают они одно-

временно с яровыми зерновыми культурами и попадают в почву и в зерно. Следующей весной семена прорастают. Семенная продуктивность острца мала, большинство зерновок — щуплые, прорастают лучше при переменной температуре.

Семенное размножение у свинороя подавлено, но хорошо развитые растения дают до 2—3 тыс. семян, которые долго держатся на растении и засоряют почву. Семена лучше прорастают в прогретой почве с глубины не более 2—3 см.

У гумая способность к семенному размножению выражена сильнее. Семена его трудно отделимы от семян суданской травы, для которой гумай является специализированным засорителем. Основная часть семян прорастает после перезимовки, весной, когда почва хорошо прогреется и имеет достаточную влажность. Максимальная глубина прорастания 5—6 см.

Плодоносящие побеги хвоща дают огромное количество спор, которые легко разносятся ветром и прорастают на поверхности почвы.

Наибольшее распространение из корневищных сорняков имеет пырей ползучий, встречающийся повсюду, кроме сильно засушливых районов. Здесь пырей уступает место острцу, как более засухоустойчивому и морозостойкому сорняку. Более глубокое расположение корневищ позволяет острцу сохранять жизнеспособность при недостатке влаги в верхнем слое почвы и переносить суровые бесснежные зимы. Острец распространен в степной зоне европейской части СССР, Сибири и Северного Казахстана. Как и пырей, засоряет все культуры.

Свинорой засоряет сады, виноградники, полевые и овощные культуры в Средней Азии, Закавказье, в причерноморских районах Северного Кавказа, Украины и Молдавии.

Гумай — злостный сорняк в орошаемой зоне Средней Азии. За последнее время с семенами суданской травы проник в Закавказье, Крым и другие южные районы. Особенно сильно засоряет посевы суданской травы, сорго и пропашных культур.

Хвощ полевой распространен в лесолуговой зоне на дерново-подзолистых почвах. Встречается также и в черноземной зоне в пониженных местах с неглубоким залеганием грунтовых вод. Засоряет все культуры, но особенно вредит посевам многолетних трав.

Мероприятия по борьбе с корневищными сорняками направлены прежде всего на уничтожение вегетативных органов размножения. В зависимости от биологических особенностей, глубины залегания их в почве применяют разные методы подавления жизнеспособности этих сорняков. Они будут подробно изложены в следующей главе.

Корнеотпрысковые сорные растения, так же как и предыдущая группа сорняков, обладают сильно выраженной способностью к вегетативному размножению. Органами такого размножения являются корневая поросль (корневые отпрыски), появляющаяся из почек главного корня или всей корневой системы. Эта поросль дает начало новым растениям, которые в дальнейшем порывают связь с мате-

ринским растением и образуют новые корневые отпрыски. Постепенно вокруг одного растения появляется много самостоятельных растений, занимающих площадь в несколько квадратных метров. При дальнейшем размножении отдельные куртины сливаются в сплошной засоренный массив. Наиболее распространенными засорителями посевов сельскохозяйственных культур являются осот полевой (*Sonchus arvensis*), осот розовый (*Cirsium arvense*), молочай (*Mulgedium tataricum*), горчак розовый (*Actoptilon picris*), молочай (*Euphorbia virgata*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), щавель малый (*Rumex acetosella*) и др.

Вегетативные органы размножения корнеотпрысковых сорных растений размещаются в почве на разной глубине, имеют неодинаковую (но в общем высокую) способность к отращиванию.

Большинство из них в отличие от корневищных обладают высокой семенной плодовитостью, что вызывает дополнительные трудности в борьбе с этими сорняками. Семена осотов снабжены летучками и переносятся ветром на большие расстояния. Семена вьюнка полевого часто попадают в зерно, а щавеля малого — в семена клевера. Попавшие в почву семена корнеотпрысковых сорняков некоторых видов прорастают сразу (осот полевой, щавель малый и др.) или медленно (вьюнок полевой, горчак розовый). Прорастание лучше происходит при неглубокой заделке (1—2 см). С глубины более 5 см семена большей части корнеотпрысковых растений не прорастают. Семена в почве сохраняют жизнеспособность несколько лет.

Горизонтальные корневые отпрыски у большей части растений этой группы располагаются в пределах пахотного слоя, мельче у осота полевого (рис. 37) и молочая (5—15 см), глубже у осота розового, горчака (до 25—30 см). Часть корневых отпрысков молочая и вьюнка полевого залегают в подпахотном слое (рис. 38). Высокой жизнеспособностью отличаются корни и корневые отпрыски осота полевого и розового, молочая, молочая и др. Несколько слабее побеги образуются от отрезков корней у вьюнка полевого.

Корнеотпрысковые сорные растения распространены по всей территории нашей страны. Они засоряют все полевые культуры, развиваются на чистых парах, в садах, на усадьбах и перелогах.

В нечерноземной полосе чаще встречается осот полевой и вьюнок полевой. Осот розовый засоряет преимущественно черноземные и каштановые почвы в лесостепной и степной полосе. В степных засушливых районах юго-востока РСФСР, Украины, Сибири, Казахстана и Средней Азии широко распространены молочай, горчак и др.

В борьбе с корнеотпрысковыми сорняками используются приемы, предупреждающие засорение полей, и меры по уничтожению жизнеспособных семян и вегетативных органов размножения, а также агротехнические и химические средства борьбы с сорняками в посевах.

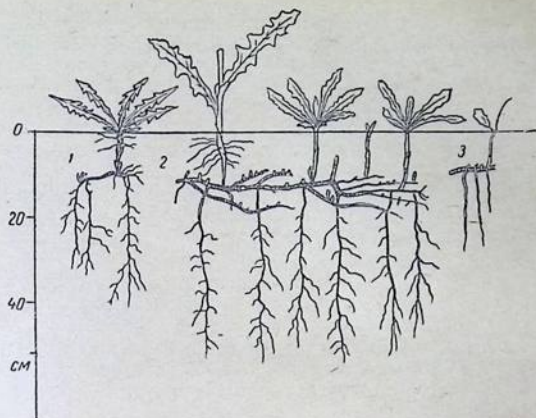


Рис. 37. Осот полевой и его подземная система:
1 — растение осенью; 2 — старое растение; 3 — поросль от отрезка
корня.

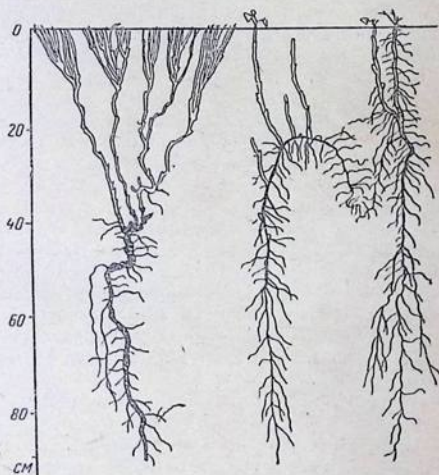


Рис. 38. Подземная система вьюнка полевого:
справа — молодое растение осенью первого года; слева — старое
растение с порослью от корня.

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ

Приемы борьбы с сорными растениями можно разделить на агротехнические и химические.

Высокая агротехника при возделывании сельскохозяйственных культур служит основой в борьбе с сорняками. Преимущество агротехнических приемов состоит в том, что каждый из них, кроме уничтожения сорняков, выполняет и другие важные задачи, например регулирование водно-воздушного, теплового и питательного режимов, борьба с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур и т. д.

В зависимости от поставленной цели выделяют следующие три группы мероприятий: а) предупреждение попадания на поля семян и вегетативных органов размножения сорняков; б) уничтожение имеющихся в почве жизнеспособных семян и вегетативных органов размножения; в) уничтожение прорастающих и вегетирующих сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЗАСОРЕНИЯ ПОЛЕЙ

Чтобы выяснить возможные способы попадания на поля семян или вегетативных органов размножения, необходимо учитывать разнообразные приспособления, при помощи которых распространяются семена сорняков. Значительная часть их имеет летучки (рис. 39). У одной группы сорных растений летучки прикреплены непосредственно к семенам (осоты), у других расположены на ножке (одуванчик, козлобородник). Благодаря летучкам созревшие семена даже при небольшом ветре легко отделяются и переносятся на значительные расстояния. При уменьшении силы ветра они опускаются на землю. Ветер переносит также семена с тонкими отростками, хохолками и крылышками.

У другой группы семян сорняков имеются различные прицепки (рис. 40), которыми они прикрепляются к шерсти животных, одежде человека, перьям птиц, таре, транспортным средствам и переносятся вместе с ними на другие места.

У семян некоторых сорных растений есть приспособления, которые скручиваются и раскручиваются при изменении влажности. Например, скрученные остии овсюга при соприкосновении с влажной почвой раскручиваются и вызывают передвижение семян и даже ввинчивание его в почву.

Сорняки с шарообразной формой куста в период созревания семян легко отрываются ветром от почвы и катятся по полю. При этом семена осыпаются и рассыпаются по полю. Так распространяются семена курая, получившего народное название перекаати-поле.

Большая часть сорняков образует мелкие семена, которые вместе с землей прилипают к рабочим органам сельскохозяйственных машин

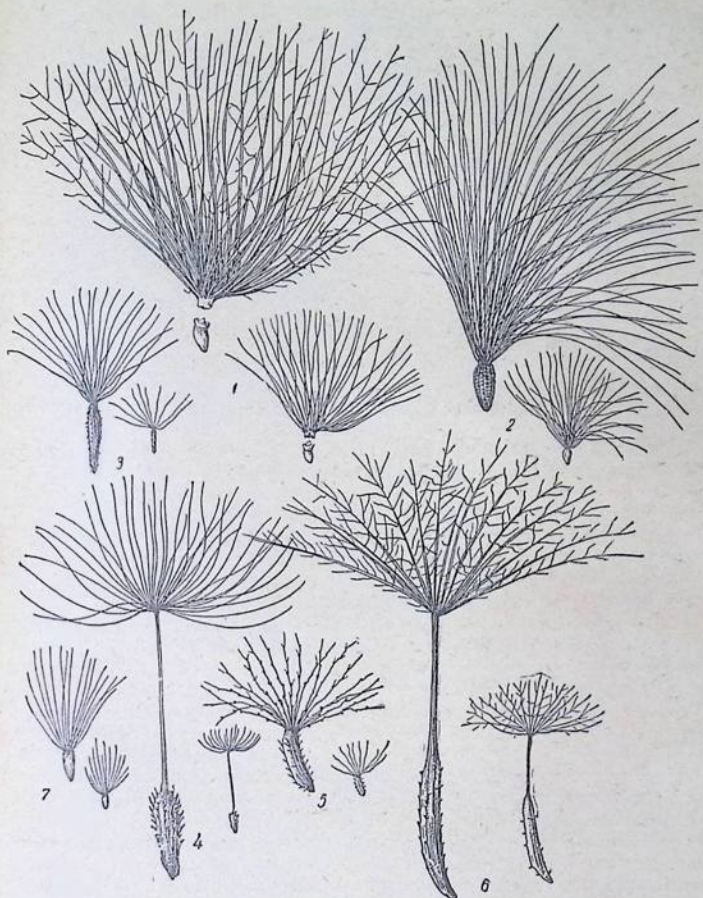


Рис. 39. Семена сорных растений с летучками:

1 — осот розовый; 2 — осот полевой; 3 — мать-и-мачеха; 4 — одуванчик; 5 — крестовник обыкновенный; 6 — козлобородник восточный; 7 — мелколистник канадский.

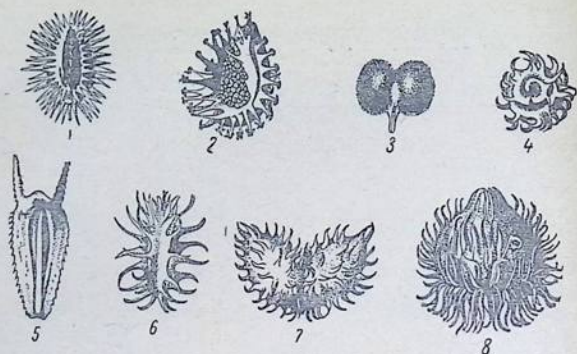


Рис. 40. Семена сорняков с прицепками:

1 — морковь дикая; 2 — липучка; 3 — подмаренник цепкий; 4 — люцерна дикая; 5 — череда; 6 — репешек; 7 — дурнишник; 8 — лопух.

и орудий, к колесам транспортных средств, к обуви человека, к ногам животных и переносятся на другие участки или поля.

Семена многих сорняков имеют прочные оболочки, которые позволяют сохранить жизнеспособность при прохождении через пищеварительные органы животных. Поедаемые вместе с соломой, мякишой, зерновыми отходами или силосом, такие семена попадают в навоз и вместе с ним в почву. Этим объясняется нередко наблюдаемое увеличение засоренности упавоженных полей.

Сорные семена переносятся водой. При сильных дождях они попадают в трещины почвы и в пониженные места. На орошаемых землях средством распространения семян служат каналы и поливные борозды.

Семена специализированных сорняков созревают обычно одновременно с засоряемыми культурами и попадают при уборке в зерно. По своим размерам, удельному весу, парусности они настолько близки к семенам культурных растений, что их трудно отделить. При недостаточно тщательной очистке семена таких сорняков остаются в посевном материале и высеваются вместе с ним в поле.

У других сорняков семена при созревании сильно осыпаются и до уборки культурных растений и во время ее проведения падают на почву, а затем при вспашке смешиваются с землей и засоряют весь пахотный слой. Чем позднее проводится уборка, тем больше засоряется почва семенами сорняков. Это показано наблюдениями Б. М. Смирнова за осыпаемостью овсяга (табл. 20).

Задача предупредительных мероприятий состоит в том, чтобы закрыть все пути, через которые органы размножения сорняков попадают на поля.

Количество осыпавшихся семян овсяго

Дата наблюдений	Осыпалось на 1 м ²		Дата наблюдений	Осыпалось на 1 м ²	
	число семян	%		число семян	%
24/VII	1066	9	11/VIII	7 927	67
30/VII	3316	28	20/VIII	9 948	84
5/VIII	5092	43	22/VIII	11 369	96

Чтобы семена сорняков не попали в поле с семенами культурных растений, их надо тщательно очищать. В зависимости от физических свойств семян культурных растений и содержащихся в них семян сорняков подбирают те или иные зерноочистительные машины. Семена с разной длиной разделяют на вращающейся цилиндрической ячеистой поверхности по толщине и ширине — на продольных и круглых решетках. Свойство парусности используют для разделения семян в струе воздуха. Семена с шероховатой поверхностью или с прицепками отделяют на горках. Шарообразные семена можно освободить от семян иной формы при движении семян по наклонной спиральной поверхности. Различие в удельном весе семян используют для разделения их в растворах. В современных сложных зерноочистительных машинах имеются устройства для разделения семян по большинству этих признаков.

По стандарту на посевной материал для семян зерновых культур I класса допускается не более 5 семян сорняков, для II класса и более 10 семян на 1 кг. Засоренность посевного материала семенам сорняков определяется в контрольно-семенных лабораториях, которые выдают соответствующие документы о пригодности семян к посеву.

Для предупреждения засорения полей через навоз надо избегать использовать для подстилки солому, содержащую семена сорняков. Корма, в которых имеются семена сорняков, необходимо запаривать. При правильном хранении навоза находящиеся в нем семена теряют всхожесть.

Чтобы не допустить передвижения семян сорняков с талыми, ливневыми и поливными водами, надо осуществлять мероприятия по прекращению поверхностного стока воды. На орошаемых землях необходимо уничтожать сорняки, произрастающие на берегах каналов и постоянных оросителей, систематическим подкашиванием или химическими средствами. Кроме того, в постоянных оросителях ставят сетки, щиты и др., задерживающие семена сорняков при выходе воды во временные оросители, и устраивают отстойники.

Для предохранения полей от попадания сорняков с обочин полей, дорог, усадеб и других необрабатываемых участков эти места необходимо систематически обкашивать или применять на них гербициды.

Во время уборки урожая надо принять меры к тому, чтобы семена сорняков не распространялись с уборочными машинами, транспортными средствами и тарой. Для этого уборочные машины снабжают устройствами для собирания семян. По мере наполнения уловителей семена сорняков ссыпают в специальные места и уничтожают. По окончании работы на данном участке ходовые части тракторов, уборочные машины и почвообрабатывающие орудия тщательно очищают от приставших семян сорняков, налипшей земли и корневищ. Транспортные средства при перевозке зерна снабжают брезентом или рядом, препятствующим просыпанию семян сорняков через щели. После разгрузки зерна на току брезент стряхивают на специально отведенном месте, где семена сорняков уничтожают по мере их поступления.

Чтобы уменьшить опасность от заноса сорных семян ветром, высокостебельные сорняки необходимо подкашивать в посевах, особенно те, семена которых имеют летучки. В степной и лесостепной зонах значительная часть семян с летучками задерживается полезащитными лесными полосами. На опушках и внутри полос проводят тщательный уход за насаждениями, своевременно уничтожая в них сорняки.

Чтобы семена сорняков не разносились скотом, не рекомендуется пасти его на полях, а естественные и искусственные пастбища очищают от сорных трав.

Предупредительные мероприятия окажут полное действие лишь при условии, если они проводятся повсеместно. Землепользователи обязаны проводить на землях, находящихся в их пользовании, борьбу с сорняками. Некоторые предупредительные мероприятия проводятся в государственном масштабе. К ним относится противосорняковый карантин, имеющий задачу не допустить завоз из других стран семян сорняков, которых нет в нашей стране (внешний карантин), или предупредить распространение опасных сорняков из одних районов в другие (внутренний карантин). Для этого организована специальная служба, контролирующая поступающие из-за границы или из одной области в другую семена сельскохозяйственных культур и другие товары, с которыми могут быть завезены семена сорняков. Посевной материал с карантинными сорняками не допускается к перевозке и посеву. Он подвергается тщательной очистке. Если освободиться от семян карантинных сорняков нельзя, вопрос об использовании такого посевного материала решается карантинной инспекцией.

Если на полях или непахотных угодьях появятся очаги карантинных сорняков, их уничтожают любыми средствами вместе с находящимися поблизости культурными растениями.

В настоящее время в перечень сорняков внешнего карантина включены амброзия приморская (*Ambrosia maritima*); бузинник пазушный, или ива многолетняя (*Iva axillaris*), паслен каролинский (*Solanum carolinense*), все виды стриги (*Striga asiatica*, *S. euphrasioides*, *S. hermonthica*). К ограниченно распространенным в стране сорным ра-

стениям относятся амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisifolia*), амброзия трехраздельная (*A. trifida*), амброзия многолетняя (*A. psilostachya*), горчак розовый (*Acroptilon picris*), ценхрус якорцевый (*Cenchrus tribuloides*), паслен колючий (*Solanum rostratum*), повилика — все виды (*Cuscuta*). Этот список периодически пересматривают и вносят те или иные изменения.

УНИЧТОЖЕНИЕ В ПОЧВЕ СЕМЯН И ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАЗМНОЖЕНИЯ СОРНЯКОВ

Для разработки этих мероприятий необходимо иметь информацию о степени засорения почвы органами семенного и вегетативного размножения сорняков. Такую информацию может дать карта засоренности почвы. Методика учета семян сорняков и вегетативных органов размножения изложена в учебном пособии для лабораторно-практических занятий *.

Для уничтожения жизнеспособных семян используют метод провокации. Он состоит в том, что в определенные периоды, когда поле свободно от посевов, создают благоприятные условия для прорастания семян, а после появления всходов их уничтожают теми или иными приемами обработки. Если поле свободно от посевов длительное время, можно применять метод провокации 2—3 раза и более, создавая каждый раз благоприятные условия для прорастания сорняков, находящихся в той или другой части пахотного слоя почвы. Метод провокации широко применяют в системе зяблевой, паровой и предпосевной обработки почвы. Об эффективности его в системе зяблевой обработки можно судить по результатам опытов, проведенных на станции полеводства Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева (Г. А. Чесалин, 1963), которые показали увеличение количества проросших сорняков при более ранних сроках зяблевой обработки почвы и особенно при своевременных лущениях и вспашке (табл. 21).

В южных районах с более продолжительным послеуборочным периодом можно провести до наступления холодов три обработки (два лущения и вспашка или лущение, вспашка и культивация) и дважды создавать хорошие условия для прорастания сорных семян. Появившиеся после первой обработки всходы уничтожают при второй; третьей обработкой будут уничтожены сорняки, взошедшие после второй.

Возможность очищения почвы от семян сорняков еще более расширяется при обработке чистых, особенно черных, паров. За осенне-весенне-летний период можно провести несколько обработок, разрыхляя почву на разную глубину и создавая тем самым благоприятные условия для прорастания семян то в одном, то в другом слое. За

* С. А. Воробьев и др. Практикум по земледелию. Изд. «Колос», Москва, 1967.

период парования можно очистить весь пахотный слой от всхожих семян сорняков.

В опытах Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства (1950—1952 гг.) при весенне-летней послойной обработке черного пара было уничтожено до 1100 всходов сорняков на 1 м², а при поверхностной на одну и ту же глубину — только 480.

Т а б л и ц а

Количество всходов сорных растений в зависимости от приемов зяблевой обработки почвы

Приемы обработки	Число растений на 1 м ²			Всего в % к первому варианту
	после лущения	после зяблевой вспашки	всего	
Лущение одновременно с уборкой + вспашка 15/IX	249	95	344	100
Вспашка 15/VIII	—	264	264	77
Вспашка 15/IX	—	71	71	21
Лущение 15/IX, вспашка весной	59	—	59	17
Вспашка 15/X	—	6	6	2

Эффективность метода провокации в системе предпосевной обработки выше при более поздних посевах сельскохозяйственных культур. Он широко применяется в Северном Казахстане, степных и лесостепных районах Сибири для очищения почвы от семян овсяго и других малолетних сорняков.

Для усиления прорастания сорняков после первой предпосевной обработки под поздние яровые культуры и в чистых парах во время летней обработки полезно прикатывать почву.

Вторым методом очищения почвы от жизнеспособных семян сорняков является лишение жизнеспособности их путем глубокой заделки в почву. В этом случае семена или совсем не прорастают, или их проростки гибнут, не достигая поверхности почвы вследствие полного использования имеющихся в эндосперме семени питательных веществ. Этот метод можно использовать для того, чтобы лишить семена сорняков жизнеспособности или по крайней мере предупредить появление всходов в течение ближайших лет до следующей обработки на ту же глубину. По данным Эрастовской опытной станции (Днепропетровская область), после зяблевой вспашки на 30 см засоренность посевов кукурузы по сравнению с вспашкой на 20 см уменьшилась в 2 раза.

Значительная часть семян сорняков при глубокой заделке в почву теряет жизнеспособность через 4—5 лет, а семена некоторых специализированных сорняков (плевелы, костер полевой, куколь обыкновенный и др.) отмирают в почве за 1—2 года. Следовательно, глубокая вспашка (на 30—35 см) через каждые 4—5 лет при нормальной или мелкой обработке почвы в остальные годы позволяет

лишить жизнеспособности семена сорняков, перемещенные вниз пахотного слоя. Семена с более продолжительным периодом покоя следует запахивать в подпахотный горизонт на длительное время (9—10 лет). На основании исследований С. А. Котт (1955) высказал предположение, что на окультуренных почвах семена отомрут за более короткий срок. В практике часто применяют сочетание методов провокации и лишения жизнеспособности посредством разноглубинной обработки почвы.

Для уничтожения жизнеспособных вегетативных органов размножения сорняков применяют механическое удаление, высушивание, промораживание, истощение и удушение.

Механическое удаление применяют для очищения почвы от корневищ с большой прочностью на разрыв и расположенных в верхней половине пахотного слоя (корневища пырея, острца, свинороя и др.). При этом способе находящиеся в верхнем слое корневища извлекаются из почвы многократными обработками пружинными культиваторами или боровами вдоль и поперек поля. Извлеченные корневища собирают с поля, высушивают и сжигают. Корневища острца, свинороя, находящиеся в нижней части пахотного слоя, сначала перемещают вспашкой в верхний слой, а затем проводят культивации и боронование.

К недостаткам этого способа относится неполное удаление из почвы корневищ. В опытах кафедры земледелия Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева при четырехкратной обработке почвы пружинными культиваторами извлекалось лишь 85% корневищ. Оставшиеся мелкие отрезки корневищ растаскиваются культиватором равномерно по всему полю. В хорошо разрыхленной почве создаются наилучшие условия для быстрого отрастания оставшихся корневищ и размножения сорняка.

Другим недостатком этого способа являются значительные затраты на обработку и излишнее распыление почвы при многократной культивации или бороновании. Поэтому в настоящее время он не рекомендуется, хотя в некоторых районах довольно широко применяется.

Высушивание корневищ на солнце может применяться в степных засушливых районах при паровой или ранней зяблевой обработках. Корневища соответствующими приемами обработки размещают ближе к поверхности почвы, где они через 15—30 дней высыхают. Затем их собирают и сжигают. При жаркой и сухой погоде в степных районах Украины таким способом можно почти полностью освободиться от жизнеспособных корневищ свинороя. При выпадении осадков он не дает положительных результатов.

Промораживание корневищ применяют в районах с сухими холодными и малоснежными зимами. Для этого их во время зяблевой вспашки перемещают в верхний слой почвы. Весной промороженные корневища глубоко заделывают в почву, где значительная часть их отмирает. Частично поврежденные морозом корневища загнивают и сильно снижают свою жизнеспособность.

Способ *истощения* применяют для уничтожения вегетативных органов размножения корнеотпрысковых и корневищных сорняков с глубоким залеганием корневой поросли и корневищ (осот розовый, молокан, горчак розовый, вьюнок, хвощ полевой и др.). Он основан на истощении корневой системы систематическим подрезанием появляющихся на поверхности почвы побегов. При этом запасы пластических веществ в корневой системе расходуются на образование новых побегов и не пополняются. Когда эти запасы будут полностью истощены, корневая система со всеми подземными органами вегетативного размножения отмирает. Способ истощения с успехом можно применять в поле черного пара и с меньшей эффективностью — в системе ранней яблевой обработки. Для окончательного уничтожения частично уцелевших, но ослабленных корневых систем рекомендуется по пару или ранней яблевой обработке высевать пропашные или озимые культуры. Междурядной обработкой пропашных культур завершается работа по ликвидации вегетативных органов размножения многолетних сорняков. Озимые же культуры сильно затевают ослабленные всходы сорных растений, резко снижают продуктивность их ассимиляции и также способствуют окончательному отмиранию корневых систем.

В системе ранней яблевой обработки почвы в южных районах страны для истощения корневых систем многолетних сорняков применяют 2—3 лущения с увеличением глубины обработки и глубокую яблевую вспашку. Такая обработка позволяет снизить засоренность корнеотпрысковыми сорняками до 70%.

К недостаткам способа истощения относятся его длительность и значительные затраты. Эти недостатки можно смягчить, сочетая обработку почвы с применением гербицидов.

Способ *удушения* теоретически разработан и предложен В. Р. Вильямсом для уничтожения корневищ пырея ползучего. Экспериментальная проверка его и широкая практика показали высокую эффективность этого способа не только для уничтожения пырея, но и других корневищных и корнеотпрысковых сорняков, у которых вегетативные органы размножения находятся в пахотном слое.

Повышенная побегообразовательная способность отрезков корневищ и корневых отпрысков долгое время служила причиной отказа от применения дисковых орудий на полях, где имеются корневищные и корнеотпрысковые сорняки. Между тем в каждом отрезке имеется в несколько раз меньше пластических веществ для питания проростка по сравнению с неразрезанными корневищами и корневыми отпрысками. Прорастание корневищ пырея ползучего уменьшается с увеличением глубины заделки и почти прекращается при заделке глубже 20 см. Предварительное проращивание отрезков с последующей их заделкой еще больше снижает отрастание. Чем мельче отрезки, тем быстрее расходуются содержащиеся в них пластические вещества при побегообразовании и тем хуже они отрастают второй раз при глубокой заделке. Эти биологические закономерности и

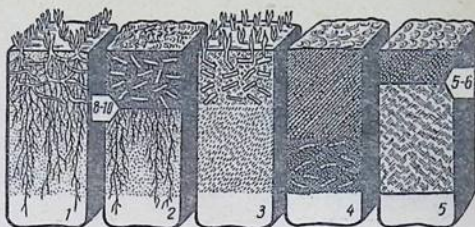


Рис. 41. Схема обработки почвы, засоренной пыреем ползучим:

1 — почва перед лущением; 2 — то же, после двукратного продольного и поперечного дискования; 3 — через 10—12 дней после дискования; 4 — после зяблевой вспашки плугом с предплужником; 5 — после весенней предпосевной культивации.

используются при способе удушения. Практически удушение осуществляется в системе зяблевой обработки или при осенней обработке черного пара перекрестным дискованием на глубину 10—12 см и последующей глубокой вспашки плугом с предплужниками во время массового появления всходов сорняка.

Во время дискования горизонтально расположенные корневища и корневые отпрыски разрезаются на отрезки длиной 10—20 см. Эти отрезки через 10—12 дней дадут дружные всходы. В это время проводят глубокую вспашку, устанавливая предплужники несколько глубже дискования. Заделанные отрезки вегетативных органов размножения дают второй проросток, который, не достигнув поверхности, погибает. Конкретное применение схемы обработки почвы (рис. 41) зависит от ряда условий, в частности от типа и вида сорняков, от глубины залегания органов размножения, от мощности пахотного слоя и др.

По данным Стендской селекционно-опытной станции (Латвийская ССР), применение вышеуказанной зяблевой обработки привело к уменьшению корневищ пырея на 82%, тогда как при механическом удалении количество корневищ в почве уменьшилось на 59%, а после вспашки плугом с предплужником без предварительного дискования лишь на 48%.

В Сибири, где послеуборочный период короткий и холодный, способ удушения не дает удовлетворительных результатов. Но он с успехом применяется в поле чистого (раннего) пара.

Сельскохозяйственными опытными учреждениями и практиками Сибири разработан и проверен другой эффективный способ уничтожения пырея в поле раннего пара. Сущность его заключается в том, чтобы систематическими обработками дисковыми орудиями рано вспаханного парового поля не дать пырею образовывать и развивать новые корневища. Старые же корневища к осени отмирают. Лущение пырейного перелога отвальными лущильниками на глубину залегания

ния корневищ, трехкратное дискование по мере появления всходов пырей и осенняя вспашка на 20—22 см позволяют на 85 % уменьшить засоренность посевов яровой пшеницы пыреем ползучим.

Способы удушения корневищ и систематического уничтожения появившихся всходов дисковыми орудиями дадут положительные результаты только при своевременном уничтожении или достаточно глубокой заделке проростков. При запоздалой обработке пырей развивает фотосинтетическую деятельность, образует новые корневища и снова размножается.

УНИЧТОЖЕНИЕ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Для разработки мероприятий по уничтожению сорняков в посевах необходимо проводить ежегодно учет засоренности полей вегетирующими сорными растениями. Результаты учета могут использоваться также для контроля эффективности применяемой системы мер борьбы с сорняками.

Для учета засоренности полей используют глазомерный и количественно-весовой метод. В производственных условиях более применим глазомерный метод как менее трудоемкий и дающий достаточные данные.

При глазомерном учете оценка засоренности проводится по 4-балльной системе по шкале А. И. Мальцева. Баллом 1 оценивается слабая засоренность, когда в посевах встречаются лишь единичные сорные растения. Если сорняки встречаются чаще, но их значительно меньше, чем культурных растений, засоренность оценивается баллом — 2. Балл 3 соответствует сильной засоренности, когда сорняков много, но они еще не преобладают над культурными растениями. Если сорняков очень много и они подавляют высевные растения, ставят балл 4.

Обследование полей проводят несколько раз в течение вегетационного периода, но обязательно весной перед применением гербицидов по всходам.

Количественно-весовой метод применяют в научно-исследовательской работе, а также для корректировки данных, полученных глазомерным методом.

Техника учета в обоих случаях подробно изложена в учебных пособиях к лабораторно-практическим занятиям.

На основании материалов учета составляют карту засоренности полей каждого севооборота (рис. 42), на которой определенным цветом или штриховкой всего поля обозначают преобладающую биологическую группу сорняков (яровые, зимующие и озимые, корнеотпрысковые, корневищные и др.). В левом нижнем углу ставят общий балл засоренности данного поля. Другие биологические группы сорняков обозначают сектором кружка, изображенного на каждом поле. К карте прилагают список наиболее распространенных видов сорных растений.

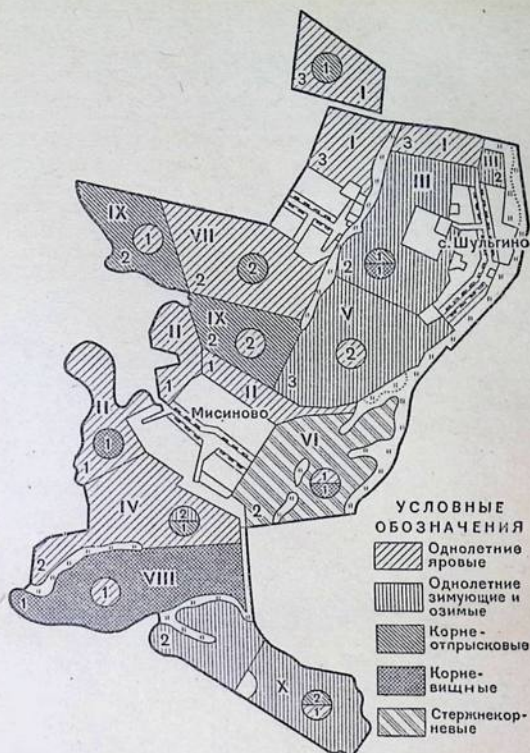


Рис. 42. Карта засоренности посевов.

Карты и ведомости засоренности посевов и почвы служат исходным материалом для разработки агротехнических и химических мер борьбы с сорняками.

Агротехнические меры можно разделить на механические и биологические.

К *механическим* мерам относятся удаление сорняков приемами ухода за посевами (боронование, междурядная обработка, прополка семенных участков и особенно ценных культур и др.).

К *биологическим* мерам относятся все другие приемы, направленные на лучшее развитие культурных растений и на подавление

сорняков (севооборот, сроки и способы посева, применение удобрений, известкование и т. д.), а также заражение их специфическими болезнями, не поражающими культурные растения.

Из механических приемов важное значение имеет послепосевное боронование посевов. Оно может проводиться до и после появления всходов сельскохозяйственных культур.

По данным Пермской областной опытной станции, в среднем за 3 года при бороновании посевов овса до всходов количество сорняков на 1 м² уменьшилось с 338 до 104, а после всходов — до 115. Урожай овса повышался на 2—2,8 ц с гектара. Боронование до и после появления всходов яровой пшеницы в опытах Центральной опытной станции Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения (Г. А. Чесалин) снизило засоренность посевов более чем в 3 раза, а урожай пшеницы повысился на 20%.

Боронование яровых зерновых культур до всходов полезно проводить при спелости верхнего слоя почвы через 3—4 дня после посева. В это время можно уничтожить значительную часть молодых проростков сорняков без повреждения всходов культурных растений.

Не меньшее значение для борьбы с сорной растительностью имеет весеннее боронование озимых культур, которым уничтожаются всходы озимых и зимующих сорняков. Двухлетние опыты, проведенные в Краснодарском крае (С. Каплан, 1950—1951), показали, что после весеннего боронования посевов озимой пшеницы засоренность их уменьшалась на 70—90%, в зависимости от применяемых орудий, а прибавка урожая пшеницы достигала 24%.

Еще выше эффективность боронования посевов пропашных культур (картофель, кукуруза, подсолнечник, соя и др.). При правильном и своевременном его применении можно уничтожить 80—90% всходов сорняков. Более глубокая заделка семян кукурузы, клубней картофеля и более мощные всходы этих культур позволяют смелее проводить довсходовое боронование. Осторожность требуется при бороновании посевов подсолнечника и сахарной свеклы. Боронование до всходов на свекловичных полях применяют, когда длина проростков свеклы будет не более 1 см, а после всходов — в фазе вилочки. Для этого используют сетчатые и легкие зубовые бороны, а также ротационные мотыги.

Эффективной мерой уничтожения всходов сорных растений при возделывании пропашных культур является междурядная обработка с одновременным удалением сорняков из рядков или гнезд. Периодичность и сроки обработки зависят от особенностей возделываемой культуры, от степени и характера засоренности и применения гербицидов.

Общими требованиями к междурядной обработке являются:

а) своевременное проведение ее, как только появятся всходы сорняков, чтобы не дать им укорениться и наносить вред культурным растениям;

б) хорошее подрезание всходов сорняков в обрабатываемой зоне и точное ведение трактора и культиватора с соблюдением защитных

зон, чтобы не допустить подрезки и засыпания земель всходов культурных растений;

в) согласование уничтожения сорняков с другими задачами междурядной обработки и выбор соответствующих марок культиваторов, их рабочих органов и т. д.

Сочетание приемов механического действия с биологическими и химическими дает лучшие результаты по сравнению с отдельным их применением.

Из биологических мер наибольшее практическое значение имеют севооборот, способы и сроки посева, нормы высева и другие мероприятия для быстрого и дружного роста культурных растений. Правильное чередование культур затрудняет размножение той или иной биологической группы сорняков, приспособившихся к определенным культурным растениям. В сочетании с системой обработки почвы чередование культур является основным методом борьбы как с вегетирующими сорняками, так и с засоренностью почвы и профилактическим мероприятием для предупреждения засорения полей. Особенное значение имеют чистые и ранние занятые пары, пропашные культуры. Под многолетними травами создаются неблагоприятные условия для размножения малолетних сорняков.

Своевременный посев чистыми кондиционными семенами в хорошо подготовленную удобренную почву способствует созданию равномерной оптимальной густоты стеблестоя. Культурные растения опережают в своем росте сорняки и подавляют их рост и развитие.

Немаловажную роль в угнетении сорняков играют правильно установленные нормы высева семян. В опытах Ростовской станции засоренность посевов яровой пшеницы при увеличении нормы высева с 300 до 600 зерен на 1 м² уменьшилась вдвое, а урожай пшеницы повысился на 6,6 ц с гектара.

Не меньшее значение имеет равномерное размещение растений на площади. По данным той же станции, засоренность посевов яровой пшеницы при узкорядном посеве снижалась на 21 %, ячменя — на 30 %, а озимой пшеницы — на 67 %.

Хороший стеблестой культурных растений затрудняет развитие злостных сорняков. В изреженных посевах сельскохозяйственных культур сорняки сильно разрастаются и подавляют культурные растения.

Для борьбы с сорняками могут быть использованы различные организмы, вызывающие болезни сорняков, но безопасные для культурных растений, а также насекомые-вредители. Так, мушка фитомиза повреждает до 90 % растений заразили. Заражение посевов подсолнечника мушкой фитомизой в Одесской области увеличило количество поврежденных семенных коробочек заразили до 98 % против 27 % на контроле.

Некоторые сорняки (осот розовый, цикорий дикий, ромашка непахучая и др.) часто поражаются болезнью, вызывающей израстание цветков и препятствующей плодоношению.

Однако болезнетворные организмы и насекомые-вредители практически еще не используются для борьбы с сорняками. Разработка эффективных биологических средств и методов их применения составляет одну из важных задач научно-исследовательских учреждений.

Глава IX

ХИМИЧЕСКАЯ БОРЬБА С СОРНЯКАМИ

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕРБИЦИДОВ

Большое значение в общей системе мер борьбы с сорной растительностью имеет применение современных химических средств — гербицидов. Эти средства не могут заменить агротехнических мер борьбы, но являются очень эффективным к ним дополнением. Применение гербицидов дает возможность почти полностью механизировать уход за растениями, устранить трудоемкие ручные операции, повысить урожай сельскохозяйственных культур, улучшить качество продукции, облегчить уборку урожая и повысить производительность труда в сельском хозяйстве. Гербицидами можно уничтожить сорняки на 75—80% и более. При этом дополнительные затраты окупаются в 5—10 и более раз. Для внесения гербицидов используют высокопроизводительные тракторные опрыскиватели, аэрозольные агрегаты и авиацию.

Большая часть гербицидов имеет среднюю и слабую токсичность для теплокровных животных и человека. Однако при работе с ними необходимо соблюдать меры личной и общественной безопасности, предусмотренные санитарными правилами.

Гербициды (от латинских слов *herba* — трава, *caedere* — убивать) в буквальном смысле — химические вещества, убивающие траву, или «травоморы».

К современным гербицидам относится большое количество высокоактивных веществ, главным образом органических, и много неорганических соединений.

Кроме классификации по химическому составу, гербициды разделяют на группы в зависимости от особенностей действия на растения, а также по способам применения (допосевное, предвсходовое, послевсходовое и внесение в почву). Выделяют гербициды, применяемые против определенных сорных растений, например противозлаковые (далапон, ТХА, дихлоральмочевина и др.).

По характеру действия на растения различают гербициды избирательного действия, или селективные, и сплошного действия, или общеистребительные. Гербициды избирательного действия предназначаются для подавления сорняков в посевах культурных растений. Часть из них имеют широкую избирательность, например производные 2,4-Д, 2М-4Х, которые поражают многие виды сорняков из класса двудольных растений. Есть гербициды с узкой избирательностью, например карбин применяется только для уничтожения овсяга в посевах пшеницы, ячменя, гороха и ряда других (табл. 22).

Классификация гербицидов (избирательного действия)

Для обработки наземных органов растений		Для внесения в почву	
контактные	системные	контактные	системные
Минеральные масла	Производные алифатических карбоновых кислот	Производные фенола	Производные алифатических карбоновых кислот
Тракторный керосин	Далапон	Пентахлорфенолят натрия, ДНОК	Далапон, рандокс, ТХА
Производные фенола	Производные бензойной кислоты		Производные карбаминной и тиокарбаминной кислот
Пентахлорфенолят натрия, ДНОК	2 метоксн-3,6-дихлорбензойная кислота (банвел)		ИФК, хлор-ИФК, авадекс, тиллам, энтам
Неорганические соединения	Хлорфеноксисоединения		Производные мочевины
Серная кислота, пшампид кальция и др.	Производные хлорфеноксисукусной, хлорфеноксипропионовой и хлорфеноксимасляной кислот — 2,4-Д (соли и эфиры), 2М-4Х, 2, 4, 5-Т (соли и эфиры), 2, 4, 5-ТП, 2,4-ДП, 2М-4ХП, 2,4-ДМ, 2М-4ХМ		Дихлоральмочевина, монурон, диурон, линдион (лорекс) Триазины
	Производные карбаминной кислоты		Атразин, симазин, пропазин, хлоразин, прометрин
	Карбин	Комбинированные препараты	
	Баплен		
			Алипур, мурбетол

Гербициды сплошного действия предназначаются для уничтожения сорняков на участках, где нет культурных растений, — на обочинах дорог, канавах, каналах и т. д. Деление гербицидов на избирательные и сплошные условно, так как одни и те же препараты в зависимости от применяемых доз могут проявлять себя различно, например монурон в дозах 1,5—1,8 кг на гектар применяется как гербицид избирательного действия, в более высоких дозах уничтожает всю растительность. Избирательность действия гербицидов обуславливается их химическим составом, зависит от формы препаратов и способов применения, а также от анатомо-морфологических и физиологических особенностей растений и фазы их развития.

Растения с плотными покровными тканями, снабженными кутиклой, более устойчивы к гербицидам. Глубокое расположение корневой системы ослабляет действие почвенных гербицидов, так как они задерживаются верхним слоем почвы и не достигают зоны деятель-

ных корней. Поэтому осот розовый и полевой, вьюнок полевой, хвощ полевой не поражаются симазинном в посевах кукурузы при внесении его в обычных дозах.

Большое значение в синтезе и практическом использовании гербицидов имеет физиологическая или биохимическая избирательность, которая обуславливается превращением гербицидов в растениях под влиянием их ферментных систем. В некоторых растениях гербициды довольно быстро разрушаются до нетоксичных соединений. Например, симазин при поступлении в корни кукурузы быстро разрушается в них под действием фермента пероксидазы, поэтому кукуруза очень устойчива к этому препарату. В других случаях, наоборот, происходит превращение гербицида в более токсичное для растений соединение. Так, производные феноксимасляных кислот — 2,4-ДМ и 2М-4ХМ — в чувствительных к ним растениях в процессе ферментативного β -окисления превращаются в 2,4-Д и 2М-4Х, которые более токсичны, и поэтому такие растения гибнут.

Интересным примером проявления физиологической избирательности является действие 2М-4ХП (ранкотекса) на устойчивые к 2М-4Х сорнякам — мокрицу-звездчатку и подмаренник цепкий. Работы Лифа (1964) показали, что устойчивость подмаренника цепкого к 2М-4Х является следствием детоксикации этого гербицида в растении вследствие отщепления обоих атомов углерода в боковой цепи. Присутствие α -метилгруппы в ранкотексе препятствует такой детоксикации, гербицид накапливается в клетках растений, что обуславливает его токсическое действие.

Гербициды избирательного действия применяют при опрыскивании наземных органов или вносят в почву. В первом случае они проникают через листья и передвигаются по сосудам флоэмы; в другом — поступают в растения через корни и передвигаются по сосудам ксилемы. Имеются гербициды, которые проникают в растения через листья и корни и передвигаются как по флоэме, так и по ксилеме (2,4-Д, далапон, 2, 3, 6-ТБК и др.). Их можно вносить в почву и опрыскивать ими растения.

Избирательные гербициды в зависимости от особенностей их действия на растения делятся на две группы — гербициды контактного действия и гербициды, передвигающиеся в растениях, или системные (см. табл. 22).

Контактные гербициды поражают сорняки только в местах соприкосновения с растениями, повреждают покровные и паренхимные ткани, листья, а при внесении в почву и корни. При значительном повреждении происходит гибель наземных органов или молодых проростков. Контактные гербициды проникают в растения незначительно и практически в них не передвигаются, поэтому они повреждают только пораженные наземные органы растений, корневая система многолетников при этом не повреждается и может давать новые побеги. Контактные гербициды лучше действуют при более полном покрытии растений раствором ядохимиката, что достигается применением более высоких норм расхода жидкости.

Системные гербициды проникают в растения через листья или через корни при внесении их в почву. Первой преградой для них является кутикула, через которую лучше проникают липофильные органические гербициды, так как они растворяются в кутикуле и растворяют ее. Гербициды проникают в листья и через устьица. Вторым препятствием на их пути являются полупроницаемые плазматические мембраны клеток. Преодолев эту преграду, гербициды затем с потоком ассимилятов передвигаются в мезофилл листа и достигают сосудов флоэмы. По флоэме гербициды переходят в корневую систему, в генеративные органы и накапливаются в зоне активного роста в меристематических тканях, где вызывают глубокие нарушения физиологических процессов и приводят к гибели растения.

Гербициды, внесенные в почву, вместе с почвенным раствором всасываются корневыми волосками, перемещаются по клеткам коры корня, достигают сосудов ксилемы и с транспирационным током передвигаются в наземные органы растений.

Системные гербициды лучше уничтожают многолетние глубоко укореняющиеся сорняки и кустарники. Они применяются в меньших дозах и с малыми объемами жидкости. Их действие в значительной степени обуславливается проницаемостью через покровные ткани при опрыскивании наземных органов и скоростью поступления в корневую систему при внесении в почву.

Способы применения гербицидов. Гербициды применяют: а) перед посадкой и посевом культурных растений в смеси с удобрениями или путем опрыскивания растворами, суспензиями и эмульсиями с последующей заделкой в почву боронованием или культивацией. При этом поражаются главным образом прорастающие сорняки;

б) после посева перед появлением всходов культурных растений (довсходовое) путем опрыскивания растворами, суспензиями или эмульсиями. В этом случае гербициды поражают как прорастающие, так и вегетирующие сорняки. Продолжительность действия гербицидов зависит от погодных условий, от биологической активности почвы и от химической устойчивости препаратов;

в) после появления всходов (послевсходовое) для опрыскивания всходов культурных растений. При этом особенно важно правильно определить сроки обработки, чтобы не повредить культурные растения и уничтожить сорняки в раннем возрасте. Большое значение имеет также правильное установление дозы препарата и нормы расхода жидкости.

В посевах пропашных культур применяют так называемое направленное опрыскивание, при котором гербициды специальными опрыскивателями вносят в рядки или междурядья. В последние годы широко применяется внесение гербицидов в почву в виде гранул. При таком способе гербициды действуют на сорняки более продолжительное время и их можно разместить в почве на нужной глубине.

Контактные гербициды для обработки наземных органов растений

Минеральные масла получают при перегонке нефти и горючих сланцев, состоят из предельных и непредельных углеводородов. Их токсичность обуславливается содержанием непредельных (ароматических) углеводородов, температурой кипения и вязкостью.

К гербицидам избирательного действия относят масла, содержащие 20—25% ароматических углеводородов с температурой кипения 150—210°. Масла, содержащие 40% ароматических углеводородов, с температурой кипения 210—380° относятся к гербицидам сплошного действия.

Для усиления действия минеральных масел к ним добавляют другие гербициды. В этом случае масла называются крепленными и применяются в меньших количествах. У растений, чувствительных к минеральным маслам, происходит денатурация плазматических мембран растительных клеток и растворение их в масле. Поэтому проницаемость клеток увеличивается, клеточный сок вытекает в неклеточные полости листьев и ткани высыхают.

Тракторный керосин содержит 20—30% непредельных углеводородов и имеет температуру кипения 110—300° С. Растения из семейства зонтичных, содержащие эфирные масла, устойчивы к керосину, поэтому его можно применять для уничтожения сорняков в посевах моркови путем опрыскивания, начиная с образования первого настоящего листа. Норма расхода 300—400 л и при очень сильном засорении до 500—600 л на гектар. Листья сорняков, обработанные керосином, быстро бурют и подсыхают; действие становится заметным через 1—2 часа после обработки, а гибель сорняков наступает через 2—3 дня. Сильнее поражаются молодые сорняки при высоте 5—8 см, переросшие сорняки с огрубевшими тканями поражаются плохо. Чувствительны к керосину многие малолетники — мокрица, марь белая, щирица, ярутка полевая, пикульники и однолетние злаки. У многолетников отмирает наземная часть, но они отрастают вновь. Лучшие результаты получаются при опрыскивании в теплую солнечную погоду. При необходимости можно опрыскивать повторно и прекращать обработку за месяц до сбора пучковой продукции.

Производные фенола являются универсальными пестицидами, их применяют против вредных насекомых, грибных болезней и сорняков. В качестве гербицидов используют пентахлорфенол, пентахлорфенолят натрия, ДНОК. Они подавляют в растениях процессы окислительного фосфорилирования, угнетают флавиновые ферменты и повышают активность железосодержащих оксидаз, угнетают дыхание растений.

Соединения этой группы остротоксичны для человека и теплокровных животных.

Пентахлорфенол ПХФ. Выпускается минерально-масляная эмульсия с содержанием 20% ПХФ, которая рекомендуется в качестве до-всходового гербицида на посадках картофеля в дозе 4—6 кг, сахарной свеклы 3—4 кг действующего вещества на гектар при расходе жидкости 400 л.

Для борьбы с повиликой в посевах клевера и люцерны рекомендуется опрыскивание минерально-масляной эмульсией ПХФ стерни после укоса в дозе 15—20 кг действующего вещества на гектар при разбавлении в 400 л воды.

ПХФ очень ядовит для человека и теплокровных животных (при поступлении в организм через кожу, дыхательные пути или желудочно-кишечный тракт). Остаточные количества ПХФ в продуктах питания не допускаются.

Пентахлорфенолят натрия — хорошо растворимый в воде порошок, содержит 92% действующего вещества. Применяется для опрыскивания до появления всходов некоторых овощных культур, сахарной свеклы, картофеля в дозах 5—8 кг на гектар при разведении в 400 л воды. Подавляет повилику в посевах клевера и люцерны. Очень ядовит для человека и теплокровных животных. Остаточные количества в пищевых продуктах недопустимы.

ДНОК-2-метил-4,6-динитрофенол, динитро-о-крезол, селлион. Кристаллическое вещество желтого цвета, плохо растворимое в воде и несколько лучше в органических растворителях. В качестве гербицидов используется натриевая и аммонийная соли ДНОК, хорошо растворимые в воде.

Аммонийная соль ДНОК выпускается в виде желтого порошка, с содержанием 40% действующего вещества. Применяется для подавления широколистных двудольных сорняков в посевах зерновых культур и льна. Для усиления действия ДНОК в качестве активатора добавляют сульфат аммония и смачиватель ОП-7 в количестве 0,1—0,2% (от объема раствора). Гербицидная активность препарата возрастает при повышении температуры и влажности, что связано с лучшим проникновением гербицида в растение. Посевы яровых зерновых культур обрабатывают ДНОК в фазе 3—4 листьев в количестве 2—3 кг на гектар путем опрыскивания с нормой расхода жидкости 400—500 л.

ДНОК поражает торицу полевую, пикульники, подмаренник цепкий, паслен черный и ряд других сорняков, многие из которых устойчивы к 2,4-Д. В посевах льна хорошие результаты дает совместное применение ДНОК и 2М-4Х. Так, по данным ТСХА, в условиях Московской области смесью ДНОК в количестве 1,35 кг и 2М-4Х — 0,25 кг на гектар уничтожали сорняки на 85% опрыскиванием льна при его высоте 12—15 см. Опрыскивание льна ДНОК в сухую и теплую погоду в дозах 2—4 кг на гектар вызывало ожоги листьев льна и снижение урожая.

ДНОК используется для борьбы с повиликой в посевах клевера и люцерны, для чего пораженные участки через 2—5 дней после укоса опрыскивают раствором гербицида в дозе 15—20 кг на гектар

и расходе жидкости 500 л. Повилика погибает, а многолетние травы отрастают вновь.

ДНОК взрывоопасен и очень ядовит для человека и теплокровных животных. Остаточные количества в пищевых продуктах не допускаются.

Гербициды, передвигающиеся в растениях, — системные

Производные алифатических карбоновых кислот. *Далапон, даупон, радапон* — 2,2-дихлорпропионовая кислота. Выпускается натриевая соль в форме белого порошка, хорошо растворимого в воде с содержанием 83—85% действующего вещества, или в виде бурой жидкости, содержащей 40% действующего вещества.

Далапон хорошо поглощается листьями и корнями растений, поэтому его можно применять до и после появления всходов сорняков. Поражает как однолетние, так и многолетние злаковые сорняки. Действие далапона в растениях связывают с нарушением синтеза пантотеновой кислоты, входящей в состав кофермента А. Эти нарушения приводят к гибели растения.

У поврежденных далапоном злаковых растений листья скручиваются в трубку, изгибаются, наблюдается обильное кущение. Далапон действует медленно, и даже чувствительные к нему растения погибают через 2—3 недели. Он более токсичен для молодых, быстро растущих и хорошо обводненных растений. В растениях далапон накапливается в меристематических тканях. Далапоном нельзя обрабатывать растения, предназначенные в зеленом виде для питания человека или животных. Он рекомендуется для борьбы со злаковыми сорняками в посевах сахарной свеклы, хлопчатника, люцерны и в садах. На свекле далапон применяется для опрыскивания посевов за 2—3 дня до появления всходов в дозе 4—6 кг действующего вещества на гектар, а по всходам — 3—4 кг в фазе второй пары настоящих листьев. Люцерну рекомендуется опрыскивать в первый год по всходам при высоте 3—7 см.

На полях, сильно засоренных пыреем ползучим, свинороем, гумаем и некоторыми другими сорняками, рекомендуется осенняя обработка далапоном в дозах 15—25 кг действующего вещества на гектар после уборки культуры с перепахкой почвы через 15—20 дней: на следующий год на этих полях можно сеять лен, крестоцветные культуры или высаживать картофель.

Для борьбы с многолетними злаковыми сорняками в хлопчатнике применяют осеннее опрыскивание далапоном в дозах до 40—50 кг на гектар.

В плодовых насаждениях далапон рекомендуется использовать для обработки междурядий и приствольных кругов в дозе 6—8 кг на гектар с нормой расхода жидкости 400—600 л.

Далапон слабоядовит для человека и теплокровных животных.

Производные бензойной кислоты. *Банеел-Д, дикамба*, 2-метоксипро-3,6-дихлорбензойная кислота. Выпускается в виде диметиламинной

соли 2-метокси-3,6-дихлорбензойной кислоты. Содержит в одном литре 480 г действующего вещества. Применяется для опрыскивания всходов. Зерновые культуры в фазе кущения устойчивы к этому гербициду. В дозах 70—270 г на гектар поражает многие двудольные сорняки, устойчивые к 2,4-Д и 2М-4Х, — гречишку развесистую и вьюнковую, мокрицу-звездчатку, подмаренник цепкий, торицу полевую, крестовник обыкновенный и др. В дозах от 0,5 до 5 кг на гектар банвел-Д поражает многолетние сорняки — вьюнок полевой, осот розовый, горчак розовый, амброзию многолетнюю и др. — в очагах их распространения, а также на лугах и на пастбищах, в междурядьях садов. Этот гербицид проникает в растения через листья и корни. В растениях и в почве довольно быстро разрушается.

Банвел-Д используют для приготовления комбинированных препаратов путем смешивания с 2М-4Х.

Хлорфеноксиуксусные соединения. Производные хлорфеноксиуксусной кислоты. К этой группе гербицидов относятся 2,4-Д (соли и эфиры), 2М-4Х (соли и эфиры) и 2,4,5-Т (соли и эфиры).

Натриевая соль 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) — диконирт. В чистом виде белое кристаллическое вещество, растворимое в воде. При 20° С растворяется около 3,5 г на литр. Технический препарат, выпускается в виде серовато-розоватого порошка с содержанием не менее (по ТУ-У) 70% действующего вещества — 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты. Препарат имеет резкий, неприятный и стойкий запах карболовой кислоты. С двухвалентными и трехвалентными катионами в растворах образует нерастворимые в воде соли, поэтому при работе с ней нельзя использовать жесткую воду.

Натриевая соль 2,4-Д подавляет широколистные двудольные сорняки, проникает в растения через листья и корни. Применяют для опрыскивания всходов зерновых культур водным раствором.

Зерновые опрыскивают в период кущения — начала выхода в трубку, а кукурузу — в фазе 3—5 листьев. В это время культурные растения более устойчивы к 2,4-Д. Средние дозы показаны в таблице 23. Максимальные дозы устанавливают при засорении посевов осотом розовым и полевым, вьюнком полевым и др. Для лучшей смачиваемости сорняков в раствор добавляют ОП-7 (смачиватель) в количестве 0,1—0,2% объема раствора, или 10—12% веса препарата. К раствору 2,4-Д полезно добавлять аммиачную селитру или сульфат аммония в количестве 3—4 кг на гектар. Они действуют как активаторы и увеличивают гибель сорняков на 15—20%. Действие натриевой соли 2,4-Д усиливается в смеси с бугиловым эфиром или аммиачными солями 2,4-Д. В этом случае дозы обоих гербицидов уменьшают в 2 раза.

Нормы расхода жидкости при наземном опрыскивании 200—400 л, а при авианоопрыскивании 50—100 л на гектар. Натриевая соль 2,4-Д относится к среднеядовитым препаратам.

Аммиачная соль 2,4-Д. Выпускается триэтаноламинная соль 2,4-Д с содержанием 40% действующего вещества в виде темно-

бурой жидкости, хорошо растворимой в воде. По сравнению с натриевой солью 2,4-Д триэтаноламинная соль обладает большей гербицидной активностью. Применяется так же, как и натриевая соль 2,4-Д, но в меньших дозах. При авиаопрыскивании норму расхода жидкости при работе с триэтаноламинной солью можно уменьшить до 25 л, а при наземном до 150—300 л на гектар.

Эфиры 2,4-Д. Они производятся в виде концентратов эмульсий, при разведении с водой образуют довольно стабильные водно-масляные эмульсии; капельки раствора гербицида в масле, попадая на растения, прочно на них удерживаются. Эфиры действуют на растения примерно в 2—3 раза сильнее натриевой соли. Более высокая токсичность эфиров 2,4-Д объясняется более высокой проникающей их способностью как липофильных и неполярных соединений. Эфиры 2,4-Д проникают в растения через кутикулу и через устьица в виде паров. Наиболее распространен бутиловый эфир 2,4-Д, который используется для борьбы с двудольными сорняками в посевах зерновых культур и кукурузы. При наземном опрыскивании норма расхода жидкости 150—300 л и при авиаопрыскивании 25 л на гектар. Бутиловый эфир 2,4-Д летуч, поэтому использование его в сухую жаркую погоду дает пониженный эффект. По отношению к теплокровным животным является среднеядовитым препаратом.

Кроме бутилового, выпускается октиловый эфир 2,4-Д, который дает лучшие результаты в более сухих условиях и γ-хлоркروتиловый эфир 2,4-Д-кротилин, лучше подавляющий многолетние двудольные сорняки.

2М-4Х; (2-метил-4-хлорфеноксуксусная кислота), агроксон, метоксон, дикотекс, УТ-10, МСРА и др. — в чистом виде белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде. Хорошо растворяется в спирте, эфире, бензоле и других органических растворителях. Используются соли натрия, калия и эфиры с многоатомными спиртами. Препараты обладают стойким и резким запахом хлоркрезолов.

Промышленность выпускает натриевую соль 2М-4Х с содержанием 68—80% действующего вещества. Чехословацкий препарат дикотекс-30 содержит 30% натриево-калиевой соли 2М-4Х и дикотекс-80 — 80% действующего вещества. По гербицидным свойствам и характеру действия на растения 2М-4Х близка к 2,4-Д, но отличается большей избирательностью и для некоторых культур менее ядовита. На зерновых культурах и на кукурузе применяют так же, как и 2,4-Д; кроме того, 2М-4Х можно применять в посевах льна и гороха. Посевы льна обрабатывают 2М-4Х в фазе елочки при высоте растений 5—15 см. При наземном опрыскивании норма расхода жидкости 300—500 л и при авиаопрыскивании 200 л на гектар. Горох рекомендуется обрабатывать в фазе 3—6 листьев при высоте растений 10—12 см. По токсичности для теплокровных животных 2М-4Х близка к 2,4-Д.

Действие производных 2,4-Д и 2М-4Х на растения. Чувствительность растений к этим гербицидам довольно относительно и зависит

от видовых особенностей, возраста, фазы развития, от доз и способов применения гербицидов и т. д.

Растения чувствительны к 2,4-Д и 2М-4Х в момент прорастания семян и в самый начальный период их роста. В фазе кущения злаков точка роста, очень чувствительная к гербицидам, еще находится около узла кущения и надежно защищена влагалищами листьев от действия гербицидов. Поэтому в данной фазе злаки более устойчивы к гербицидам. Чувствительность их снова возрастает в фазе колошения и выметывания. Листья злаков узкие и расположены почти вертикально, поэтому капельки гербицидов с них быстро скатываются. Наружные клетки кожицы листьев злаков пропитаны кремнеземом и покрыты толстой кутикулой, что препятствует проникновению гербицидов. При горизонтальном расположении широких листовых пластинок двудольных растений раствор гербицидов на них задерживается лучше и больше проникает внутрь растения, вызывая глубокие нарушения.

Таблица 23

Примерные дозы препаратов 2,4-Д и 2М-4Х для некоторых полевых культур (кг действующего вещества на гектар)

Культуры	Формы препаратов				
	натриевая соль 2,4-Д	аминная соль 2,4-Д	бутиловый эфир 2,4-Д	октиловый и кротило-вый эфиры 2,4-Д	натриевая соль 2М-4Х
Пшеница яровая, ячмень, овес, просо	0,8—1,5	0,7—1,0	0,3—0,4	0,25—0,3	0,8—1,5
Кукуруза	0,8—1	0,6—0,8	0,3—0,4	0,25—0,3	0,8—1
Лен	—	—	—	—	0,6—1,0
Горох	—	—	—	—	0,4—0,6

Таким образом, анатомо-морфологические особенности строения растений являются одной из причин различной их чувствительности к гербицидам. Большое значение имеют и биохимические причины, связанные с деятельностью ферментов в растительных клетках.

Действие гербицида начинается с момента попадания его на растение. Для лучшего смачивания листьев и проникновения в растения к растворам гербицидов добавляют поверхностно-активные вещества — смачиватели. Эффективность гербицидов зависит от скорости их проникновения в растения, от преодоления защитных барьеров из покровных тканей и прежде всего кутикулы. Неполарные эфиры 2,4-Д, 2М-4Х, растворенные в минеральном масле, проходят через кутикулу. Проницаемость кутикулы в сухую и прохладную погоду ухудшается, во влажную и теплую погоду возрастает.

Молодые листья растений с тонкой кутикулой более проницаемы для гербицидов, чем старые листья с толстой кутикулой.

Вторым барьером на пути гербицида в растение является полупроницаемая плазматическая мембрана, покрывающая поверхность протоплазмы растительных клеток. Через плазматическую мембрану лучше проникают липофильные вещества, хорошо растворимые в липоидах. Из гербицидов к ним относятся эфиры 2,4-Д, 2М-4Х, 2,4,5-Т, минеральные масла и др. Хорошая проницаемость препарата в растении обуславливает его высокую активность.

Проникая через листья, гербициды попадают в ситовидные трубки флоэмы и передвигаются по растению с потоком ассимилятов. Опыты, проведенные с 2,4-Д, показали, что от кутикулы до ситовидных трубок раствор 2,4-Д передвигается со скоростью 30 микрон/час, а по ситовидным трубкам до 100 см/час. Однако 2,4-Д по флоэме продвигается медленнее, чем ассимиляты. Так, Кэппи, Маркус обнаружили меченую 2,4-Д в корнях обработанных бобов через 24 часа, а меченая сахароза появлялась там через 6 часов. В опытах с проростками хлопчатника сахароза проникала в корни через 2 часа, а 2,4-Д через 24 часа.

Предполагается, что углеводороды являются источниками энергии, необходимой для передвижения 2,4-Д. Она передвигается по флоэме в комплексе с органическими соединениями — глюкозой, аспарагиновой кислотой, которые при гидролизе отщепляют свободную 2,4-Д в окружающую среду. Действительно, в некоторых устойчивых растениях 2,4-Д передвигается в неизменном виде и выделяется через корни. Передвижение гербицидов ограничивает повреждение флоэмы: чем активнее гербицид, тем он хуже передвигается по флоэме. При передвижении 2,4-Д по флоэме происходит сорбция гербицида окружающими флоэму паренхимными клетками и потеря его активности при взаимодействии с содержимым клеток.

Действие гербицидов проявляется больше на растениях, которые находятся в оптимальных условиях развития, когда происходит интенсивный обмен веществ, отток продуктов фотосинтеза из листьев в стебли и корни.

Решающим фактором, усиливающим или ослабляющим активность регуляторных гербицидов, является температура. При температуре 4—5° производные 2,4-Д на растения практически не действуют, так как физиологические процессы в растении очень замедлены, а при 10—15° ослаблены. Наибольший эффект достигается при температуре 18—30°. В прохладную погоду (ниже 15°) применять регуляторные гербициды не следует. Во время засушливой погоды, когда отток ассимилятов из листьев замедлен, гербициды плохо перемещаются по растению и их токсическое действие не проявляется. Гербициды, проникшие в растения, передвигаются во все органы и ткани, накапливаются в зонах активного роста.

Под влиянием препаратов 2,4-Д, 2М-4Х у чувствительных растений подавляются процессы ассимиляции углекислоты, усиливается расход углеводов и белков, резко нарушается дыхание. Глубокие нарушения физиологических процессов проявляются в снижении

фотосинтеза, распаде крахмала до простых сахаров, которые накапливаются в тканях в первые дни после обработки. Нарушается нормальный ход превращения азотистых веществ, ослабляется поглощение азота и фосфора корнями растений, в результате чего нарушается процесс образования белков и фосфорорганических соединений. Усиливается процесс деления клеток, снижается транспирация, замедляется поглощение воды и т. д. Внешне этот процесс проявляется в остановке роста, в изгибании и скручивании листовых пластинок, черешков листьев и молодых побегов. В нижней части стебля образуются уродливые утолщения, из которых появляются придаточные корешки. Эти утолщения затем растрескиваются с поверхности. На корнях также образуются утолщения, которые загнивают. Морфологические изменения разнообразны и определяются видовыми особенностями растений. Причина столь глубоких физиологических нарушений, по мнению многих исследователей, заключается во взаимодействии гербицидов с ферментными системами растительных клеток. Добавление большого числа инородных молекул, например 2,4-Д, к цитоплазматической системе вызывает такие нарушения, что не одна, а возможно, все ферментные системы утрачивают равновесие, и это приводит к нарушению большинства процессов (Крафтс).

Для поражения многих сорняков, устойчивых к 2,4-Д и 2М-4Х, а также для обработки зерновых культур в более ранние сроки и с подсевом бобовых трав имеются гербициды, являющиеся производными хлорфеноксипропионовой и хлорфеноксимасляной кислот.

Производные хлорфеноксипропионовой кислоты — 2М-4ХП, ранкотекс, мекопрон (2-метил-4-хлорфеноксипропионовая кислота). Выпускается в виде водного раствора амидной соли с содержанием в 1 л 300 г действующего вещества 2-метил-4-хлорфеноксипропионовой кислоты.

По действию на растения сходен с 2,4-Д и 2М-4Х, но более токсичен. Поражает подмаренник цепкий, звездчатку-мокрицу, сильнее действует на щавели, ромашку непахучую, дымянку лекарственную, крапивку жгучую. Рекомендуются для обработки зерновых культур в фазе кущения (после образования пяти листьев) в дозах от 1,5 до 2,5 кг на гектар с нормой расхода жидкости 200 л. Ранкотекс слабо ядовит для человека и теплокровных животных.

Производные хлорфеноксимасляных кислот — 2М-4ХМ, тропотекс, легумекс (2-метил-4-хлорфеноксиг-масляная кислота). Выпускается в виде водного раствора натриевой соли с содержанием 40 % действующего вещества. Рекомендуются для обработки посевов клевера, зерновых с подсевом бобовых трав и гороха. Подавляет сорняки, чувствительные к 2М-4Х, за исключением редьки дикой и горчицы белой, слабо действует на подмаренник цепкий, ромашку непахучую, одуванчик, крестовник обыкновенный. Средние дозы гербицида 4,8—2,2 кг, или 4,5—5,5 л, на гектар по препарату.

Тропотекс слабоядовит для человека и теплокровных животных.

Карбаматы. К системным гербицидам обширной группы производных карбаминной кислоты относится препарат карбин. Он применяется для опрыскивания.

К а р б и н, барбан, хлоринат [4-хлор-2-бутил-*N*-(3-хлорфенил-карбамат)]. В чистом виде — белое кристаллическое вещество, плохо растворимое в воде, но хорошо в органических растворителях. Выпускается в виде концентрата эмульсии темно-янтарного цвета с содержанием 11,8% действующего вещества. В раствор добавляется, кроме эмульгатора, противокоррозийное вещество. Карбин относится к узкоизбирательным гербицидам и применяется для борьбы с овсягом в посевах яровой пшеницы, ячменя, сахарной свеклы, льна, кукурузы и гороха. Посевы в фазе 1—2 листьев овсяга опрыскивают карбином из расчета 0,4—0,6 кг на гектар с нормой расхода жидкости 200—400 л при наземном опрыскивании и 50—100 л при авиационном опрыскивании.

Карбин действует медленно. Он задерживает рост овсяга и вызывает его отмирание, гибель достигает 80%. Лучшие результаты получаются на более плодородных и хорошо увлажненных почвах.

Карбин сильно поражает овес, рожь и гречиху. Он среднеядовит для человека и теплокровных животных. При контакте вызывает раздражающее действие на кожу и на слизистые оболочки, кумулятивными свойствами не обладает.

Системные гербициды избирательного действия для внесения в почву

Производные алифатических карбоновых кислот — трихлоруксусная кислота. Трихлорацетат натрия — ТХА (натриевая соль этой кислоты) — кристаллическое вещество от белого до светло-коричневого цвета, хорошо растворимое в воде с содержанием 70% действующего вещества. ТХА является избирательным противозлаковым гербицидом корневого действия. Успешно применяется против однолетних и многолетних злаковых сорняков.

В растения проникает через корни и вызывает в них глубокие формативные изменения. В чувствительных к нему растениях нарушается обмен веществ, повышается интенсивность дыхания, замедляется отток белков из листьев, крахмала и восстановленных сахаров из корней, изменяется содержание аминокислот. Действие ТХА на растения объясняется способностью осаждать белки. К устойчивым к ТХА культурам относятся капуста, морковь, сельдерей, томаты, свекла, лен, горох, вика; менее устойчивы тыква, хлопчатник, картофель, лук, люцерна; чувствительны к нему клевер, люпин, бобы, хлебные злаки. Для борьбы с пыреем ползучим ТХА вносят осенью в дозе 25—30 кг на гектар в зону залегания корневищ пырея путем опрыскивания водным раствором с нормой расхода жидкости 300—400 л. После осенней обработки ТХА можно высевать весной как устойчивые, так и чувствительные культуры, а через месяц после весенней обработки — более устойчивые культуры (картофель, ли-

стовая капуста, масличный лен). В меньших дозах (10—15 кг на гектар) ТХА применяют для уничтожения однодольных сорняков в посевах сахарной свеклы. В этом случае его вносят в почву за 2—3 недели до посева свеклы: ТХА слабоядовит для человека и теплокровных животных.

Производные карбаминной и тиокарбаминной кислот. К карбаматам относится большое количество соединений, широко используемых в качестве пестицидов. Основной группировкой в молекуле карбаматов является карбаминная кислота (NH_2COOH), которая имеет сходство с аминокислотами. Предполагают, что карбаматы участвуют в важнейших химических процессах растительных клеток, то есть выступают как антиметаболиты. К ним относятся ИФК и хлорИФК.

ИФК (изопропил-N-фенилкарбамат) и хлор ИФК (изопропил-N-3-хлорфенилкарбамат). ИФК в чистом виде — белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в органических растворителях. Противозлаковый гербицид корневого действия.

ХлорИФК — более эффективный гербицид, выпускается в виде жидкого концентрата темно-бурого цвета с содержанием 40% действующего вещества и 30% ОП-7. С водой образует стабильные эмульсии. Применяется как предвсходовый избирательный гербицид, поражает росичку, овсюг, мышей зеленый, просо куриное.

ХлорИФК рекомендуется для опрыскивания во время предпосевной обработки почвы под хлопчатник или подсолнечник в дозе 10—12 кг (для моркови 6—8 кг) на гектар при норме расхода жидкости 500—600 л с заделкой боронованием или культивацией. ИФК и хлорИФК слабоядовиты для человека и теплокровных животных.

А в а д е к с — диаллат [S-2,3-дихлораллил-N',N'-ди(изопропил)тиокарбамат]. Выпускается в виде концентрата эмульсии с содержанием 40% действующего вещества (400 г в литре), является избирательным гербицидом для уничтожения овсюга в посевах пшеницы, ячменя, кукурузы и ряда других культур. Применяется для опрыскивания до посева с тщательной заделкой в почву боронованием на глубину 7—8 см. Перед опрыскиванием поле необходимо хорошо выровнять, а проросший овсюг уничтожить обработкой. Дозы авадекса различны: для пшеницы 1,12 кг, ячменя 1,4 кг, а для кукурузы, свеклы, гороха 1,6 кг на гектар при норме расхода жидкости 200—400 л. Авадекс действует на овсюг во время прорастания, на непроросшие семена токсического действия не оказывает. В почве сохраняется до 10 недель. Он среднеядовит для человека и теплокровных животных.

Э п т а м (S-этил-N',N'-дипропилтиокарбамат). Испытываются две формы эптама: в виде концентрата эмульсии с содержанием 720 г в литре действующего вещества и гранулированный с 5% действующего вещества. Эптам рекомендуется для предпосевного внесения при подготовке почвы под зерновые бобовые (горох, фасоль, бобы, соя) и картофель в дозе 3—4,5 кг, под сахарную свеклу, лен, подсолнечник, люцерну и клевер — 3—4 кг и под хлопчатник —

2—3 кг на гектар при норме расхода жидкости 300—400 л. Эти дозы хорошо подавляют многие малолетние двудольные и злаковые сорняки. Эптам летуч, особенно быстро испаряется из влажной почвы. Поэтому его необходимо сразу же после опрыскивания заделать в почву на глубину 3—7 см.

Испытание эптама на сахарной свекле, проведенное Институтом зацита растений, показало, что его применение в дозе 3—4 кг на гектар вызывает гибель сорняков на 60—90 % и повышает урожай на 15—25 %, однако имеются случаи снижения урожая вследствие изреживания посевов свеклы.

В опытах кафедры земледелия ТСХА при использовании эптама на сахарной свекле засоренность уменьшалась на 60—80 % и урожай свеклы приближался к урожаю на контроле с трехкратной ручной прополкой. Эптам относится к слабоядовитым гербицидам.

Производные мочевины. В настоящее время синтезировано более тысячи различных производных мочевины ($\text{NH}_2\text{—CO—NH}_2$), многие из которых являются эффективными гербицидами. Эти соединения проникают в растения только через корни, и поэтому их вносят в почву до посева путем опрыскивания водными суспензиями, растворами или в виде гранулированных препаратов. Продвигаясь из корней по сосудам ксилемы, эти гербициды проникают в точки роста растений и медленно инактивируются. Производные мочевины ингибируют фотосинтез, тормозят реакцию Хилла — выделение кислорода живыми хлоропластами.

Дихлораль мочевины ДХМ [N,N -бис(2, 2, 2-трихлор-1-оксиэтил)-мочевина]. Выпускается в виде смачивающего порошка, содержащего 50 % действующего вещества, 44 % каолина и 6 % ОП-7. При разведении с водой образует довольно стабильную суспензию. Относится к предпосевным противозлаковым гербицидам, поражает однолетние злаковые сорняки — просо куриное, мышей зеленый и сизый и др.

Рекомендуется для внесения под сахарную свеклу в дозах от 10 до 20 кг на гектар во время предпосевной обработки при норме расхода жидкости 400—600 л.

ДХМ действует на прорастающие сорняки. В сухой почве ее активность снижается. Токсичность этого гербицида в почве сохраняется до 4—8 недель, в зависимости от погодных условий. Препарат слабоядовит для теплокровных животных, его пыль может вызвать раздражение слизистых оболочек носоглотки.

Монурон, хлорфенил-диметилмочевина, хлорфенидим, тельфар (N -4-хлорфенил- N' , N' -диметилмочевина).

Технический препарат монурона — светло-серый смачивающийся порошок, содержащий 80 % действующего вещества, 13 % каолина и 7 % поверхностно-активных веществ. Монурон относится к гербицидам общего действия, в небольших дозах применяется как избирательный гербицид для уничтожения однодольных и двудольных малолетних сорняков в посевах хлопчатника, на виноградниках, плантациях чая и цитрусовых культур.

Суспензией монуро́на опрыскивают поля до всходов хлопчатника в дозе 1—1,5 кг на гектар при норме расхода жидкости 200—400 л. Рано весной этот препарат используют для опрыскивания чая, цитрусовых и виноградников в дозе 2—4 кг на гектар при норме расхода жидкости 200—400 л.

Для сплошного уничтожения сорняков монурон используется в дозах 20 кг и более на гектар, в этом случае действие монуро́на продолжается не менее двух лет.

В последние годы этот препарат используется для приготовления различных гербицидных смесей. Для человека и теплокровных животных монурон слабодовит.

Д и у р о н, дихлорфенидим, кермекс (N-3,4-дихлорфенил-N', N'-диметилмочевина). Выпускается в форме смачивающегося порошка, содержащего 80% действующего вещества. Рекомендуются в качестве предвсходового гербицида на посевах хлопчатника в дозе 1—2 кг на гектар при норме расхода жидкости 200—400 л. Применяется также на цитрусовых и виноградниках в дозе 2—4 кг на гектар. В дозах от 10 до 40 кг на гектар используется как гербицид сплошного действия.

Для человека и теплокровных животных слабодовит.

Триазины. В настоящее время во многих странах широко применяют симазин, атразин, пропазин, хлоразин, прометрин и другие триазины для уничтожения сорняков в посевах кукурузы, в садах и виноградниках, в овощных культурах и т. д.

Наибольшее признание получили симазин и атразин, так как ими можно уничтожить сорняки в посевах кукурузы.

Триазины относятся к гербицидам избирательного действия и поражают многие малолетние, однодольные и двудольные сорняки, в больших дозах могут использоваться и как гербициды сплошного действия.

Действие триaziнов на растения зависит от их строения, растворимости в воде, от свойств почвы и биологических особенностей самих растений.

Избирательность триaziнов обусловлена их разложением в устойчивых к ним растениях под воздействием ферментов, слабой растворимостью и плохим передвижением в почве. В чувствительных к триазинам растениях эти гербициды накапливаются в хлоренхиме листьев и подавляют фотосинтез.

С и м а з и н, хунгазин, бладекс (2-хлор-4,6-бис-этиламино-симм-триазин). Выпускается в виде белого смачивающегося порошка, содержащего 50% действующего вещества, 45% каолина и 5% вспомогательных веществ. Применяется в качестве избирательного предпосевного или предвсходового гербицида на посевах кукурузы, преимущественно для опрыскивания суспензией или в виде дуста в смеси с удобрениями.

В растение симазин поступает через корни, поэтому его необходимо вносить во влажный слой почвы в зону прорастающих сорняков. Он поражает малолетние сорняки при их прорастании и в молодом

возрасте. Для уничтожения щирцы, мари белой, гречишки выюнковой и развесистой, пикульника, мышея зеленого в фазе прорастания (2—3 листа) достаточно внести 2—4 кг симазина на гектар, а при хорошем развитии этих сорняков — 10 кг на гектар. Для подавления многолетних сорняков (хвощ полевой, осот розовый и полевой, пырей ползучий) дозу надо увеличить до 10—20 кг на гектар.

Симазин в почве плохо передвигается и остается на глубине до 10 см. Он медленно разрушается и обладает длительным остаточным действием. Поэтому там, где внесен симазин, нельзя в последующие годы высевать чувствительные к нему растения (овес, ячмень, яровую и озимую пшеницу). Менее чувствительны к симазину горох, турнепс, картофель. Большие дозы симазина лучше всего применять на участке с повторными посевами кукурузы, которая устойчива к этому гербициду. В растениях кукурузы симазин быстро разлагается под действием фермента пероксидазы при высокой активности полифенолов.

А. В. Воеводин (1961) рекомендует размещать следующие культуры на поле, где вносится симазин.

Дозы (кг действующего вещества на 1 га)	Первый год	Второй год	Третий год	Четвертый год
2 кг	Кукуруза	Кукуруза, картофель	Все культуры	Все культуры
5 кг	Кукуруза	Кукуруза	Кукуруза, картофель, фасоль	» »
10 кг	Кукуруза	Кукуруза	Кукуруза	Кукуруза, картофель

Поскольку симазин плохо передвигается в почве, его рекомендуют применять в междурядьях пропашных культур (гранулы), в садах и на виноградниках. Разложение симазина в почве ускорится вследствие ее обработки. Дозы симазина устанавливают в зависимости от механического состава почвы и от содержания в ней перегноя. Под кукурузу на легких дерново-подзолистых почвах достаточно внести 1,5—2 кг, на более тяжелых (средние и тяжелые суглинки) — 2—3 кг, а на черноземах — более 3—4 кг на гектар при расходе жидкости не менее 400—500 л. В засушливых районах симазин следует вносить сразу после схода снега или даже осенью.

Симазин очень малоядовит для человека и теплокровных животных.

А т р а з и н (2-хлор-4-этиламино-6-изопропиламино-симм-триазин). Выпускается в виде белого или сероватого смачивающегося порошка, содержащего 50% действующего вещества. Также относится к избирательным гербицидам и широко используется для уничтожения сорняков в посевах кукурузы.

По сравнению с симaziном атразин лучше растворим в воде и имеет большую физиологическую активность. Проникает в растения

через корни и листья, поэтому его можно вносить до всходов и по всходам, опрыскивая их суспензией. Атразин хорошо подавляет сорняки в засушливых условиях. Доза атразина 1—2 кг на дерново-подзолистых почвах и 3—5 кг на гектар на черноземах, в зависимости от механического состава. Норма расхода суспензии атразина наземными опрыскивателями 400—500 л и с самолета 100 л на гектар.

Слабодовит для человека и теплокровных животных.

Пропазин (2-хлор-4,6-бис-изопропиламино-симм-триазин). Выпускается в форме смачивающегося порошка, содержащего 50 % действующего вещества. Поражает малолетние злаковые и двудольные сорняки. Вносят в почву во время прорастания семян и в самом раннем возрасте сорняков. Рекомендуются для допосевого и довсходового применения в посевах сорго и проса в дозе 3—6 кг на гектар, а также для довсходовых обработок на посевах моркови и ряда других культур из семейства зонтичных в дозах 1,5—2,5 кг на гектар при норме расхода жидкости 400—500 л. Слабодовит для теплокровных животных.

Хлоразин (2-хлор-4,6-бис-диэтиламино-симм-триазин). Выпускается в виде концентрата эмульсии, содержащей 45 % действующего вещества. Подавляет двудольные и однодольные малолетние сорняки. Кукуруза, хлопчатник, картофель, горох, бобы, морковь, лук устойчивы к хлоразину и выдерживают дозу 4 кг на гектар. Проникает в растения через корни и листья.

Для уничтожения сорняков в посевах кукурузы, картофеля, моркови применяют дозы от 2 до 6 кг на гектар путем опрыскивания до посева, до всходов и по всходам при норме расхода жидкости 400 л. В садах и на виноградниках рекомендуются дозы от 4 до 10 кг на гектар.

Хлоразин малодовит для человека и теплокровных животных, но при попадании на кожу может вызвать раздражение.

Прометрин — мерказин (2-метилтио-4,6-бис-изопропиламино-симм-триазин). Выпускается в виде 50 %-ного смачивающегося порошка. В растения проникает через листья и корни, через почву действует на проростки чувствительных сорняков, поражает злаковые и двудольные сорные растения.

В почве сохраняется до трех месяцев. В дозе 0,75—2,5 кг на гектар подавляет сорняки при внесении до посева и до всходов на хлопчатнике, подсолнечнике, люцерне, картофеле и некоторых овощных культурах.

Слабодовит для человека и теплокровных животных.

Комбинированные препараты

Алипур. Состоит из двух гербицидов: ОММ (N-циклооктил-N, N-диметилмочевина) — 16,5 % и БиФК (бутинил-N-3-хлорфенил-карбамат) — 11,5 %. Оба эти препарата плохо растворимы в воде, и алипур готовят в виде концентрата эмульсии с содержанием 240 г действующего вещества в литре.

Алипур — предпосевной и предвсходовый гербицид. Он подавляет малолетние сорняки во время их прорастания (гречишки, горчицу полевую, звездчатку-мокрицу, марь белую, пастушью сумку, редьку дикую); слабее действует на овсюг, пикульник, подмаренник цепкий, торицу и др.

Применяется для уничтожения сорняков сразу после посева сахарной свеклы в дозах 4—5 л препарата, или 1—1,2 кг действующего вещества, на гектар при норме расхода эмульсии 300—400 л.

На почвах, содержащих более 4% перегноя, дозы алипура следует увеличить на 25%. Он сильнее поражает сорняки на увлажненных почвах; при сухой погоде его эффективность снижается. Алипур действует в почве в течение месяца после внесения. Гербицид огнеопасен, при работе следует соблюдать меры предосторожности. Для теплокровных животных слабоядовит.

Прочие гербициды

Стам Ф-34, рогыю, пропанид (3,4-дихлорпропионанилид). Выпускается в форме концентрата эмульсии, содержащей 25% действующего вещества, относится к избирательным гербицидам. Рекомендуется для уничтожения злаковых и некоторых двудольных сорняков в посевах риса в фазе 2—4 листьев, когда сорные растения имеют 1—3 листа. Опрыскивают после спуска воды, применяя дозу 4—5 кг на гектар, затем 1—2 дня воду не подают. При таком способе погибает просо куриное, камыш, рогоз.

Испытание стама Ф-34 токсикологическими лабораториями Института защиты растений дало хорошие результаты: при использовании этого гербицида в дозе 5—7 кг на гектар сорняки были уничтожены на 70—90%, а прибавка урожая составила 10—12 ц на гектар. Стам Ф-34 слабоядовит для человека и теплокровных животных.

П и р а м и н, буреке, феназон (1-фенил-5-хлор-пиридазон-6). Выпускается в виде смачивающегося порошка, содержащего 80% действующего вещества. В 1964 г. в Институте органического синтеза АН Латвийской ССР синтезирован аналогичный препарат — феназон. Сахарная свекла устойчива к пирамину до наступления фазы двух листочков, поэтому препарат рекомендуется вносить до всходов и по всходам свеклы, но при температуре выше 25° возможно повреждение свеклы. Гербицид поступает в растение через корни и листья, вызывает нарушение обмена веществ, снижение интенсивности фотосинтеза и хлороз листьев. В дозе 2—4 кг на гектар поражает марь белую, редьку дикую, горчицу полевую, гречишку и др. Слабо действует на злаковые сорняки и многолетние двудольные — осоты, вьюнок полевой. Слабоядовит для человека и теплокровных животных.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

При работе с гербицидами специалист должен правильно выбрать нужный гербицид, установить сроки и способы обработки посевов и оптимальную дозу и норму расхода жидкости, чтобы подавить сор-

няки и не повредить культуру. Даже небольшая ошибка при установлении дозы или нормы расхода жидкости может привести к лишним затратам, а нередко и к прямому ущербу.

В таблице 24 приведены примерные дозы гербицидов, нормы расхода жидкости в зависимости от способов их применения в основных культурах.

Расчет количества технического гербицида (D) после установления дозы действующего вещества производится по следующей формуле:

$$D = \frac{\text{Установленная доза действующего вещества} \times 100}{\% \text{ содержания действующего вещества в техническом гербициде}}.$$

Например, требуется обработать поле яровой пшеницы хлоркrotиловым эфиром, содержащим 50% действующего вещества. Рекомендуемая доза по действующему веществу 0,3 кг на гектар. Следовательно, количество технического кротилина на гектар будет равно

$\frac{0,3 \times 100}{50} = 0,6$ кг. Нормы расхода раствора, эмульсии или суспензии гербицидов на гектар устанавливают в зависимости от свойств гербицидов и конструктивных особенностей опрыскивателей. Для контактных и некоторых гербицидов, вносимых в почву, нормы расхода жидкости увеличивают при опрыскивании наземными машинами до 400—500 и даже 600 л на гектар, что необходимо для более полного покрытия растений и лучшего смачивания почвы раствором или суспензией гербицида.

При опрыскивании системными гербицидами, передвигающимися в растениях (производные 2,4-Д, 2М-4Х, 2,4,5-Т, 2М-4ХМ и т. д.) нормы расхода жидкости уменьшают при наземном опрыскивании до 150—300 л, а при авиаопрыскивании до 25—50 л на гектар.

При увеличении или уменьшении нормы расхода жидкости на гектар соответственно уменьшают или увеличивают концентрацию рабочего раствора гербицида, которую рассчитывают по формуле:

$$K = \frac{D_{\text{тп}} \times 100}{Q},$$

где K — концентрация рабочего раствора (%);

$D_{\text{тп}}$ — доза технического продукта гербицида (кг на гектар);

Q — норма расхода жидкости (л на гектар).

Например, при авиаопрыскивании кротилином в дозе 0,6 кг на гектар при норме расхода жидкости 25 л концентрация рабочего раствора будет равна 2,4% $K = \frac{0,6 \times 100}{25} = 2,4\%$, а при опрыскивании тракторным опрыскивателем при норме расхода жидкости

250 л она уменьшится в 10 раз и составит 0,24% $K = \frac{0,6 \times 100}{250} =$

$= 0,24\%$. При опрыскивании необходимо строго контролировать расход жидкости на гектар. Произвольное увеличение или уменьшение нормы расхода жидкости во время работы приведет к уменьшению или увеличению расхода гербицида на гектар, что недопу-

Примерные дозы гербицидов и нормы расхода жидкости

Культуры	Гербициды	Доза препара- тов (кг дей- ствующего вещества на 1 га)	Норма расхода жидкости (л на 1 га)		Лучшее время обработки	Поражаемые сорняки
			наземные машины	авиаспры- скивание		
Пшеница яровая, ячмень, овес	Натриевая соль 2,4-Д, натриевая 2М-4Х	0,8—1,5	200—400	50—100	Полное начало выхода травы	Двулетние мало- летники и много- летники, падалица подсолнечника То же
То же	Аминная соль 2,4-Д	0,7—1	150—300	25—50	То же	» »
	Эфир 2,4-Д (бутил- овый, хлоркрейло- вый, октиловый) 2М-4ХП (рашотекс)	0,3—0,4	150—300	25—30	» »	» »
	2М-4ХМ (тропотокс)	1,5—2	150—300	—	Кущение »	Мокрица, подмарен- ник цепкий и др. Двулетние мало- летники
Зерновые культу- ры с подсевом бобовых трав	Карбин	1,5—2	150—300	—	При образовании 1,5—2,5 листьев у овсяга	Овсяг
Пшеница яровая, ячмень	Авадекс	0,5—0,6	150—300	50—100	До посева с немед- ленной заделкой в почву	Овсяг во время про- растания
Просо	Натриевая соль 2,4-Д	1—1,4	400—500	—	Кущение	Двулетние мало- летники и много- летники То же
	Аминная соль 2,4-Д Эфир 2,4-Д (бутил- овый, хлоркрейло- вый, октиловый) Стам Ф-34	0,6—0,8 0,2—0,3	150—300 150—300	25—50 25—50	То же » »	» »
Рис		4—5	300—400	100	3—4 листа у риса	Просо кукурузное, ка- мыш, рогоз

Культуры	Гербициды	Доза препарата, (г/га) действующего вещества на 1 га	Норма расхода жидкости (л на 1 га)		Лучшее время обработки	Поражаемые сорняки
			наземные машины	авиаспрыскивание		
Рис	2,4-Д (аминная соль)	0,8—1,2	150—300	25—50	Кущение	Однолетние и многолетние двудольные сорняки
	2,4-Д (эфир) Натриевая соль 2,4-Д	0,4—0,6 1,5—2	150—300 200—400	25—50 50—100	То же За 2—3 дня до появления всходов кукурузы	То же Двудольные малолетники, сорняки, прорастающие в почве
Кукуруза	Натриевая соль 2,4-Д натриевая соль 2М-4Х	0,7—1	200—400	50—100	3—5 листьев кукурузы при высоте 15—25 см	То же
	Аминная соль 2,4-Д	0,6—0,8	150—300	25—50	То же	» »
	Бутиловый эфир 2,4-Д	0,3—0,4	150—300	25—50	» »	» »
	Симазин, атразин	Легкие почвы 1—1,5, суглинистые 2—3, черноземные 3—4	400—500	50—100	Под культивацию перед посевом, после посева до появления всходов кукурузы. В засушливых районах после схода снега под боронование	Однолетние и двудольные малолетники
	2М-4Х УТ-10	0,5—1	400—600	200—250	В фазу елочек при высоте льна 5—15 см	Двудольные малолетники и многолетние сорняки
Лен	ДНОК ТХА	1,5—2 30	400—600 300—400	—	То же Осенью в период проветривания яблечной вставки	То же Пырей ползучий
Хлопчатник	ХлорИФК	8—12	400—600	—	За 10—15 дней до посева хлопчатника	Однолетние двудольные и однодольные сорняки

Культуры	Гербициды	Доза препаратов (кг действующего вещества на 1 кг)	Норма расхода эсдиклорина (л на 1 га)		Лучшее время обработки	Поражаемые сорняки
			наземные машины	авиаопрыскивание		
Хлопчатник	Монурон	4,0—2,0	400—600	—	После посева без всходов	Однолетние двудольные и однодольные сорняки
	ТХА	50—70	400—600	—	После всходов	Свиной сорняк
	Даланон	40—50	400—600	—	После всходов	Злаковые однолетние и многолетние сорняки
	Дигурон	1—1,5	200—400	—	Под предпосевную культивацию	Однодольные и двудольные малолетние сорняки
	ДХМ	12—15	200—300	—	Под культивацию перед посевом	Однолетние злаковые сорняки
Сахарная свекла	Алипур	4—4,5	400—600	—	До посева свеклы или до всходов	Двудольные однолетние сорняки
	ТХА	10—15	200—300	—	До посева или до всходов	Злаковые сорняки
	Этап	3—5	200—300	—	До посева с немедленной заделкой в почву	Однодольные и двудольные малолетние сорняки
	Пирамин	2—4	300—400	—	До всходов	Двудольные малолетние сорняки
	Симазин	0,5—0,7	300—400	—	До посева гороха	Однолетние злаковые и двудольные сорняки
Горох	2М-4Х	0,4—0,6	200—300	—	При высоте гороха 10—12 см	Однолетние и ряд многолетних
	2М-4ХМ	2—3	200—300	—	В фазе 3—7 листа гороха	То же

стимо. При работе с тракторными опрыскивателями норму расхода жидкости на гектар рассчитывают по формуле:

$$Q = \frac{q \cdot n \cdot 10 \cdot 60}{V \cdot B},$$

где Q — норма расхода жидкости (л на гектар);
 q — выход жидкости из одного наконечника (л/мин);
 n — число наконечников;
 V — скорость движения агрегата (км/час);
 B — ширина захвата (м);
 10 и 60 — коэффициенты пересчета.

Как видно из этой формулы, норма расхода жидкости (Q) прямо пропорциональна выходу жидкости из одного наконечника (q) и числу наконечников и обратно пропорциональна скорости (V) и ширине захвата (B). Во время работы норма расхода жидкости не должна изменяться, поэтому скорость и ширина захвата должны быть постоянными. Выход жидкости из наконечника зависит от диаметра выходного отверстия и давления в системе опрыскивателя, которое необходимо регулировать для получения заданной нормы расхода жидкости.

По следующей формуле рассчитывается выход жидкости из одного наконечника (q):

$$q = \frac{Q \cdot V \cdot B}{n \cdot 10 \cdot 60}.$$

Давление, которое требуется установить для получения нужного выхода жидкости из одного наконечника, можно найти в таблице 24а. В практической работе для достижения заданной нормы расхода жидкости приходится, кроме регулирования давления, пользоваться изменением числа наконечников, расстояния между ними, ширины захвата и скорости. В каждом случае делают необходимые технологические расчеты.

Таблица 24а

Типы наконечников	Диаметр выходного отверстия	Давление насоса (атмосфер)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		выход жидкости (л/мин)									
Обычный полевой	1,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	1,7	1,8	2	—	2,17
То же	1,0	0,4	0,6	0,7	0,9	—	—	—	—	—	1,1
Экономичный	1,25	0,2	0,3	0,40	0,45	0,5	—	—	—	—	0,7

Для авиаопрыскивания используются самолеты ЯК-12, АН-2, вертолеты МИ-1НХ и КА-15М, оборудованные специальной аппаратурой. Нормы расхода жидкости при авиаопрыскивании составляют 25, 50, 100 и 200 л на гектар. Они рассчитываются по следующей формуле:

$$H = \frac{P \cdot 10000}{C \cdot H},$$

где N — норма расхода жидкости (л/га);
 P — выпуск (или секундный расход) жидкости из авиасопроводителя (л/сек);
 C — скорость полета самолета (м/сек);
 $Ш$ — ширина захвата (м).

По этой формуле можно рассчитать и секундный выпуск жидкости при установленной норме ее расхода. Его нужно проверить на аэродроме и отрегулировать аппаратуру. Кроме того, правильность установленной нормы расхода жидкости проверяют замером площади после первых вылетов. Более подробные сведения по технологии работ при опрыскивании гербицидами можно узнать из книги «Механизация химической защиты растений» (И. Г. Чайко, Лениздат, 1966).

СОЧЕТАНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ МЕР БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ

Несмотря на большое разнообразие гербицидов, которые можно использовать на различных культурах, ими не удастся полностью уничтожить все сорняки. Это объясняется прежде всего избирательностью гербицидов. Вследствие повторного применения одних и тех же гербицидов создаются более благоприятные условия для роста и распространения устойчивых к этим гербицидам сорняков. Например, в зерновых культурах, обрабатываемых ежегодно 2,4-Д и 2М-4Х, увеличивается количество злаковых сорняков — проса куриного, мышея сизого и зеленого и некоторых устойчивых к 2,4-Д двудольных — ромашки непахучей, торицы, подмаренника, мокрицы-звездчатки, пикульников и др. В опыте кафедры земледелия ТСХА в учебном хозяйстве имени М. И. Калинина Мичуринского района Тамбовской области при опрыскивании в течение двух лет ячменя кротилином количество двудольных сорняков сократилось по сравнению с контролем на 85%, а число злаковых увеличилось на 33—67%. Многолетние корневищные и корнеотпрысковые сорняки (пырей ползучий, гудай, свинорой, острец, вьюнок полевой, осот желтый, осот розовый, горчак розовый) устойчивы по отношению к гербицидам и быстро размножаются вегетативными органами, оставшимися неповрежденными. Такие сорняки одними химическими средствами уничтожить не удастся. Очищение пахотного слоя почвы от семян сорняков и вегетативных органов осуществляется агротехническими средствами. Большинство культурных растений чувствительны к применяющимся гербицидам, что не позволяет использовать более высокие их дозы.

Все это заставляет создавать систему мероприятий, включающую агротехнические и химические меры борьбы с сорняками на основе правильного севооборота. Эту систему надо строить так, чтобы каждый очередной прием подавлял уже ослабленные предыдущим воздействием сорные растения, особенно многолетние. Необходимо также предусматривать в севооборотах применение гербицидов с различной избирательностью.

Рассмотрим примеры разработки комплексных мер борьбы применительно к отдельным звеньям севооборота.

1. Яровая пшеница — яровая пшеница:

а) 2,4-Д в фазе кущения + лущение стерни + глубокая зяблевая вспашка. Применение такого комплекса в Краснодарском крае в течение 3—4 лет обеспечило, по данным А. В. Воеводина, значительное подавление многолетних и однолетних сорняков;

б) 2,4-Д в фазе кущения + глубокая зяблевая вспашка. Трехкратное повторение этого комплекса в Целиноградской области способствовало почти полному очищению посевов яровой пшеницы от осотов (опыты кафедры земледелия ТСХА).

2. Яровые зерновые — пар чистый:

2,4-Д в фазе кущения + лущение стерни + глубокая зяблевая вспашка + тщательная весенне-летняя обработка черного пара. Этот комплекс, усиленный тщательной обработкой черного пара, в Московской области, по данным Г. А. Чесалина, дал хорошие результаты в уничтожении корнеотпрысковых сорняков.

3. Яровые зерновые — ви́ка с овсом — озимая рожь:

а) 2,4-Д (по стерне яровых) + глубокая зяблевая вспашка + 2,4-Д (по стерне) после уборки ви́ки с овсом + биологическое угнетение сорняков озимой рожью. Этот комплекс на дерново-подзолистых почвах Московской области в опытах В. С. Бирюковой (Институт земледелия центральных районов нечерноземной полосы) обеспечил почти полное очищение озимой ржи и овса, следующего за рожью в севообороте, от осота розового;

б) 2,4-Д в фазе кущения + лущение стерни + глубокая зяблевая вспашка + 2,4-Д по стерне после уборки ви́ки с овсом + вспашка под посев озими.

В опытах кафедры земледелия ТСХА, проведенных на мощном черноземе Тамбовской области (Г. С. Груздев, А. М. Туликов), в этом звене севооборота к уборке третьей культуры общее количество сорняков уменьшилось на 90—97% по сравнению с контролем, где применялась обычная обработка без гербицидов.

Приведенные примеры свидетельствуют о больших возможностях разработки и применения подобных комплексов для уничтожения сорняков и о необходимости дальнейших исследований в этом направлении.

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ГЕРБИЦИДАМИ

Все гербициды относятся к химическим веществам, обладающим определенной токсичностью для человека и теплокровных животных, поэтому при работе с гербицидами следует руководствоваться санитарными правилами по транспортировке и применению ядохимикатов в сельском хозяйстве, утвержденными Министерством здравоохранения СССР (1965).

Среди гербицидов имеются очень ядовитые вещества, смертельная доза которых для человека и теплокровных животных при попадании

внутри находится в пределах $СД_{50} = 50-200$ мг на килограмм живого веса. К ним относятся следующие: динитроортокрезол (ДНОК), пентахлорфенол, пентахлорфенолят натрия, бутафен и др.

К среднетоксичным веществам, токсичность которых колеблется в пределах $СД_{50} = 200-1000$ мг на 1 кг живого веса относятся 2,4-Д и все ее производные, 2М-4Х, 2,4-ДМ, хлорИФК, карбин, монурон, цианамид кальция.

К слаботоксичным веществам ($СД_{50}$ — более 1000 мг на килограмм живого веса) относятся атразин, ДХМ, диурон, далапон, симазин, сульфамат аммония, трихлорацетат натрия и др.

К работе с гербицидами не допускаются подростки в возрасте до 18 лет, беременные и кормящие женщины. Перед началом работ все участвующие должны пройти медицинский осмотр, а руководители работ обязаны провести инструктаж по технике безопасности.

Трактористам, рабочим на заправочных пунктах, сигнальщикам выдается комплект защитной специальной одежды, в который включается комбинезон, шлем, перчатки и чулки из пылезащитной ткани, защитные очки с небьющимися стеклами. Рабочие-заправщики обеспечиваются резиновыми сапогами, фартуками и перчатками, а при работе с пылевидными и очень ядовитыми препаратами — респираторами. Выбирать средства индивидуальной защиты необходимо с учетом физико-химических и токсикологических свойств ядохимикатов и условий труда в зависимости от способов применения гербицидов.

Во время работы с гербицидами запрещается снимать защитную одежду, курить и принимать пищу: после работы необходимо принять душ или выкупаться. Защитную одежду надо хранить в специальном помещении. Гербициды хранят в специальных складах в хорошо закрытой и исправной таре. На всех видах тары должны быть этикетки с указанием: а) полного наименования препарата; б) процентного содержания действующего начала и основных примесей; в) наименования завода-изготовителя; г) номера партии; д) даты изготовления и даты доставки на склад; е) веса нетто и брутто.

На местах работ с ядохимикатами не допускается хранение продуктов питания, воды, фуража, предметов домашнего обихода. Запрещается оставлять в поле и в других местах ядохимикаты без охраны.

Заправочные пункты необходимо оборудовать на расстоянии не менее 200 м от жилых построек и скотных дворов. Для приготовления растворов гербицидов выделяют специальные емкости, которые после работы обеззараживают и тщательно промывают.

Перед началом работы необходимо принять меры для предотвращения отравления домашних животных, птицы, пчел. При авиаработах с ядохимикатами инструктаж по технике безопасности проводит летный состав.

Остатки ядохимикатов на местах заправочных пунктов обезвреживают, а площади без твердого покрытия перепахивают. Тару кар-

тонную сжигают, а металлическую обезвреживают одним из следующих веществ: каустиком (3%-ный раствор), кальцинированной содой (5%-ный раствор), древесной золой (7%-ный раствор), свежегашеной известью (10%-ный раствор). В подготовленный раствор для лучшего смачивания добавляют 0,1% ОП-7. Количество раствора должно соответствовать 10% объема подвергаемых обезвреживанию емкостей.

Машины, которые использовались для работы с растворами гербицидов, также обезвреживают щелочным раствором, обрабатывая их 5—6 раз, а затем промывают чистой водой до полного удаления щелочи.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Глава X

ОБЩИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В системе мероприятий по повышению урожайности сельскохозяйственных культур важное значение имеет правильная механическая обработка почвы.

Основными задачами обработки почвы являются:

- 1) изменение строения пахотного слоя почвы и ее структурных качеств для регулирования наземных факторов жизни растений;
- 2) усиление круговорота питательных веществ путем вовлечения их из более глубоких горизонтов почвы и воздействия в необходимом направлении на микробиологические процессы;
- 3) уничтожение сорных растений, некоторых зачатков болезней и вредителей сельскохозяйственных культур;
- 4) заделка в почву растительных остатков и удобрений;
- 5) предупреждение эрозионных процессов и связанных с этим потерь воды и питательных веществ растений;
- 6) лишение жизненности многолетней растительности при обработке целинных и залежных земель;
- 7) создание условий для заделки семян культурных растений на оптимальную глубину.

В результате обработки почвы, ее крошения, рыхления или уплотнения создается необходимое соотношение между объемами капиллярных и некапиллярных промежутков.

Каждый прием обработки почвы оказывает влияние на строение всего или части пахотного слоя.

Обработанная почва хорошо пропускает воду не только в пахотный, но и в подпахотную часть корнеобитаемого слоя.

Вода, поступившая в подпахотный слой, сохраняется более длительный срок и служит надежным источником снабжения возделываемых культур.

В засушливом климате задача обработки почвы состоит не только в том, чтобы накопить влагу в почве, но и сохранить ее от потерь.

В районах избыточного увлажнения обработкой почвы отводится лишняя влага и в пахотном слое создается благоприятный водно-воздушный режим.

Механическая обработка почвы является самым массовым и хорошим средством уничтожения сорняков. Она обеспечивает максимальную агротехническую и экономическую эффективность от чередования культур, применяемых удобрений и орошения полей, от сортовых посевов и лесомелиоративных мероприятий. Она уменьшает потенциальную засоренность почвы и предупреждает появление вредителей и болезней сельскохозяйственных культур.

Правильное применение приемов обработки почвы с учетом природных особенностей служит важным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

При обработке почвы требуются большие материальные затраты. Поэтому совершенствование приемов и систем обработки почвы применительно к зональным особенностям и отдельным культурам — первоочередная задача земледелия.

РАЗВИТИЕ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

На первом этапе развития земледельческой культуры перед обработкой почвы ставилась одна задача — открыть почву, чтобы заделать в нее семена возделываемого растения. В это время человек не знал, что происходит с почвой, которую он, хотя и примитивно, обрабатывает, что происходит с растением, которое он возделывает, но потребность в такой «агротехнике» вызывалась необходимостью, подтверждаемой опытом и наблюдениями.

Первыми орудиями обработки почвы были такие, которые позволяли неглубоко рыхлить почву, образуя бороздки, или скважины. Для этого использовались ветви или корни деревьев, камни, челюсти крупных животных и т. д.

В дальнейшем земледельцы эмпирическим путем установили связь между рыхлением почвы и урожаями растений. Вследствие интенсивного рыхления почвы, хорошего подрезания и заделки в почву остатков дикорастущих растений урожаи повышались.

Переход от ручного труда к использованию в земледелии силы животных способствовал совершенствованию почвообразующих орудий. Появляются пахотные орудия в виде косуль, сох, сабанов и др. Первобытная мотыжная система обработки постепенно сменилась сошной, а последняя еще более совершенной плужной системой обработки почвы (рис. 43). Плужная обработка почвы существует тысячелетия. Еще в Древнем Риме имелись плуги, аналогичные тем, которые применялись в Европе в начале XIX в.

Приемы обработки почв совершенствовались в течение многих веков. Средневековый период не внес изменений в технику обработки почвы.

Римские плуги были взяты за основу дальнейшего совершенствования орудий обработки почвы в новых условиях.

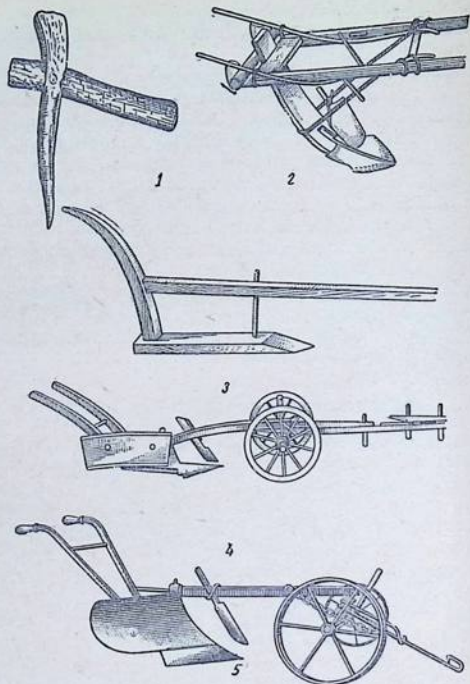


Рис. 43. Развитие орудий плужной обработки почвы:
1 — кнра из рога; 2 — соха; 3 — рало; 4 — сабан; 5 — новороссийский плуг.

На новом этапе развития земледельческой культуры приемы обработки почвы улучшались главным образом в результате изменения формы отвала плуга, а также создания орудий, дополняющих плужную обработку, которая и в настоящее время является ведущим приемом механического воздействия на изменение почвенных условий жизни сельскохозяйственных культур.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Несмотря на относительно большой ассортимент орудий основной и поверхностной обработки технологическая сторона воздействия их на почву может быть сведена к немногочисленным операциям.

Основными из них являются оборачивание, крошение (рыхление), перемешивание, уплотнение, выравнивание, подрезание сорняков, создание борозд и гребней.

Оборачивание почвы состоит в том, что верхняя часть пахотного слоя перемещается вниз, а нижняя наверх. Необходимость такого перемещения вызывается рядом причин. Как известно, пахотный слой представляет часть корнеобитаемой толщи почвы. В нем развивается основная масса корней возделываемых культур. Под влиянием комплекса приемов (обработка, удобрение, орошение и др.) пахотный слой приобретает ряд свойств, отличающих его от нижележащих горизонтов; в нем больше перегноя, он имеет лучшее строение и более высокую биологическую активность. От посева до уборки урожая соответствующей культуры под воздействием ряда факторов — механических (орудия обработки почвы), физико-химических (атмосферные осадки, удобрения) и биологических (деятельность микроорганизмов) — наблюдается некоторая дифференциация пахотного слоя; верхняя его часть по сравнению, например, с нижней становится более распыленной и уплотненной. При оборачивании достигается улучшение свойств сброшенной на дно борозды верхней части пахотного слоя. Оборачивание необходимо для заделки пожнивных остатков, дернины, навоза и других удобрений, а также осыпавшихся семян сорных растений, зачатков болезней и вредителей сельскохозяйственных культур.

На черноземных почвах оборачиванием вовлекается в обработку подпахотный слой, который, как правило, имеет лучшие физические свойства и меньше засорен.

На дерново-подзолистых почвах этим приемом вовлекается в пахотный слой менее плодородная часть подзолистого горизонта, которая постепенно окультурируется. Создается более глубокий пахотный слой.

Но оборачивание почвы не всегда полезно. В засушливых условиях в весенне-летнее время при перемещении более влажного слоя на поверхность почва быстро сохнет. В районах ветровой эрозии при полной заделке пожнивных остатков теряется не только влага, но и плодородный слой почвы вследствие его выдувания.

Оборачивание лучше выполняется отвальными орудиями — плугами и лучильниками. Дисковые орудия для этой цели менее пригодны.

Рыхление (крошение) изменяет размеры почвенных отдельностей и их взаимное расположение. После рыхления и крошения комочки почвы становятся мельче и, располагаясь рыхло, увеличивают ее порозность и аэрацию. В почве улучшается водо- и воздухопроницаемость, усиливается биологическая деятельность и накапливаются доступные для растений питательные элементы вследствие разложения органических веществ. Рыхление необходимо для уничтожения образующейся иногда на поверхности почвы твердой корки, которая задерживает рост растений, усиливает потерю воды почвой. Периодичность рыхлений изменяется в зависимости от

быстроты и степени уплотнения почвы, механического и структурного состава, погодных условий, поливного режима при орошении и пр.

Глинистые и тяжёлосуглинистые почвы с непрочной структурой уплотняются быстрее и сильнее, чем песчаные и супесчаные или структурные почвы тяжелого механического состава. Для рыхления почвы применяют плуги, лущильники (лемешные и дисковые), глубоко- и мелкорыхлящие культиваторы и бороны.

Перемешивание почвы применяется для более равномерного распределения в толще пахотного слоя или в отдельных его частях продуктов разложения органических веществ и минеральных удобрений, которые вносят перед обработкой — незадолго до посева или после посева. Перемешивание способствует созданию однородного (однородного) пахотного слоя. Оно особенно необходимо в тех случаях, когда к плодородному слою частично припахивается менее плодородный подпахотный слой.

Пестрота по плодородию, которая иногда создается в пахотном слое почвы, обуславливает неравномерный рост и развитие растений на одном и том же поле, что может привести к снижению и потерям урожая при уборке.

Если обработкой стремятся глубоко заделать семена или прорастающие отрезки корней и корневищ сорных растений, перемешивание почвы может дать отрицательные результаты. Перемешивание достигается вспашкой плугами без предплужников, а также рыхлителями, но необорачивающими орудиями.

Уплотнение почвы — процесс, противоположный рыхлению. В результате уплотнения достигается более тесное размещение почвенных комочков; увеличивается капиллярная, но уменьшается некапиллярная и общая скважность.

При уплотнении разрушаются глыбы. Пашня несколько оседает. Послепосевным уплотнением создается большее соприкосновение заделанных семян с почвенными частицами, вследствие чего семена быстрее набухают и дают дружные всходы. В засушливых условиях уплотненная прослойка, создаваемая на некоторой глубине от поверхности почвы, уменьшает проветривание и испарение влаги. Уплотнение поверхности пахотного слоя в степных условиях предупреждает возможность выдувания мелких частичек почвы при сильном ветре.

Для уплотнения применяются катки с различной рабочей поверхностью, диаметром и весом.

Выравнивание поверхности пашни перед посевом сельскохозяйственных культур имеет большое значение во всех природных зонах. При этом создаются лучшие условия посева, ухода за посевами и уборки урожая. При выравнивании создается меньшее соприкосновение почвы с атмосферой, вследствие чего уменьшается испарение воды из почвы. Это особенно важно в засушливых районах. Для выравнивания пашни применяют бороны, культиваторы, шлейфы, катки и ряд других орудий.

Подрезание сорняков обычно совмещается с выполнением таких технологических процессов, как рыхление, перемешивание

вание и оборачивание почвы. Но наряду с этим для подрезания сорняков используются и специальные орудия, например ножевые, штанговые и другие культиваторы.

Создание борозд, гребней и гряд применяется в зоне избыточного увлажнения для осушения земель путем отвода воды и регулирования воздушно-термического и пищевого режима почвы.

На полях, подверженных водной эрозии, создаются гребни и борозды поперек склонов для задержания талых вод и предупреждения смыва почвы.

В настоящее время ведущими приемами обработки почвы являются вспашка, лущение, культивация, боронование, прикатывание.

УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Эффективность любого приема обработки почвы определяется его влиянием на основные технологические процессы — оборачивание, крошение, уплотнение и т. д.

Качество обработки почвы, в свою очередь, зависит от конструкции применяемых орудий (форма отвала плуга, тип культиваторной лапы и т. д.), от скорости движения и от технологических свойств почвы. Важнейшими технологическими свойствами почвы являются связность, пластичность, липкость и спелость.

Связность — свойство почвы оказывать сопротивление раздавливанию и расклиниванию. *Пластичность* — свойство почвы сохранять форму, придаваемую слою почвы орудиями ее обработки. *Липкость* — свойство почвы прилипать к поверхности других тел, в частности к рабочим органам почвообрабатывающих орудий.

Технологические свойства почвы находятся в большой зависимости от механического состава, влажности почвы, структуры и строения пахотного слоя, содержания органического вещества и состава поглощенных катионов.

Наиболее высокой связностью обладают почвы тяжелого механического состава и солонцеватые, находящиеся в сухом состоянии. При обработке такие почвы плохо крошатся. Степень крошения увеличивается, когда влажность почвы достигает оптимальной величины. Однако при дальнейшем повышении влажности нарастает пластичность и липкость. Почва не только плохо крошится, но и сильно прилипает к рабочим поверхностям почвообрабатывающих орудий. Производительность труда и качество обработки почвы снижаются.

При обработке переувлажненных глинистых и суглинистых почв нарушается их макроструктура.

Благоприятные условия для обработки глинистых, солонцеватых почв и солонцов создаются при узком интервале влажности, когда связность и пластичность имеют наименьшие показатели.

Песчаные почвы в сухом состоянии лишены связности. При увлажнении она несколько увеличивается благодаря возникновению

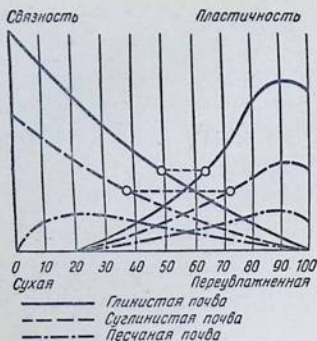


Рис. 44. График изменения связности и пластичности почвы (по Лайбуну).

до 65%, суглинистой — от 40 до 65%, а на песчаных он значительно шире.

Структурное состояние почвы также оказывает влияние на изменение границы оптимальной влажности почвы для ее обработки. Комковатая почва при той же влажности, что и почва распыленная, имеет меньшую связность и не прилипает к рабочим поверхностям орудий. Поэтому интервал влажности для хорошей обработки на структурных почвах шире, чем на почвах бесструктурных.

По мере увеличения количества поглощенных оснований одновалентных катионов, особенно натрия, связность и липкость возрастают. Двухвалентные катионы действуют в противоположном направлении.

СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Вспашка. Под основной обработкой почвы принято понимать первую глубокую обработку после уборки предшествующей культуры. Главным приемом основной обработки почвы является вспашка.

Качество плужной обработки почвы в значительной степени зависит от формы отвала. Плуги по форме отвала делятся на *винтовые, цилиндрические, полувинтовые и культурные* (рис. 45).

Форма отвала влияет на оборачивание, крошение и рыхление пахотного слоя.

При вспашке плугом с винтовой формой отвала пласт хорошо оборачивается, но плохо крошится. Такие плуги применяются главным образом на тяжелых глинистых и сильно задернелых почвах.

Способ вспашки, при котором пласты оборачиваются на 180° , называется *оборотом пласта*. Если пласты ложатся один к другому под углом 45° , а оборачивание происходит только на 135° , то вспашка носит название *взмета пласта*. В связи с неполным оборачиванием

на поверхности частиц водных пленок. Дальнейшее увеличение влажности вновь снижает связность. Пластичность песчаных почв при любой влажности ничтожно мала. Поэтому легкие почвы можно обрабатывать без снижения качества при значительно более широком диапазоне влажности по сравнению с тяжелыми почвами.

Физическая спелость почвы, то есть такое состояние, когда она при наименьших усилиях хорошо крошится, отвечает определенному интервалу влажности.

Как показано на рисунке 44, для глинистой почвы этот интервал находится в пределах от 50 до 65%, суглинистой — от 40 до 70% полной влагоемкости, а у

уничтожение жизнеспособности многолетних растений (на залежах) не достигается.

Полувинтовой отвал имеет более круто поставленный лемех. Передняя часть отвала цилиндрическая, а задняя близка к винтовой.

Поверхность цилиндрического отвала представляет в вертикальном разрезе часть окружности. При работе плуга с таким отвалом пласт сразу и круто поднимается и отбрасывается в сторону борозды. Достигается хорошее крошение, но плохое оборачивание.

Плуги с цилиндрической формой отвала применяют на почвах легкого механического состава, а также на полях из-под пропашных культур. Культурный отвал отличается от цилиндрического тем, что его задняя часть имеет винтообразную поверхность. Поэтому при хорошем крошении достигается лучшее оборачивание, чем при цилиндрическом отвале.

Имеются комбинированные отвалы, которые занимают среднее положение между культурными и полувинтовыми.

В современных условиях обработка почвы проводится главным образом плугами с культурной и комбинированной формой отвала. Однако и эта конструкция отвала не дает высокого качества вспашки, особенно рыхления почвы. Это связано с тем, что пахотный слой почвы по своим технологическим свойствам неоднороден. Вследствие большого количества корней и меньшей влажности верхняя его часть (0—10 см) имеет более высокую связность, чем нижняя.

Для более совершенного оборачивания, крошения и рыхления отвальные плуги снабжаются *предплужниками*.

Предплужник представляет уменьшенную копию основного корпуса плуга и состоит из *отвала, лемеха и стойки*. Он устанавливается впереди корпуса плуга. Носок лемеха предплужника должен выступать вперед по отношению к носку лемеха основного корпуса плуга на 25—30 см (рис. 46). Предплужник сбрасывает на дно борозды верхнюю часть пахотного слоя толщиной 10—12 см с пожнивными остатками, с осыпавшимися до уборки и после уборки урожая семенами сорных растений, вредителями сельскохозяйственных культур и возбудителями болезней. Нижняя часть пахотного слоя, отделенная от верхней более связной его части, хорошо крошится на отвале плуга и засыпает сброшенную в борозду почву рыхлой мелкокомковатой массой. При этом повышается общая и некапиллярная скважность по сравнению с обработкой плугом без предплужников. Положительные свойства вспашки плугом с предплужниками дали основание назвать ее *культурной*. При вспашке плугом с предплужниками создаются более благоприятные условия для культурных растений и повышается их урожай.

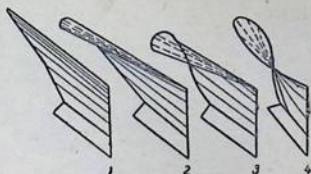


Рис. 45. Формы отвалов:

1 — цилиндрический; 2 — культурный;
3 — полувинтовой; 4 — винтовой.

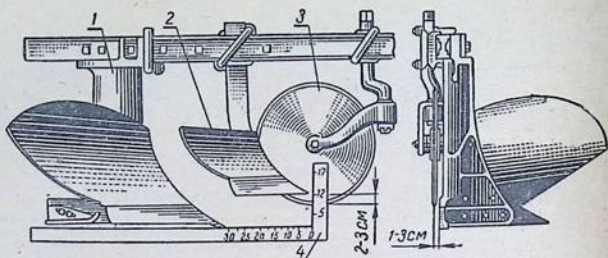


Рис. 46. Установка предплужника и дискового ножа:

1 — корпус плуга; 2 — предплужник; 3 — дисковый нож; 4 — угольник.

Однако при современной конструкции предплужников верхняя часть пахотного слоя почвы полностью не перемещается вниз. Имея укороченный лемех и отвал по сравнению с основным корпусом плуга при увеличении скорости вспашки, предплужники не успевают сбросить захваченный слой почвы на дно борозды.

Опыт показывает, что при вспашке на повышенных скоростях удлиненный лемех и отвал предплужника лучше укладывает верхний слой почвы на дно борозды.

В последние годы в Зауралье широко применяется система безотвальной обработки почвы, разработанная Т. С. Мальцевым. Сущность ее состоит в том, что на каждом поле один раз в течение 4—5 лет проводится вспашка на 35—40 см безотвальным плугом (рис. 47), а в период между глубокими обработками — ежегодно поверхностная обработка дисковыми лущильниками на 10—12 см.

Проверка предложенной Т. С. Мальцевым системы обработки почвы показала, что в природных условиях, отличающихся от тех, которые имеются в колхозе «Заветы Ленина» Шадринского района, где работает Т. С. Мальцев, урожай сельскохозяйственных культур при замене вспашки лущением, как правило, были ниже.

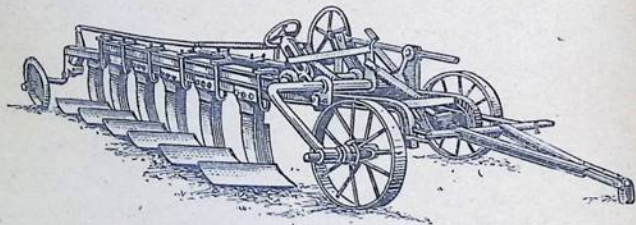


Рис. 47. Безотвальный плуг Т. С. Мальцева.

При безотвальной вспашке семена сорных растений, часть живых вместе с подрезанными вегетирующими сорняками, яички и личинки вредителей и возбудители болезней сельскохозяйственных культурных растений не заделываются на дно борозды, а остаются на поверхности почвы или на небольшой ее глубине.

Несмотря на то, что предложенная Т. С. Мальцевым система обработки почвы не везде получила положительную оценку, значение ее для аналогичных почвенно-климатических условий велико. Кроме агротехнической стороны, чередование глубоких и мелких обработок имеет большое экономическое значение, так как снижает себестоимость продукции растениеводства.

В настоящее время изучается вопрос о сочетании отвальных и безотвальных глубоких обработок. Поверхностная безотвальная обработка с сохранением стерни получила широкое применение в районах, подверженных ветровой эрозии.

Безотвальная послеплужная обработка в засушливых условиях также часто оказывается эффективной. Она положительно влияет на водный режим почвы. Безотвальное рыхление полезно, когда пахотный слой содержит вредные для растений соединения.

В Казахстане для борьбы с ветровой эрозией применяют специальные глубокорыхлители-плоскорезы, которые значительную часть стерни оставляют на поверхности пашни и одновременно рыхлят почву на глубину до 30 см. Все это способствует сохранению снега на полях и предохраняет почву от выдувания.

Безотвальную обработку изучали и раньше.

На юге Франции фермер Жан (1913) предложил обрабатывать почву только пружинными культиваторами. До посева поле рыхлилось через каждые 10—12 дней, при постепенном увеличении глубины до 20 см. При обосновании этого метода он исходил из того, что безотвальная обработка с постепенным увеличением глубины давала лучшую разделку пашни по сравнению с плужной.

В Германии (1919—1921) Ахенбах, как и Жан, рекомендовал многократную обработку почвы не плугами, а культиваторами. Он отмечал, что оборачивание почвы нарушает естественное сложение пахотного слоя и сопровождается ухудшением жизнедеятельности микроорганизмов. Ахенбах считал, что микроорганизмы, приспособившиеся к жизни в глубоких слоях и при отвальной вспашке вывернутые на поверхность, погибнут от действия света, а аэробные микроорганизмы, оказавшиеся после пахоты в анаэробных условиях, погибнут от недостатка кислорода.

Однако такое предположение не нашло подтверждения в исследованиях советских ученых (Е. Н. Мишустин и др.).

Важным показателем качества обработки почвы является глубина вспашки. Чем мощнее пахотный слой, тем выше плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур.

В земледелии прошлого глубина обработки почвы ограничивалась теми техническими возможностями, какими располагало народное хозяйство соответствующего периода, и она, как правило, была

меньше 20 см. В настоящее время в нашей стране при возделывании сельскохозяйственных культур применяется вспашка на глубину от 20 до 30—35 см. Вспашку меньше 20 см считают мелкой, на 20—22 см — средней. Предельная наиболее благоприятная и экономически выгодная глубина вспашки на почвах, где позволяет перегнойный горизонт, достигает 30—35 см.

При глубокой вспашке увеличивается общая и некапиллярная скважность, вода и воздух лучше проникают в почву, лучше развивается аэробная микробиологическая деятельность и больше накапливается питательных веществ для растений.

Вследствие увеличения объема рыхлого слоя после глубокой вспашки облегчается проникновение корней культурных растений в нижележащие горизонты почвы, что дает возможность полнее использовать воду и питательные вещества.

Глубокая вспашка является очень важным средством в борьбе с сорными растениями, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур. Семена сорняков, заделанные глубоко в почву, медленно прорастают, а значительная часть их погибает. При глубокой подрезке корней сорных растений они быстро отмирают.

Многие вредители сельскохозяйственных растений откладывают свои яички на стерне, сорняках, падалице и в верхнем слое почвы. Этот слой часто является источником распространения головни. Глубокой заделкой пожнивных остатков при хорошем оборачивании пласта исключается возможность появления вредителей и болезней на последующей культуре.

Глубокой обработкой почвы создают условия для наибольшего накопления осенних и зимних осадков.

В подпахотном слое почвы комочки и механические отдельности расположены более плотно, поэтому просачивание воды через него затруднено. Наличие так называемой плужной подошвы тоже препятствует поступлению воды в нижележащие горизонты.

Осенние и зимне-весенние осадки увлажняют и подпахотный корнеобитаемый слой почвы, иногда даже на глубину 100—120 см. Однако значительная часть осадков и талой воды задерживается в пахотном слое.

В хорошо разрыхленной почве с водопрочной структурой поступающая вода не заполняет своих промежутков; такие почвы всегда имеют хорошую водопроницаемость.

На тяжелых по механическому составу подзолистых и солонцовых почвах подпахотные слои сильно уплотнены. Поэтому корни растений в таких почвах находятся главным образом в верхнем, более рыхлом слое, проникая в подпахотный слой лишь по трещинам и ходам землероев и дождевых червей. При увеличении мощности пахотного слоя тяжелых почв, повышении общей их пористости корневая система лучше развивается, растения становятся устойчивыми к неблагоприятным условиям.

Несмотря на преимущества глубокой вспашки, в начале 30-х годов в нашей стране распространялась теория мелкой обработки.

Некоторые работники сельского хозяйства юго-востока предлагали отказаться от плуга и перейти к использованию для обработки полей дисковых орудий с глубиной рыхления не более 13—15 см. Такие рекомендации были отвергнуты наукой и практикой. Там, где применялась мелкая обработка, поля сильно засорились и урожай сельскохозяйственных культур снизился.

Идея поверхностной обработки почвы для земледелия не была новой. Еще в 1828 г. Битсон в Англии давал советы по мелкой вспашке. В конце прошлого века мелкую обработку широко пропагандировал в России Овсинский. Он рекомендовал обрабатывать поля на глубину 5—6 см. По его мнению, при мелкой обработке сохраняется благоприятное естественное физико-химическое состояние почвы, способствующее накоплению влаги, питательных веществ и повышению урожаев сельскохозяйственных культур.

Проверка идей и рекомендаций Овсинского на протяжении более чем десятилетнего периода старейшими опытными станциями — Полтавской, Одесской и Херсонской — не дала положительных результатов.

Через полвека идеи Овсинского воскресил американский фермер Фолкнер. В книге «Безумие пахаря» он писал, что причиной снижения плодородия почвы и развития эрозии является ежегодная глубокая пахота плугами с отвалами. Фолкнер предлагал проводить поверхностную обработку почвы дисковыми орудиями с обязательной мелкой заправкой зелеными удобрениями.

Однако идеи и рекомендации Фолкнера в Америке, так же как Овсинского в России, не имели успеха.

Существует мнение, что по мере очищения почвы от сорняков глубокая вспашка не будет иметь такого значения, как на почвах засоренных. Однако это утверждение нельзя признать правильным. При мелкой вспашке сорняки размножаются значительно быстрее, чем при глубокой. Поэтому почвы, относительно чистые от сорных растений, постоянной мелкой вспашкой можно превратить в почвы засоренные. Кроме того, при длительном применении мелкой вспашки в обрабатываемом слое почвы ухудшается структурное состояние. Распыленная почва под влиянием осадков быстро уплотняется и заплывает. После высыхания такой почвы на ней образуется корка. Все это создает неблагоприятные условия для посева и роста растений.

Мелкая вспашка, применяемая постоянно, ведет к образованию плужной подошвы и не позволяет использовать плодородие глубоких горизонтов почвы. Урожай при такой вспашке снижается.

Специальные приемы основной обработки почвы. К специальным приемам основной обработки почвы относятся фрезерная, плантажная, многослойная с использованием ярусных плугов и др.

Специальные почвообрабатывающие орудия дают возможность сочетать несколько приемов (вспашка, культивация, боронование) и за один проход выполнять важнейшие технологические процессы обработки почвы. Это относится к фрезерной обработке почвы

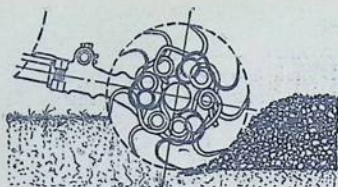


Рис. 48. Схема работы фрезы.

Заводом «Сибсельмаш» изготавливается фреза садовая (ФС-09). Она предназначена для обработки почвы в приствольных полосах. Боковое перемещение барабана фрезы при движении трактора позволяет иметь меньшую защитную зону около штамба дерева, чем при перекрестной обработке сада дисковыми орудиями.

Под виноградники, лесопосадки и плодовые насаждения применяется вспашка плантажным плугом. Корпуса плантажных плугов рассчитаны для работы на глубину 50—75 см и больше при ширине захвата до 50—60 см. При необходимости плантажные плуги могут производить послойную обработку. Для этого на них устанавливают предплужники, почвоуглубители, вырезные лемехи или два плантажных корпуса на разных уровнях (рис. 49). Плантажный плуг с почвоуглубителем и предплужником обрабатывает почву так, что нижняя часть пласта не выносятся на дневную поверхность.

Глубокая обработка получается и при пахоте плантажным корпусом с вырезным лемехом. Подрезанная и разрыхленная таким лемехом почва не поступает на отвал и не оборачивается. Наиболее полно задача по перераспределению слоев почвы разрешается постановкой двух плантажных корпусов, один из которых полностью снимает верхний слой почвы и сбрасывает его на дно борозды.

Для создания мощного окультуренного слоя почвы в зоне дерново-подзолистых почв, а также на черноземах и солонцах применяют двух- и трехслойную вспашку с использо-

(рис. 48), после которой не требуется дополнительных операций.

Наиболее широкое распространение фрезерная обработка получила на болотных (торфяных) и сильно задернелых луговых почвах. По мере освоения и окультуривания таких почв фрезу заменяют плугом с предплужниками.

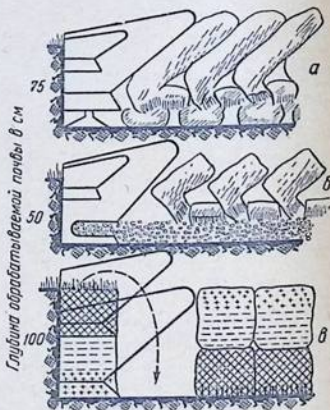


Рис. 49. Схема работы корпусов плантажного плуга:

а — работа корпуса с предплужником и почвоуглубителем; б — работа плантажного корпуса с предплужником и вырезным лемехом; в — работа двухъярусного плантажного плуга.

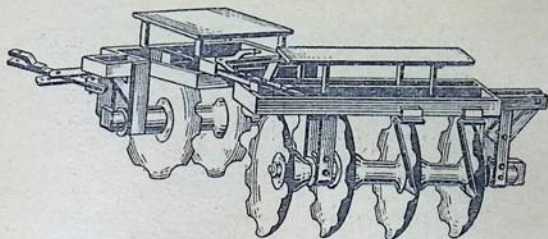


Рис. 50. Общий вид дискового плуга.

ванием двух- и трехъярусных плугов, о чем подробнее будет сказано в специальной главе.

При обработке каменистых почв, а также почв, в которых имеются корни деревьев, используются дисковые плуги. Такой плуг представляет ряд посаженных на общую ось сферических дисков с острыми режущими краями. Для лучшего заглубления в почву диски по краям имеют вырезы (рис. 50). На окультуренных землях дисковые плуги дают менее удовлетворительную разделку и более слабое оборачивание пласта, чем плуги лемешные.

Для регулирования поверхностного стока воды на склонах и устранения переувлажнения в северо-западных и центральных районах применяют *котование*. В зонах избыточного увлажнения и на почвах с высоким уровнем стояния грунтовых вод применяют грядоделатели. Они предназначены для нарезки гряд на почвах, подготовленных под посев и посадку овощных культур.

Для задержания талых вод при обработке тяжелых почв на склонах иногда применяют *целевание*.

Применяемые в настоящее время плуги для обработки почвы имеют несимметричные рабочие органы и при работе отваливают пласты только вправо по ходу плуга. Поэтому на конце обрабатываемого участка приходится поворачивать плуг в таком направлении, чтобы при следующем заезде новый пласт приваливался к ранее вспаханному пласту. Для этого участок заранее разбивают на загоны. Каждый загон можно пахать всвал или вразвал.

При вспашке *всвал* работу начинают с середины загона, в результате чего в середине загона образуется свальный гребень, а между соседними загонами — разъемные борозды. При вспашке *вразвал* пахоту начинают с правой стороны загона, а в конце его плуг поворачивают влево. В этом случае в середине загона образуется разъемная борозда, а по его краям — свальные гребни.

Чтобы не допустить увеличения размеров гребней и борозд, вспашку загонov надо по годам чередовать: один раз всвал, второй — вразвал.

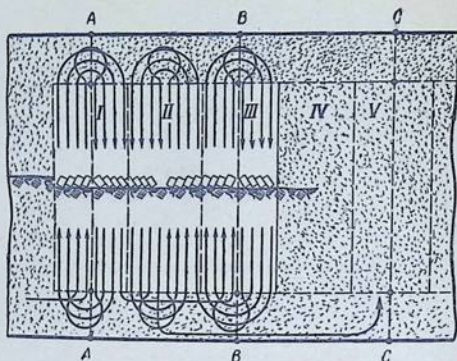


Рис. 51. Схема петлевого способа с чередованием вспашки всвал и вразвал.

Если каждый загон пахут самостоятельно, то на поле получается много гребней и борозд. Чтобы уменьшить их число, надо один загон пахать всвал, а другой — вразвал. Например, сначала пахут нечетные загоны, первый и третий, всвал, затем четный, второй, — вразвал (рис. 51). Для устранения возникающих неровностей в результате загонной вспашки необходимо направление пахоты ежегодно менять при условии, если ширина поля не меньше 300 м. На склонах пахать следует только поперек склона, чтобы уменьшить смыв почвы и потери воды.

В районах избыточного увлажнения рекомендуется пахать вдоль склона, если крутизна его небольшая, а при значительном уклоне — в диагональном направлении к нему для стока лишней воды.

Перед началом вспашки на загонах отбивают поворотные полосы для разворота тракторного агрегата. Эти полосы отделяют от основной части загона контрольными бороздами, образуемыми проходом плуга. Агрегат должен двигаться строго прямолинейно вдоль загона и поднимать плуги на линии контрольной борозды. Ширину загонов устанавливают в зависимости от длины поля и ширины захвата тракторного агрегата.

Кроме загонной вспашки, одно время применялась вспашка *фигурная*, или *круговая*. При этом способе вспашка проводилась в соответствии с фигурой участка. Из-за низкого качества работы этот способ обработки не применяется.

В последние годы в Краснодарском крае получил распространение способ комбинированной обработки, при котором фигурная вспашка сочетается с загонной. При этом устраняются недостатки фигурной вспашки и используются положительные стороны загонной вспашки.

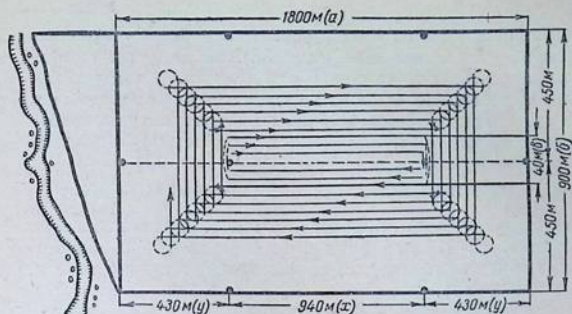


Рис. 52. Комбинированная фигурная вспашка.

При комбинированной вспашке в середине поля отбивают небольшой участок, который сначала обрабатывают по типу загонной вспашки, затем, выйдя из этого загона петлей, трактор разворачивают на пахотной части поля и начинают обрабатывать его по спирали, постепенно приближаясь к краям поля (рис. 52).

В горных районах и в орошаемых условиях применяют так называемую *гладкую вспашку* оборотным плугом. Такая пахота не дает гребней и борозд и не мешает нормальному распределению воды по поверхности поля при поливах. Оборотный плуг имеет корпуса и

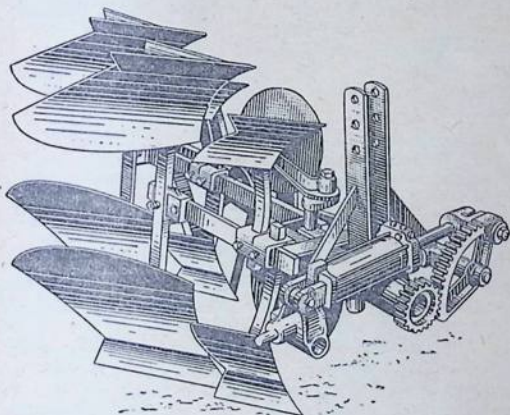


Рис. 53. Оборотный двухкорпусный плуг.

предплужники двухстороннего действия: право- и левооборачивающие; при движении в одном направлении работают правосторонние, в обратном — левосторонние (рис. 53). На крутых склонах пласт приходится отваливать только в одну сторону (под уклон). Оборачивание пласта вверх по склону не удастся, так как он падает обратно в борозду. Гладкую пахоту следует проводить тракторами с двухсторонним ходом. Они не нуждаются в разворотах на конце загона.

СПОСОБЫ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

При поверхностной обработке почвы глубина рыхления обычно не превышает 12—14 см. К приемам поверхностной обработки относятся лушение, культивация, боронование, шлейфование, прикатывание и малование.

Лушение — прием рыхления верхней части пахотного слоя при полном или частичном его оборачивании с одновременным подрезанием сорняков. При глубоком лушении заделывается часть пожнивных остатков, а вместе с ними вредители и возбудители болезней культурных растений. В отдельных случаях лушение применяют вместо вспашки; выполняется оно лемешными и дисковыми орудиями. Лемешные лушильники (рис. 54) представляют уменьшенную копию отвального плуга без предплужников. Глубина работы таких лушильников может достигать 15—16 см. Обработку отвальными лушильниками на глубину более 12 см часто называют *вспашкой*.

Дисковые лушильники меньше оборачивают почву, слабее подрезают сорняки по сравнению с лемешными, но хорошо разрезают горизонтально расположенные корневища и отпрыски корней (рис. 55). Они обычно работают на глубину 6—8 см, а с дополнительным грузом — до 10—12 см.

Дисковые лушильники применяются главным образом для послеуборочного лушения жнивья и для предпосевной обработки целинных и залежных земель.

Культивация — прием рыхления почвы и подрезания сорняков без оборачивания.

Рабочими органами культиваторов могут быть лапы — экстраторные, грубберные (долота), пружинящие, игольчатые диски,

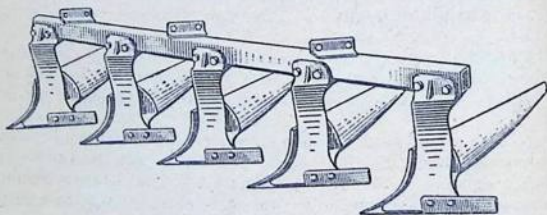


Рис. 54. Лушильник пятикорпусный.

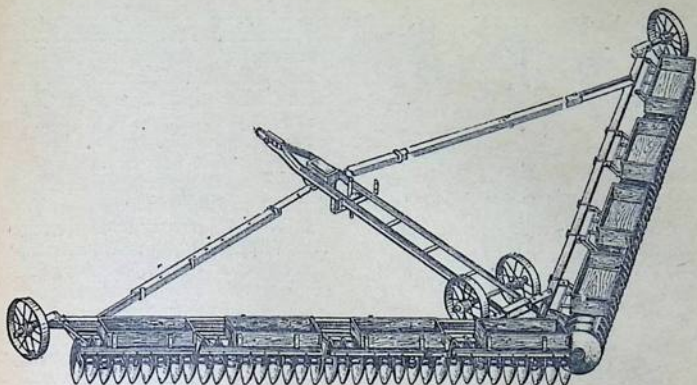


Рис. 55. Дисковый широкозахватный луцильник.

бритвы (рис. 56). Применяют также совмещение различных рабочих органов. Для рыхления междурядий, например кукурузы, в середине культиватора ставят лапу, а по бокам ножи-бритвы. Для одновременного рыхления почвы в рядках, гнездах и защитных полосах на культиватор навешивают прополочные бороны с пружинящими зубьями.

Современные культиваторы работают на глубину от 5—6 до 10—12 см. Более глубокая культивация (на 20 см и более) проводится специальными орудиями — чизель-культиваторами (рис. 57).

В настоящее время чаще применяют лаповые культиваторы. Лапы бывают различных конструкций. Для подрезания сорняков используют культиваторы с экстирпаторными (стрельчатыми или односторонними) лапами. Для интенсивного рыхления почвы применяют культиваторы с грубберными лапами с крутым подъемом. Если грубберная лапа расположена на подвижных стойках, она называется *пружинной*. Пружинные культиваторы применяют не только для рыхления почвы, но главным образом для вычесывания корней и корневищ на поверхность.

В последние годы стали применять культиваторы-плоскорезы.

Культиватор-плоскорез КП-2-250 имеет ширину захвата 5 м, рыхлит почву на глубину до 16 см и оставляет стерню на поверхности.

Штанговые культиваторы используют для обработки почвы без оборачивания (рис. 58). Рабочим органом у них является металлический стержень — штанга. Во время работы штанга приводится во вращательное движение, обратное вращению колес, она вырывает и выбрасывает сорняки на поверхность. Штанга погружается на

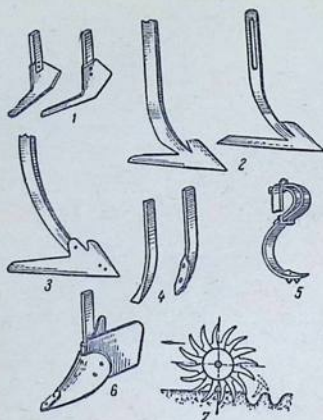


Рис. 56. Типы лап культиваторов:

1 — односторонние плоскорезы; 2 — стрельчатые плоскорезы; 3 — стрельчатая универсальная; 4 — рыхлительная долотообразная; 5 — рыхлительная на пружинных стойках; 6 — корпус окучника; 7 — игольчатый диск.

глубину от 6 до 10 см от поверхности. Такой культиватор меньше забивается сорняками, чем лаповый. Боязнь распыления почвы при работе штангового культиватора оказалась преувеличенной.

К культиваторам относятся также ротационные мотыги, рабочие органы которых представляют игольчатые диски (рис. 59). При движении мотыги диски вращаются, а иглы врезаются в почву, выдергивают молодые, еще не окрепшие сорняки, уничтожают корку и рыхлят поверхностный слой почвы. Ротационные мотыги применяются главным образом для ухода за посевами.

Для окучивания картофеля часто применяют окучники с раздвижными крыльями, которые отваливают почву на две стороны при междурядьях разной ширины.

Боронование — прием поверхностного рыхления почвы бороной без подрезания сорняков. Борона служит также для ухода за озимыми культурами, многолетними травами и другими посевами.

Рабочие органы зубовой бороны — неподвижные зубья с квадратным сечением у тяжелых и округлым у легких. Тяжелые зубья бороны с давлением на один зуб 1,5 кг рыхлят почву на 5—8 см. Средние бороны с давлением на зуб от 1 до 1,5 кг рыхлят почву на

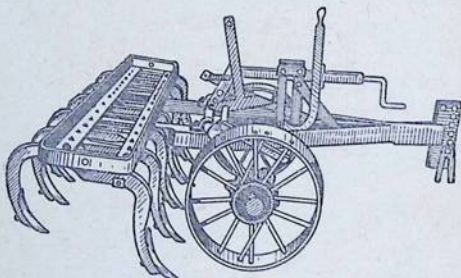


Рис. 57. Чизель-культиватор.

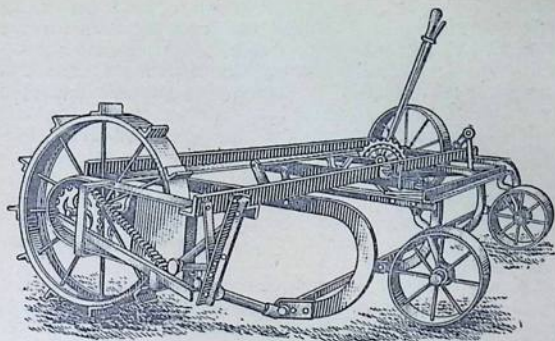


Рис. 58. Штанговый культиватор.

4—6 см. У легких борон давление на зуб от 0,5 до 1 кг, они рыхлят самый верхний слой на 2—3 см.

При влажности почвы, соответствующей ее физической спелости, борона хорошо разделяет крупные глыбы, создает мелкокомковатое строение верхней части пахотного слоя и не распыляет почву.

У сетчатых борон мелкие зубья закреплены на подвижной раме и могут передвигаться в почве независимо друг от друга (рис. 60). Сетчатая борона хорошо рыхлит почву, уничтожает молодые всходы сорняков, не повреждает культурных растений. Такая борона широко используется для ухода за посевами; применяется для обработки плантаций сахарной свеклы и кукурузы после появления всходов.



Рис. 59. Тракторная ротационная мотыга.

Дисковая борона в качестве рабочего органа имеет вращающиеся сферические диски, которые можно устанавливать под разным углом (угол атаки) к направлению движения. С увеличением угла атаки увеличивается крошение и глубина обработки почвы, лучше подрезаются сорняки. Бороны с вырезными дисками применяют на тяжелых и задернелых почвах. Дисковые бороны отличаются от дисковых луцильников тем, что у последних имеется рама колесной системы, что дает возможность в некоторых пределах регулировать глубину погружения дисков в почву.

Шлейфование — прием выравнивания рыхлой почвы. Осуществляется шлейфами и волокушами. Волокуша состоит из нескольких рядов брусьев, которые последовательно соединены между собой цепочками.

Волокуша с зубьями на переднем бруске называется *гвоздевой*. Шлейф-борона имеет металлический скребок, а перед ним ряд железных зубьев. Наклон зубьев можно менять под разным углом. Скребок и зубья размещают впереди деревянных брусьев.

Гвоздевку и шлейф-борону можно применять весной при небольшом заплывании зяби. Достоинство шлейфа по сравнению с бороной состоит в том, что им весной можно начать работу несколько раньше, как только просохнут верхушки гребней. В ряде случаев шлейф используют вместо бороны или в дополнение к ней при культивации. Однако шлейфование на тяжелых глинистых и солонцеватых почвах приводит к замазыванию поверхности пашни.

Прикатывание — прием уплотнения почвы. Применяется довольно широко, особенно в засушливой зоне. Осуществляется оно катками, которые различаются по форме поверхности: гладкие, рубчатые, кольчатые, звездчатые (рис. 61). Имея различную ширину и вес, они оказывают неодинаковое давление на почву. Легкие катки оказывают давление на 1 см^2 поверхности 100—200 г, или примерно 1—2 кг на 1 см захвата; катки средние — до 300—400 г на 1 см^2 , или до 3—4 кг на 1 см захвата; тяжелые катки соответственно — больше 400 г на 1 см^2 , или 4 кг на 1 см захвата.

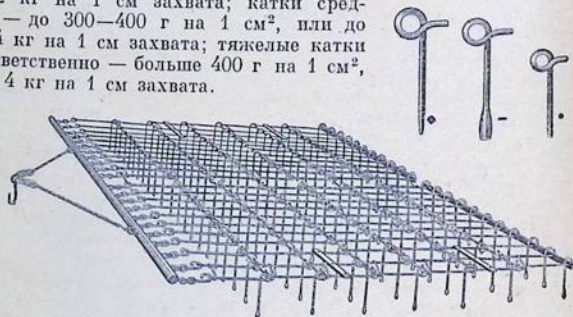


Рис. 60. Сетчатая борона-скребица на прореживании всходов.

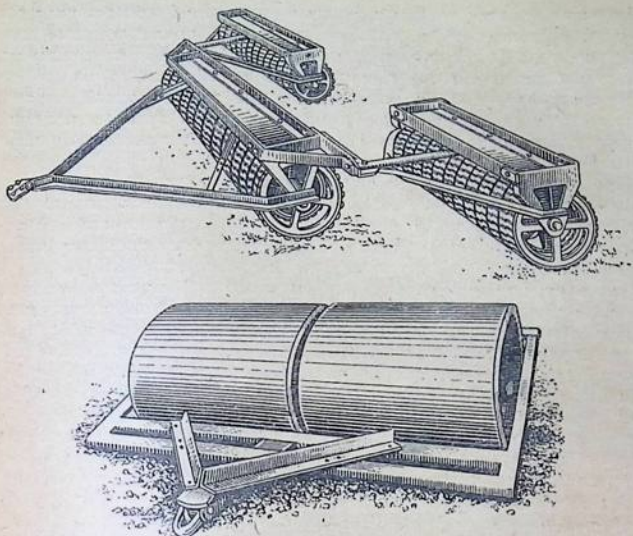


Рис. 61. Катки: кольчатый и гладкий водоналивной.

Лучшие результаты в большинстве случаев достигаются, когда давление катка равно 300—400 г на 1 см² поверхности почвы.

Давление катка меняется в зависимости от механического состава почвы и ее влажности во время обработки, степени разделки при вспашке, культивации и т. д. Поэтому, пользуясь общими рекомендациями, необходимо опытным путем устанавливать желаемое давление катка на почву.

Кольчатые катки с рифленой поверхностью без дополнительного груза оказывают давление, равное 2,4 кг на 1 см захвата. Такое давление бывает достаточным на пашне неглыбистой и на почвах легкого механического состава. Давление гладкого водоналивного катка колеблется от 2,3 до 6 кг на 1 см захвата. Вес его регулируется количеством воды в цилиндре.

Прикатывание пересохшей почвы приводит к ее распылению вследствие раздавливания глыб и комков. При этом некоторое количество глыб будет вдавлено в почву без размельчения.

Прикатывание переувлажненной почвы сильно уплотняет ее, приводит к образованию на поверхности корки. Только прикатывание при оптимальной влажности почвы дает наиболее высокую эффективность этого приема.

В настоящее время прикатывание применяется в сочетании с различными приемами обработки: предпосевное, послепосевное, непосредственно за вспашкой, при полупаровой обработке почвы под яровые и озимые культуры, на лугах и пастбищах.

В нечерноземной зоне при недостатке влаги весной хорошие результаты дает предпосевное прикатывание. В зоне черноземных и каштановых почв широко применяется послепосевное прикатывание.

При возделывании мелкосемянных и поздних яровых культур применяется и предпосевное прикатывание. Положительное влияние прикатывания на водный режим почвы установлено многочисленными данными Горьковского сельскохозяйственного института, Института сельского хозяйства Юго-Востока СССР и других опытных учреждений европейской и азиатской части засушливой полосы, а также некоторых районов зоны достаточного увлажнения.

Прикатывание способствует повышению температуры почвы в посевном слое в первые дни сева. По данным Ленинградской областной опытной станции, температура на прикатанных почвах на глубине 5 см была выше, чем без прикатывания, на 1—2°. Наблюдениями Красноярского сельскохозяйственного института установлено, что на выщелоченных черноземах лесостепи Восточной Сибири прикатывание повышает теплопроводность и прогреваемость почвы, что оказывает положительное влияние на быстроту прорастания семян и биологическую активность почвы.

М а л о в а н и е — прием выравнивания почвы с одновременным значительным ее уплотнением. Оно производится специальным орудием — малой. Среднеазиатская мала представляет окованную железом доску или брус шириной около 20 см и толщиной около 10 см, который и крепят двумя тягами к трактору. В настоящее время для малования применяют орудия заводского изготовления. Во время движения мала сдвигает гребни и крупные комья, разминает их, смещает в углубления, а также вдавливают в почву. Малование применяют для подготовки поля к посеву и последующим поливам. Выравнивание необходимо для равномерного распределения воды на поле во время поливов.

Применяется также дандона. Она отличается от малы наличием зубьев на нижней поверхности. Предназначена для рыхления поверхности и вычесывания сорняков.

О СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ

При использовании конной тяги почву обрабатывали со скоростью движения 3,2—4,5 км/час. Конструкция почвообрабатывающих орудий была приспособлена к этой скорости движения.

Исследования, которые проведены в последние десятилетия, показали полную возможность и агротехническую целесообразность применения повышенных скоростей как на вспашке, так и при выполнении других приемов обработки почвы.

Опыт показывает, что при повышенных скоростях движения существующих плугов до 6,5—7,5 км/час, а специальных скоростных корпусов до 9—10 км, пашня становится ровнее, почва хорошо крошится, плуги идут устойчиво, а растительные остатки заделываются полнее.

Первое изучение влияния скорости вспашки на качество обработки почвы в нашей стране проведено в 1930 г. под Москвой П. А. Некрасовым. Было установлено, что доведение скорости вспашки до 5,8—6,8 км/час положительно сказывается на водном и пищевом режимах почвы и повышает урожай сельскохозяйственных культур.

Интерес к работе на повышенных скоростях особенно возрос в последние годы в связи с увеличением мощности тракторных двигателей. Более распространенные марки плугов, рассчитанных для работы на скорости 4—5 км/час, при увеличении скорости движения трактора до 7,5 км дают улучшение качества обработки почвы и экономию горючего. При дальнейшем увеличении скорости происходит сильное отбрасывание пласта, плохое его оборачивание, недостаточная заделка растительных остатков, распыление почвы, а при скорости 12—14 км/час почва начинает «фонтанировать».

Выпущенные в последние годы скоростные плуги дают хорошее качество работы при скорости движения 10 км/час и более.

В настоящее время поставлена задача создать плуги для работы на скорости 15 км/час и больше, не снижая качества.

Повышение скорости движения трактора важно на всех видах обработки почвы.

Опыт показывает, что при скорости движения трактора 7—9 км/час достигается высокое качество культивации, лущения, прикатывания и боронования.

Исследованиями Воронежского сельскохозяйственного института (И. М. Небольсин) установлено, что после работы культиватора со скоростью 5,6 км/час гребнистость поверхности поля составила 6,7 см, а при скорости 8,5 км — меньше 5,4 см.

Увеличение скорости положительно сказалось на рыхлости почвы. При продольно-поперечной обработке посевов кукурузы на скорости до 9 км количество поврежденных растений не увеличивается, если защитная полоса не менее 10—12 см. Лущение жнивья дисковыми орудиями на скорости до 8,5 км/час не снижает качества обработки. Для этого требуется, чтобы диски были хорошо заточены, а батареи не имели перекосов. При скорости до 7 км угол атаки дисков устанавливают до 35°, а при более высоких скоростях до 30°.

Прикатывание почвы на повышенных скоростях способствует лучшему выравниванию поля.

При повышении скорости на бороновании почвы происходит и более интенсивное рыхление. Однако на невыровненных полях при скорости больше 8 км/час бороны идут неустойчиво. В этом случае лучшее качество дают тяжелые бороны.

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Любое нарушение агротехники может свести на нет затраты труда и средств. Поэтому надо добиваться высокого качества при обработке полей.

Контроль за качеством полевых работ часто основывается на глазомерной субъективной оценке. Единственным критерием его точности является опытность и добросовестность лица, оценивающего работу.

Качественные показатели, определенные даже простыми приспособлениями, достовернее, чем глазомерная оценка.

Методика и технические приемы определения качественных показателей описываются в специальных руководствах *.

К хорошим показателям качества обработки почвы необходимо предъявлять следующие примерные требования:

Виды работ и показатели качества	Требования к качеству
1. Послеуборочное лущение жнивья	
Срок	Вслед за уборкой урожая, отклонение не более 5 дней
Глубина	Установленная, отклонения не более 1 см
Огрехи	Отсутствуют
Подрезание сорняков и измельчение корневищ	Полное
2. Вспашка	
Глубина	Установленная, отклонение не более 1—2 см
Огрехи	Отсутствуют
Заделка пожнивных остатков	Полная
Опахивание концов загонов	Опаханы
Срок	Установленный
3. Боронование	
Срок	В первые 1—2 дня после наступления физической спелости
Глыбистость	Не более 5 глыб на 1 м ² размером больше 5 см
Огрехи	Отсутствуют
Выравнивание пашни	Выравнена
4. Культивация с боронованием	
Срок	Установленный. Под поздние яровые культуры и на парах немедленно после всходов сорняков
Глубина рыхления	Установленная
Глыбистость	Не более 5 глыб на 1 м ²
Огрехи	Отсутствуют

* С. А. Воробьев и др. Практикум по земледелию. Изд. «Колос», Москва, 1967.

Виды работ и показатели качества	Требования к качеству
5. Междурядная обработка	
Срок	Немедленно после появления всходов и розеток сорняков
Глубина рыхления	Установленная
Подрезание сорняков	Полное
Огрехи	Отсутствуют
Повреждение культурных растений	Отсутствует

ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Из изложенного в предыдущей главе следует, что каждый отдельно взятый прием обработки почвы выполняет одну или несколько технологических операций и не может обеспечить решение всех задач, возлагаемых на обработку. Отсюда возникает необходимость применения нескольких приемов в определенной последовательности. Совокупность приемов и порядок их выполнения, отвечающие агрономическим требованиям, называется *системой обработки почвы*.

Система обработки почвы видоизменяется в зависимости от природных условий, засоренности полей, состояния почвы и предшественников.

Научно обоснованным сочетанием приемов обработки почвы (вспашка, лущение, культивация, боронование и т. д.) не только достигается повышение эффективного плодородия почвы, но и создаются условия, при которых факторы жизни будут наиболее полно использованы сельскохозяйственными растениями.

В настоящее время выделяют следующие две главные системы обработки почвы: 1) обработка почвы при возделывании яровых культур (основная, предпосевная и послепосевная) и 2) обработка почвы при возделывании озимых культур (основная, предпосевная и послепосевная). Учитывая значительное разнообразие природных условий в нашей стране, следует особо выделять обработку вновь осваиваемых земель и земель, подверженных водной и ветровой эрозии, а также обработку почвы в условиях искусственного орошения.

Глава XI

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

ЗЯБЛЕВАЯ ОБРАБОТКА И ЕЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

При выборе приемов обработки почвы под яровые культуры необходимо ориентироваться прежде всего на те факторы, которые в первую очередь определяют высоту урожая и его устойчивость по годам в данных природных и хозяйственных условиях.

В степных засушливых районах обработка всех типов почв должна быть направлена на сохранение и накопление влаги, а в районах северо-западных часто ставится противоположная задача — устранить избыточное увлажнение почвы. Обработка почвы изменяется в зависимости от ее механического состава. Сельскохозяйственные культуры, принадлежащие к различным группам, неодинаково отзываются на ведущие приемы и глубину обработки почвы. На обработку оказывают влияние и те культуры, после уборки которых она проводится. Необходимо учитывать также степень и характер засоренности полей и многие другие условия.

Система обработки почвы характеризуется не только сочетанием приемов, но и особенностями каждого приема, например глубиной вспашки, сроками проведения работ, орудиями, которыми обрабатывается почва, и т. д.

Наиболее часто встречается сочетание следующих приемов, составляющих содержание обработки почвы под яровые культуры:

- 1) послеуборочное лущение жнивья и зяблевая вспашка;
- 2) послеуборочное лущение жнивья, зяблевая вспашка с боронованием и с осенними послепахотными обработками (полупар);
- 3) ранняя зяблевая вспашка с последующей осенней послепахотной обработкой;
- 4) зяблевая вспашка с боронованием и прикатыванием;
- 5) зяблевая обработка мелкорыхлящими орудиями;
- 6) зяблевая обработка с оставлением стерни на поверхности поля;
- 7) зяблевая обработка с образованием водозадерживающих преград.

Предложенная в свое время одинаковая система зяблевой обработки почвы для всех природных зон, состоящая из лущения жнивья и вспашки на полную глубину, не получила всеобщего применения, как не отвечающая многообразию почвенно-климатических условий и особенностям каждого поля в одном и том же хозяйстве.

Лучшим периодом для основной обработки почвы под яровые культуры является лето и осень предшествующего посеву года. При осенней (зяблевой) вспашке наиболее полно используются атмосферные осадки, выпадающие осенью, а также весенние талые воды.

Во вспаханной осенью почве значительно больше влаги, чем в почве, вспаханной весной (весновспашка).

Ранняя зяблевая обработка почвы оказывает многостороннее влияние на жизненную среду сельскохозяйственных культур. Она создает лучшее строение пахотного слоя, благоприятные условия жизнедеятельности микроорганизмов, позволяет успешнее бороться с сорняками, возбудителями болезней и вредителями сельскохозяйственных культур.

Многочисленные данные опытных учреждений нашей страны показывают высокую эффективность ранней зяблевой обработки почвы по сравнению с поздней и особенно весновспашкой при возделывании различных сельскохозяйственных культур. Исключение может быть

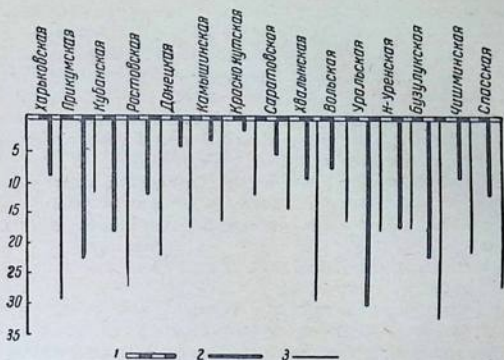


Рис. 62. Снижение урожая яровой пшеницы по поздней зяби (в процентах):

1 — по ранней зяби (100%); 2 — по поздней зяби; 3 — по весновспашке.

только на почвах временного избыточного увлажнения, где под ранние яровые культуры более эффективно осеннее лущение с весенней вспашкой. В районах юго-востока ранние сроки вспашки имеют наибольшее значение.

Зяблевой обработкой создаются условия для понижения солевых горизонтов, предупреждается развитие процессов вторичного засоления полей, что имеет важное значение на орошаемых землях.

Осенняя обработка почвы в орошаемом земледелии дает возможность равномернее и эффективнее использовать поливную воду, тракторный парк и другие средства производства.

О высокой положительной роли зяблевой обработки почвы при возделывании яровых культур достаточно красноречиво говорят данные старейших опытных учреждений (рис. 62).

На опытных станциях, расположенных в засушливых районах черноземной полосы и каштановых почв, после зяблевой обработки получается более высокий урожай по сравнению с поздней и тем более с весновспашкой.

На окультуренных полях Безенчукской опытной станции при слабой засоренности полей прибавка урожая от зяблевой обработки достигала в отдельные годы более 80%.

На экспериментальной базе Горьковского сельскохозяйственного института и на Горьковской областной опытной станции установлено, что на серых лесных землях ранняя зябь улучшает водный и пищевой режимы почвы, оказывает сильное влияние на уничтожение сорняков и повышение урожая яровых культур. Так, урожай овса на опытной станции Горьковского сельскохозяйственного

института в среднем за три года (1957—1959) составил по августовской зяби 19,3 ц, а по октябрьской — 17,3 ц с гектара.

На легкосуглинистой среднеоподзоленной почве опытной станции полеводства Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева в среднем за три года (1949—1951) при вспашке в августе урожай яровой пшеницы составил 17 ц, в сентябре — 16,6 ц, а в октябре — 14,6 ц с гектара; урожай овса при этих же сроках проведения вспашки равнялся соответственно 20, 18 и 16,9 ц с гектара.

Большое значение сроки зяблевой вспашки имеют в Восточной Сибири, где при небольшом среднегодовом количестве осадков значительная их часть выпадает во второй половине лета (июль — август).

По данным Якутской селекционной станции, урожай яровой пшеницы при вспашке в августе был на 4,1 ц выше, чем в сентябре, а ячменя на ранней зяби на 1,8 ц больше, чем на поздней.

Высокая эффективность зяблевой обработки почвы по сравнению с весновспашкой установлена повсеместно на богаре Средней Азии. При посеве по весновспашке урожай резко снижается, а тем более при запоздалой весне.

Таким образом, чем раньше проводится зяблевая вспашка, тем выше урожай последующих культур.

Однако почвы различного механического состава неодинаково реагируют на сроки зяблевой обработки почвы. Почвы легкого механического состава при ранней вспашке могут потерять питательные вещества вследствие ускоренной минерализации органического вещества и вымывания продуктов разложения за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

Если в одном и том же хозяйстве имеются почвы различного механического состава, начинать обработку следует с более тяжелых почв.

Под яровые культуры используются главным образом поля из-под однолетних растений сплошного и широкорядного сева и из-под многолетних сеяных трав. Учитывая существенные различия этих полей по технологическим свойствам, степени их засоренности и другим показателям, системы и приемы обработки почвы удобнее рассматривать в соответствии с этими группами предшественников.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ИЗ-ПОД ОДНОЛЕТНИХ КУЛЬТУР СПЛОШНОГО СЕВА

Поля после уборки однолетних колосовых культур сплошного сева с остатками их стеблей называются *жнивом*. Почва на этих полях имеет более или менее одинаковые технологические свойства. Связность и плотность почвы здесь ниже, чем на полях из-под многолетних трав, но выше, чем после пропашных культур. На этих полях, особенно после яровых колосовых посевов, наблюдается повышенная засоренность.

Для построения правильной системы обработки почвы важно знать не только количество и состав сорняков в почве, но и засорен-

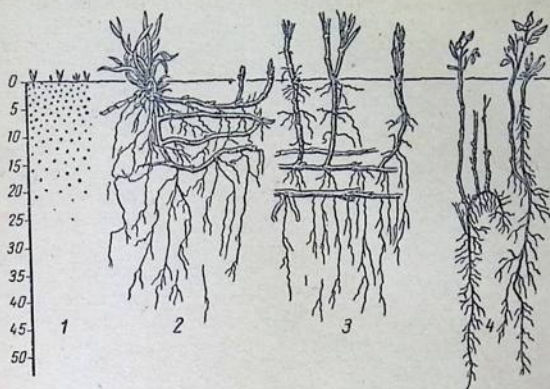


Рис. 63. Размещение семян и вегетативных органов размножения сорных растений по профилю почвы:

1 — семена сорных растений; 2 — корневища и корни пырея; 3 — корневища и корни остреца; 4 — корни молочая.

пость почвы, зараженность ее возбудителями болезней и вредителями сельскохозяйственных культур. Как указывалось выше, семена, корни и корневища сорняков находятся в почве на разной глубине (рис. 63).

В послеуборочный период пахотный слой, как правило, значительно иссушен. В районах юго-востока влажность почвы в это время часто снижается до влажности завядания и даже ниже.

Основными задачами зяблевой обработки почвы на полях из-под однолетних культур сплошного сева являются:

- 1) создание благоприятного строения пахотного слоя, водно-воздушного и пищевого режимов почвы, обеспечивающих необходимый запас воды и элементов пищи для возделываемой культуры;
- 2) борьба с засорением и засоренностью полей, а также с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений;
- 3) заделка в почву стерни, органических и минеральных удобрений.

Агротехническое значение лущения жнивья. В системе зяблевой обработки полей в ряде районов в качестве первого приема применяют послеуборочное лущение жнивья. Лущение полезно в зонах с более теплой и продолжительной осенью, а также на полях, засоренных пыреем и корнеотпрысковыми сорняками, и там, где после уборки урожая нельзя немедленно произвести вспашку.

Не обработанная после уборки урожая почва быстро теряет влагу. Оставшиеся сорняки из группы поздних яровых в это время заканчивают вегетацию, используют оставшуюся в почве влагу,

а после созревания осыпаются и увеличивают ее засоренность. Многолетние корнеотпрысковые и корневищные сорняки накапливают пластические вещества в подземных органах, что в последующем может значительно осложнить борьбу с ними. Имеющиеся на жнивье вредители и возбудители болезней сельскохозяйственных культур продолжают свое развитие, создавая угрозу последующим посевам. Уплотненная почва теряет воду на испарение и плохо впитывает выпадающие в это время осадки. Своевременное послеуборочное лущение жнивья или вспашка полей вскоре после уборки урожая в значительной степени предупреждают эти явления.

Эффективность лущения жнивья зависит от сроков его проведения. Работами ряда опытных учреждений, а также передовыми хозяйствами различных природных зон установлено положительное влияние немедленного послеуборочного лущения на влажность почвы, запас подвижных питательных веществ и уничтожение сорняков.

Сохраняя почвенную влагу, уничтожая сорняки, своевременное лущение жнивья облегчает обработку почвы. На Горьковской опытной станции установлено, что удельное сопротивление почвы при вспашке на участке, где проводилось лущение, снижается на 25—34% по сравнению с участком без лущения.

Глубина лущения зависит от почвенно-климатических условий, характера засоренности поля, степени уплотнения почвы.

В прошлом рекомендовалась одинаковая глубина лущения (4—5 см) дисковыми лущильниками без учета природных условий. Однако в засушливых районах в послеуборочный период пятисантиметровый слой почвы настолько пересыхает, что семена сорняков прорасти не могут. При лущении жнивья дисковыми орудиями на небольшую глубину корни двухлетних и многолетних сорных растений подрезаются не полностью. Лущильники в этом случае не дают хорошей разделки обрабатываемого слоя почвы.

Опыт показывает, что глубина лущения в засушливых районах в зависимости от засоренности, механического состава почвы и влажности должна быть от 6—8 до 10—12 см. В районах достаточного увлажнения нижняя граница глубины лущения может достигать 5—6 см.

Лемешные лущильники лучше подрезают корни растений. Поэтому они лучше выполняют задачу борьбы с корнеотпрысковыми сорняками.

В посевах культурных растений всходы осота розового, появившиеся из семян, развиваются медленно и к уборке хлебов образуют стержневой корень с розеткой прикорневых листьев. После уборки урожая молодые растения начинают быстро развиваться. Немедленное послеуборочное лущение жнивья или ранняя зяблевая вспашка способствуют уничтожению еще слабых молодых растений осота.

Поли, засоренные пыреем, следует обрабатывать дисковыми лущильниками во взаимно перпендикулярном направлении на глубину залегания корневищ (до 12 см). После появления молодых

побегов пырея на поверхности пашни производится немедленная глубокая вспашка плугами с предплужниками.

При продолжительной теплой и относительно влажной осени предпахотное дискование на запыреенных полях следует повторять по мере появления проростков пырея. В этом случае достигается более полное истощение отрезков корневищ и массовая гибель их при последующей глубокой вспашке плугами с предплужниками.

На тех полях, где имеются сорняки с более глубоким залеганием корневищ (острец, свинорой и др.), послеуборочное лущение жнивья менее эффективно. Здесь требуется глубокая вспашка с выворачиванием основной массы корневищ, с последующим их уничтожением поверхностными обработками или запашкой измельченных и проросших отрезков корневищ.

На полях, где преобладают малолетние сорняки, для лущения применяют дисковые орудия.

В борьбе с овсюгом иногда можно достичь положительных результатов послеуборочным дискованием жнивья. При обработке заовсюженного поля дисковым лущильником семена овсюга перетираются с почвой. В это время разрушаются внешние оболочки семян и при достаточных влажности и тепла они частично прорастают.

При вспашке предварительно продискованной ячи непроросшие семена овсюга заделываются глубоко. Они могут прорасти, но, не достигнув поверхности, погибают.

При благоприятных по увлажнению условиях второй половины лета и осени полезно проводить повторное послеуборочное лущение жнивья.

Исследования Института сельского хозяйства Юго-Востока (Саратов) показали, что применение двукратного послеуборочного лущения жнивья на глубину 5—6 и 8—10 см с последующей глубокой вспашкой усиливает истощение вегетативных зачатков сорняков в осенний период.

В одном из опытов (Б. М. Смирнов) вес сухой массы вегетативных зачатков молокана синего, осота и вьюнка полевого на участке с однократным лущением в октябре составил 6,3 г, или 18,6% исходного количества, а на участке с двукратным лущением только 2,6 г, или 7,6%.

Высокую эффективность повторные предпахотные обработки почвы дают в некоторых районах юга нашей страны. Звено Героя Социалистического Труда В. А. Светличного подготовку почвы под сахарную свеклу начинает с лущения стерни. Первое лущение проводится на глубину 6—7 см немедленно после уборки урожая. Спустя три недели при появлении сорняков проводится второе лущение поперек направления первого теми же орудиями на глубину 9 см. Примерно через такой же период поле лущат третий раз на глубину до 12 см лемешными лущильниками. Трехкратное лущение способствует накоплению влаги, создает условия для лучшей заделки пожнивных остатков и уничтожения наибольшего количества сорняков.

Зяблевая вспашка проводится в октябре на глубину 30 см. При такой обработке в почве накапливается больше влаги, верхний слой меньше распыляется и облегчается борьба с корнеотпрысковыми сорняками.

В отдельных случаях двукратное лущение жнивья следует применять и в других природных зонах, независимо от складывающихся погодных условий.

На уплотненной почве не всегда удается разрезать корневища пырея дисковыми лущильниками из-за недостаточного заглубления дисков. В этом случае первое лущение следует провести лемешным лущильником на 12—14 см с извлечением корневищ пырея, а второе — дисковым лущильником для их измельчения. После появления побегов поле необходимо вспахать.

В опытах Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева на дерново-подзолистых почвах после вспашки без лущения на 1 м² насчитывалось 432 стебля пырея, а с двукратным предпахотным лущением только 62. Урожай овса соответственно составил 12 и 18,3 ц с гектара.

Несмотря на положительную оценку лущения жнивья, его нельзя применять шаблонно.

Приведенные в таблице 25 данные о влиянии осеннего лущения жнивья на урожай яровых колосовых культур свидетельствуют о различной его эффективности по основным природным зонам. Наиболее высокие прибавки урожая колосовых культур получены в северной части черноземной полосы, ниже — в засушливой зоне европейской части СССР. Это объясняется тем, что в северной части черноземной полосы в пожнивный период выпадает больше осадков. При благоприятном температурном режиме создаются хорошие условия для прорастания семян сорных растений.

На богарных землях Средней Азии лущение стерни не имеет значения в связи с тем, что после уборки сельскохозяйственных культур здесь почва сильно пересыхает. Осенние же осадки выпадают поздно, и всходы сорняков осенью не появляются. Однако поля, где имеются корневищные и корнеотпрысковые сорняки, независимо от спелости почвы, полезно взлущить. Эти сорные растения, даже при остром недостатке влаги в почве, дают новые побеги от корней и корневищ.

При решении вопроса о лущении жнивья следует учитывать и организационно-хозяйственные условия. Участки, предназначенные для обработки в более поздние сроки, необходимо после уборки пролущить, а затем вспахать.

Зяблевая вспашка. На взлущенных полях зяблевая вспашка проводится немедленно после появления массовых всходов и розеток сорных растений. Однако если дождей нет и почва сухая, прорастание сорняков задерживается, вспашку проводят в оптимальные для данной местности сроки. Своевременное лущение с поздней осенней вспашкой не может заменить раннюю зябь.

Там, где лущение жнивья не проводилось, необходимо пахать вслед за уборкой урожая и в самые скатые сроки.

**Влияние лущения живья на урожай яровых колосовых культур,
по данным опытных учреждений СССР**

Опытные станции и опытные поля	Число лет	Урожай (ц с 1 га)		
		без лущения	с лущением	Прирост от лущения (ц с 1 га)
Азиатская часть				
Шадринское опытное поле	4	16,1	17,7	1,6
Баяндайское опытное поле	7	15,4	14,0	-1,4
По зоне	11	15,7	15,8	0,1 (0,6%)
Засушливая зона европейской части СССР				
Бузулукское опытное поле	2	13,6	15,3	1,7
Саратовская опытная станция	5	9,5	11,1	1,6
Балашовская >	14	7,1	7,1	0,0
Краснокутская >	8	7,4	7,2	-0,2
Ростовская >	7	8,1	8,7	0,6
Донецкая >	7	11,2	12,0	0,8
Донская >	15	14,3	15,5	1,2
Ставропольская >	7	12,8	12,5	-0,3
Крымская >	3	11,0	12,0	1,0
По зоне	68	10,5	11,2	0,7 (6,6%)
Северная часть черноземной полосы				
Шатиловская опытная станция	3	19,1	22,0	2,9
Ливенское опытное поле	7	17,6	20,5	2,9
Тамбовская опытная станция	5	16,0	16,1	0,1
Воронежская >	12	14,5	16,2	1,7
Носовская >	15	10,5	13,5	3,0
Полтавская >	11	9,5	13,0	3,5
Харьковская >	4	13,1	14,2	1,1
Чарторийская >	4	14,1	16,7	2,6
По зоне	61	14,3	16,5	2,2 (15,4%)
Северная нечерноземная полоса				
Воротынецкое опытное поле	2	11,7	10,9	-0,8
Тимохинское >	3	12,8	13,1	0,3
Владимирская опытная станция	10	16,5	19,1	2,6
Шуйское опытное поле	6	14,1	16,6	2,5
По зоне	21	13,8	14,9	1,1 (8%)

Вспашка проводится плугами с предплужниками, за исключением указанных ранее случаев, когда применяются специальные способы основной обработки.

Основная задача вспашки состоит в том, чтобы верхний слой с пожнивными остатками, с сорными растениями и с непроросшими семенами сорняков переместить на дно борозды и закрыть рыхлым слоем почвы. При вспашке одновременно с оборачиванием и рыхлением пахотного слоя происходит более глубокое подрезание многолетних сорняков.

Предъявляемые к зяблевой обработке требования лучше выполняются при соблюдении глубины вспашки. Положительная роль глубокой вспашки при возделывании яровых культур доказана большинством опытных учреждений нашей страны, расположенных в разных почвенно-климатических зонах.

На дерново-подзолистых почвах глубина вспашки ограничивается мощностью перегнойного горизонта. Без внесения удобрений углубить пахотный слой можно почвоуглубителем или плугом без отвалов, а также плугом с вырезными отвалами. При внесении органических и минеральных удобрений допустима вспашка с выворачиванием подпахотного слоя.

Важным показателем плодородия серых лесных почв является состояние гумусности пахотного и подпахотного слоев. Наблюдения показывают, что чем постепеннее уменьшается количество гумуса по профилю почвы, особенно при переходе от пахотного слоя к подпахотному, тем выше плодородие серых лесных почв. Однако при углублении вспашки часто необходимо вносить удобрения.

По данным Куйбышевского сельскохозяйственного института, влажность метрового слоя обыкновенного чернозема весной перед посадкой картофеля на участках, вспаханных осенью на глубину 30—32 см, была выше на 2,1% по сравнению со вспашкой на 20—22 см. Особенно большая разница была в подпахотном слое почвы. В тех же условиях отмечено значительное снижение засоренности при увеличении глубины вспашки с 20—22 см до 30—32 см.

В Саратовской области (П. К. Иванов) установлено, что при вспашке каштановых почв на глубину 30—35 см засоренность посевов уменьшается в 2—3 раза. Положительное последствие глубокой вспашки сказывается на последующие 2—3 культуры.

Работы Научно-исследовательского института хлопководства (1960—1964 гг.) показали, что под влиянием глубокой обработки сероземных почв разрыхляется уплотненный подпахотный слой, повышается скважность почвы, увеличивается содержание питательных веществ в корнеобитаемой зоне. При глубокой вспашке лучше развивается корневая система хлопчатника. Глубокая вспашка в 1,5—2 раза уменьшает засоренность посевов и повышает урожай хлопчатника на 3,5—4,2 ц с гектара.

Однако правильно определить глубину вспашки можно только с учетом конкретных условий (особенности почвы, требования культуры, засоренность поля, предшествующая обработка и другие).

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЗОНЕ СССР

Характерное для северо-западной части нашей страны преобладание осадков над испаряемостью, недостаток тепла и невысокий уровень природного плодородия дерново-подзолистых почв обуславливают особенности обработки почвы. Она должна способствовать наиболее полному использованию почвенного плодородия и обеспечивать в сочетании с удобрениями и мелиорацией коренное улучшение обрабатываемых земель.

Временное избыточное увлажнение наблюдается прежде всего на полях без уклона или с малым уклоном местности, а также на участках с плохой водопроницаемостью почвообразующих пород.

На почвах с временным избыточным увлажнением затягиваются полевые работы, снижается эффективность применения общих агротехнических мероприятий, уменьшается урожай и падает производительность машин и орудий, занятых в полеводстве. Поэтому на таких почвах необходимо своевременно отводить лишнюю воду с полей. Тогда весной почва поспевает быстрее, полевые работы начинаются раньше, усиливается деятельность микроорганизмов, предупреждается возможность переувлажнения почвы в предуборочный период.

Правильное сочетание приемов обработки почвы с гидромелиоративными мероприятиями на тяжелых переувлажненных землях может повысить урожай возделываемых культур на 15—40%, в зависимости от условий года.

При внесении минеральных и особенно органических удобрений и известковании эффективность агрономелиоративных приемов обработки почвы значительно возрастает.

На дренированных землях мелниоративные приемы обработки почвы усиливают действие дренажа по отводу избыточной воды из пахотного слоя и способствуют окультуриванию почвы.

В зависимости от причин и степени переувлажнения почвы применяют различные способы осушения (систематическая сеть каналов, закрытый дренаж, выборочная сеть постоянных каналов и др.).

Для повышения эффективности гидротехнических способов осушения полей необходимо применять комплекс агрономелиоративных мероприятий. К ним относятся специальные приемы агротехники и простейшие способы осушения (борозды, кротовины и др.). Удаление избыточной воды может быть достигнуто регулированием стока по поверхности поля, по пахотному и подпахотному слоям, а также путем увеличения испарения воды из почвы. При отсутствии стока гидротехнические сооружения не в состоянии своевременно отвести избыточную воду.

Среди агрономелиоративных приемов обработки почвы на землях с временным избыточным увлажнением заслуживают внимания следующие: 1) обычная узкозагонная вспашка, 2) профилирующая узкозагонная вспашка, 3) грядовая вспашка, 4) гребневая вспашка,

5) глубокое рыхление подпахотного слоя, 6) осеннее отвальное лушение или культивация вместо вспашки, 7) бороздование, 8) кротование.

Эти приемы обработки почвы дают наивысшую эффективность при движении рабочих органов почвообрабатывающих орудий по направлению наибольшего уклона. На землях, где нет уклона, основным приемом обработки почвы является профилирующая вспашка в направлении наибольшего стока воды. На почвах с плохой водопроницаемостью при наличии стока применяется узкозагонная вспашка.

При *узкозагонной вспашке* ширину загона устанавливают в зависимости от уклона поля, физических свойств почвы и глубины обработки. На полях с небольшим уклоном и с плохо водопроницаемым подпахотным слоем ширина загонов не должна превышать 10—12 м.

На землях с большим уклоном ширину загонов увеличивают до 15—25 м.

Перед началом пахоты участок разбивают на определенное число загонов, обычно кратное трем (шесть, девять и т. д.) (рис. 64). Чтобы избежать крутых поворотов пахотного агрегата, одновременно пахут два загона: например, первый и четвертый и т. д. После вспашки нарезают водоотводные борозды глубиной до 30—35 см через 70—120 м одна от другой. Они должны пересекать разъемные борозды и впадать в осушительные каналы.

Профилирующая узкозагонная вспашка создает определенный профиль поля. Она выполняется повторной вспашкой в границах прежних загонов одним и тем же способом (всвал или вразвал).

Для того чтобы создать профиль с углом в 12—15° при ширине загона 10 м, вспашка проводится 2 раза, при ширине 20 м — 3 раза, 30 м — 4 раза.

Таким образом, профилированные загоны в зависимости от их ширины создаются в течение 1—3 лет. Такие загоны можно создать в более короткий срок, если в течение одного года узкозагонная вспашка проводится не один, а несколько раз, например на паровых полях.

Для сбора воды с профилированного поля в том же году в конце каждого загона на расстоянии 6—8 м от границы пахоты создают борозды глубиной до 20—25 см с выводом их в канаву или в естественные водоприемники.

Грядовую вспашку применяют для посева ранних культур на переувлажненных участках без уклона. Она выполняется обычным тракторным четырехкорпусным плугом с приспособлением для создания гряд. Сущность такого приспособления состоит в том, что на раме плуга правее бороздового колеса (15—20 см) устанавливают корпус окучника увеличенного размера, который монтируют на угольнике, прикрепленном к раме плуга. Окучник размещают между первым и вторым корпусами плуга. На первом корпусе плуга отвал сжимают, а на втором укорачивают наполовину. Для того чтобы создаваемую гряду выровнять, на отвале заднего корпуса укрепляют

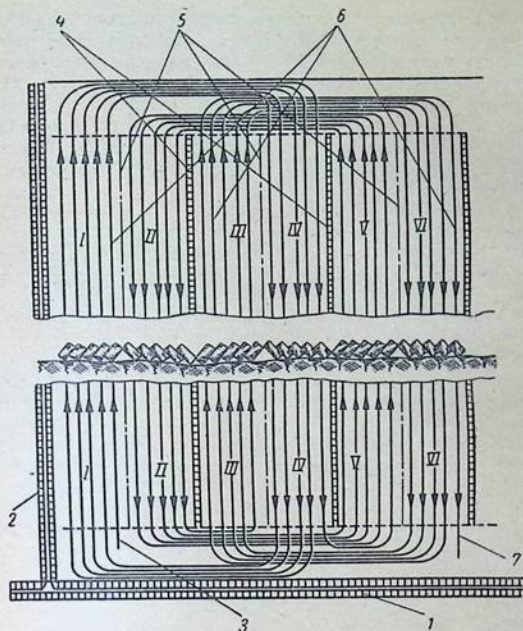


Рис. 64. Схема узкозагонной вспашки при разбивке поля на число загонов, кратное трем:

1 и 2 — каналы осушительной сети; 3 — начало работ; 4 — разъемные борозды; 5 — свалы; 6 — путь движения трактора; 7 — конец работы.

шлейф. После каждого прохода плуга образуется гряда шириной при пятикорпусном плуге 1,4 м, при трехкорпусном — до 0,7 м. Высота гряд и их профиль регулируют соответствующей установкой плуга на глубину вспашки.

Гребневую вспашку проводят на переувлажненных участках с маломощным пахотным слоем и плохой водопроницаемостью. Для этого используют четырехкорпусные плуги, у которых сняты первый и третий корпус, а на оставшихся корпусах установлены отвалы винтовой формы. Это необходимо для того, чтобы пласт не перебрасывался в смежную борозду, а укладывался на непашаной полоске, которая остается между корпусами. Избыточная вода будет стекать по бороздам между гребнями, причем верхняя половина гребня сохраняется до весны в рыхлом состоянии.

Глубокое рыхление, как мелпоративная обработка, производится обычным плугом со снятыми отвалами, плугом системы Т. С. Мальцева или чизель-культиватором.

Чтобы предупредить образование глыб, перед началом глубокого рыхления проводят мелкую вспашку или лущение на 10—12 см. Затем вдоль уклона под острым углом к нему через каждые 50—100 м для отвода воды создают выводные борозды. Глубина борозд должна превышать глубину рыхления на 10—12 см, иначе такое рыхление будет способствовать переувлажнению.

Осеннее лущение (взамен вспашки) применяют на почвах с хорошей водопроницаемостью при отсутствии стока. Мелкая обработка в данном случае позволяет заделать, хотя и не полностью, пожнив-ные остатки, сорняки и выровнять поле. Здесь почва в осенне-зимний и ранневесенний периоды находится в уплотненном состоянии. Этим можно уменьшить весеннее переувлажнение почвы и ускорить наступление физической спелости пахотного слоя. Глубина лущения не более 10—12 см. На полях после пропашных культур вместо лущения можно проводить культивацию на 7—10 см. Эти же поля осенью прикатывают, а затем делают напашку разъемных и выводных борозд под острым углом к уклону.

Бороздование — прием простейшей гидромелиорации; его назначение — собрать и отвести избыточную воду с поверхности почвы, из пахотного и частично подпахотного слоев, в постоянную сеть канав, закрытых или естественных водоотводов.

Борозды прокладывают в зависимости от степени переувлажнения на расстоянии от 10 до 30 м, на более переувлажненных почвах — чаще. Для этой цели используют или специальные бороздоделы или однокорпусные плуги и окучники.

Кротование применяют для отвода излишней воды. Одновременно со вспашкой на глубине 35—40 см параллельно поверхности почвы делают кротовины диаметром 6—8 см на расстоянии 70—140 см одна от другой. Для этого на одном или двух корпусах плуга к полевой доске на стойке длиной 15—20 см крепят специальное приспособление — кротователь (рис. 65). В подпахотном слое при работе кротователя делается щель, по которой вода поступает в кротовину.

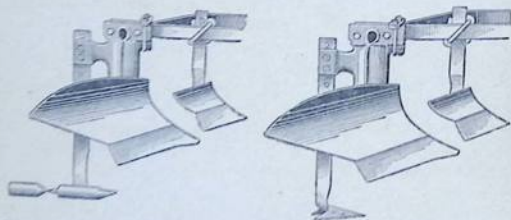


Рис. 65. Плуг, оборудованный кротователем (слева) и почвоуглубителями.

Кротование, проведенное во время осенней обработки почвы, ранней весной значительно увеличивает сток; летом щели и кротовины способствуют газообмену в почве.

При весенней предпосевной обработке этот прием можно рекомендовать как на окультуренных, так и на вновь осваиваемых тяжелых почвах. Сроки кротования определяют с учетом биологических требований возделываемых культур. Для культур ранних сроков сева кротование выгоднее проводить осенью, для поздних — при весенней обработке.

Изучение узкозагонной вспашки Ленинградским сельскохозяйственным институтом при возделывании озимой ржи и картофеля показало высокую ее эффективность в различных условиях.

Влияние агромелиоративных приемов обработки почвы на урожай зерна озимой ржи по занятому пару видно из следующих данных:

	Урожай (ц с 1 га)	Прибавка к контролю (ц на 1 га)
Вспашка на 18—22 см (контроль)	10,9	—
Узкозагонная вспашка на 18—22 см с бороздованием	14,9	4
Безотвальное рыхление на 18—22 см с бороздованием	12,8	1,9
Безотвальное рыхление на 30—35 см с кротованием и бороздованием	12,4	1,5
Лущение на 4—8 см с прикатыванием и бороздованием	13,3	2,4

Глубокое безотвальное рыхление почвы с бороздованием и кротованием в сухие годы давало прибавку урожая, а в сырые слабо снижало переувлажнение и не повышало урожая озимой ржи.

На землях, находящихся в нижней части склона, эффективность испытывавшихся приемов обработки почвы повышалась при сочетании их с гребневым посевом озимой ржи. Так, урожай на фоне узкозагонной вспашки в среднем за 2 года (1960—1961) увеличился на 2 ц с гектара, или на 20%, на фоне глубокого безотвального рыхления с кротованием — на 3,8 ц (38%) и на фоне лущения — на 3,5 ц (35%). Узкозагонная вспашка с гребневанием по сравнению с обычной вспашкой повысила урожай зерна на 5,9 ц (59%) с гектара.

В результате этих исследований установлено, что после узкозагонной вспашки сохраняется рыхлое сложение пахотного слоя, а в очень сырые годы уменьшается период переувлажнения почвы весной и осенью.

Осеннее лущение с прикатыванием и бороздованием уменьшает весенний запас влаги, ускоряет наступление физической спелости пахотного слоя и позволяет на 10—15 дней раньше начинать весенние полевые работы.

Глубокое безотвальное рыхление с кротованием и бороздованием, применяемое в системе зяблевой обработки и в занятом пару, уменьшает плотность почвы, повышает водопроницаемость подпахотных

слоев и усиливает проникновение в них воды во время весеннего замерзания.

В отличие от осенних приемов, выполняющих главным образом гидрологическую роль, весенняя агрономелиоративная обработка служит средством регулирования водно-воздушного режима почвы в вегетационный период.

ПОЛУПАРОВАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ СССР

В районах с продолжительной и теплой осенью в последние годы получила распространение полупаровая обработка почвы под яровые культуры. Сущность такой обработки состоит в том, что после уборки урожая предшествующей культуры поле лущат, через 2—3 недели после лущения пахут с одновременным боронованием, затем в течение летне-осеннего периода обрабатывают культиваторами по мере отрастания сорняков. При влажной погоде и сильной засоренности обычно проводят 2—3 культивации с боронованием. Но после последней культивации бороновать не рекомендуется.

Исследования, проведенные на Украине, Северном Кавказе и в других районах, показали высокую эффективность полупаровой обработки по сравнению с обычной, состоящей из послеуборочного лущения жнивья и осенней вспашки.

По многолетним данным Донского научно-исследовательского института (Н. Н. Бородин), при полупаровой обработке почвы урожай зерна кукурузы повысился с 36 до 39 ц, подсолнечника — с 25 до 29 ц на гектар. На Зерноградской опытной станции в среднем за 7 лет при такой обработке урожай яровой пшеницы увеличился на 1,5 ц (10%), а ячменя — на 2,5 ц (16%) по сравнению с обычной системой зяблевой обработки.

В настоящее время полупаровая обработка применяется в Ставропольском и Краснодарском краях, Крымской, Херсонской, Николаевской, Одесской и других областях, а также в ряде республик Средней Азии и Закавказья.

Для повышения качества полупаровой обработки применяют комбинированный пахотный агрегат, состоящий из лемешного плуга, волокуши, катка-комкдорителя (рис. 66). Пахотный агрегат, оборачивая пласт, одновременно дробит глыбы, выравнивает поверхность пашни, уплотняет пахотный слой на некоторой глубине, оставляя поверхность его в рыхлом состоянии. Вследствие этого лучше сохраняется влага в почве. При хорошей разделке почвы и более высокой влажности сорняки дружно прорастают и могут быть уничтожены осенней культивацией.

Система полупаровой обработки почвы под яровые посевы изменяется в зависимости от ряда условий. Если после уборки предшествующей культуры почва имеет достаточную влажность и при вспашке хорошо крошится, не засорена многолетними сорняками, ее надо немедленно пахать на полную глубину с боронованием и при-

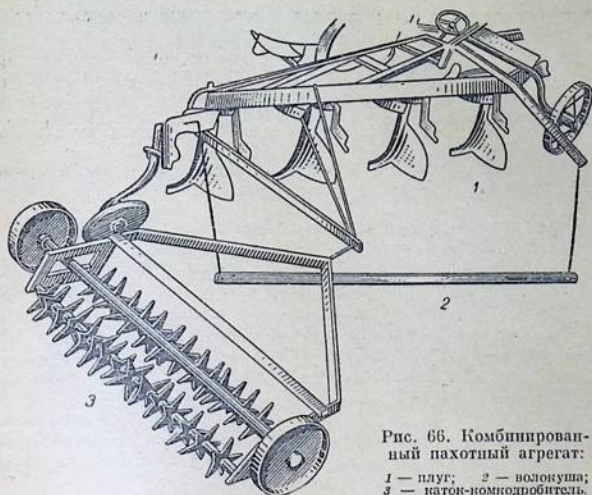


Рис. 66. Комбинированный пахотный агрегат:

1 — плуг; 2 — волокуша;
3 — каток-номнодробитель.

катыванием кольчатыми катками. Если же из-за недостаточной влажности почвы вспашка не может дать хорошего качества, следует предварительно поле пролущить, а затем вспахать.

На почвах, склонных к заплыванию (солонцовые черноземы, каштановые почвы и др.), после летне-осенних культиваций потребуются в том же году дополнительное глубокое рыхление пахотного слоя. В противном случае к весне почва сильно уплотнится, что осложнит проведение весеннего сева и может вызвать снижение урожая.

Позднеосеннюю, более глубокую обработку выровненной культиваторами пашни следует проводить также и на склонах для задержания талых вод. На таких землях более поздняя вспашка с предварительными лущениями может дать лучшие результаты, чем обработка по типу полупара.

На тяжелых почвах при временном избыточном увлажнении полупаровая обработка под яровые культуры менее эффективна, чем более поздняя вспашка. Глыбистое состояние уходящей в зиму пашни уменьшает ее заплывание весной. Неровная поверхность будет способствовать испарению влаги, что в данном случае полезно.

Опытными учреждениями Краснодарского края установлено, что на тяжелых почвах временного избыточного увлажнения хорошие результаты дает почвоуглубление, разрушающее уплотненную прослойку, которая создается из мелкодисперсных частиц, вымываемых в почву на глубину до подпахотного слоя.

РАННЯЯ ЗЯБЛЕВАЯ ВСПАШКА С ОСЕННЕЙ ПОСЛЕПАХОТНОЙ ОБРАБОТКОЙ НА ЮГО-ВОСТОКЕ СССР

На юго-востоке нашей страны теплый период после уборки ранних зерновых культур достигает трех месяцев, а в Сибири, Казахстане и Зауралье значительно короче. Поэтому на юго-востоке в годы с достаточным количеством осадков во второй половине лета отмечается высокая эффективность лущения жнивья с последующей вспашкой, что находит подтверждение в работах Безенчукской и других опытных станций. В районах с коротким теплым послеуборочным периодом даже в благоприятные годы по количеству осадков лущение малоэффективно.

По данным Иркутского сельскохозяйственного института, послеуборочное лущение жнивья не дало положительных результатов. Оно не вызвало прорастания сорняков, но задержало зяблевую вспашку, а поздняя вспашка привела к снижению урожая зерна яровой пшеницы на 2—3 ц с гектара. То же наблюдается и в Красноярском крае, где зерновые культуры созревают во второй половине августа — сентябре. Однако лущение жнивья и здесь должно найти применение на полях, засоренных пыреем и корнеотпрысковыми сорняками.

На юго-востоке Российской Федерации главной задачей обработки почвы является накопление влаги и сохранение ее от непроемчивых потерь.

Исследованиями установлено, что ранняя зяблевая обработка на юго-востоке в засушливые годы позволяет больше накопить влаги по сравнению с поздней. Однако гребнисто-глыбистое состояние вспаханного поля снижает эффективность ранней зяблевой обработки.

Основоположник отечественной агрономии П. А. Костычев отмечал, что глыбистая пахота, на которой крупные комья не прикрывают подпахотный слой и сами проветриваются, приводит к самым большим потерям влаги. А. А. Измаильский на основании специальных исследований по водному режиму пришел к выводу, что влажность почвы зависит от вида и строения почвы чуть ли не в большей мере, чем от атмосферных осадков.

Глыбистая и избыточно рыхлая пашня в течение 2—3 летних месяцев испаряет воды в 2 раза больше, чем выровненная и мелкокомковатая, с умеренным строением пахотного слоя почвы (рис. 67).

В последние годы (1960—1964) на Безенчукской опытной станции установлено, что приемы осеннего ухода за почвой, вспаханной рано осенью (безотвальное лущение, рыхление долотообразными рабочими органами), увеличивают некапиллярную скважность почвы перед уходом ее в зиму, что способствует проникновению весенних талых вод.

Ранней весной запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, вспаханной, заборонованной и прорыхленной осенью, были на 19% выше, чем при зяблевой вспашке без дополнительной осенней обработки.

Сочетание приемов послепахотного боронования с последующими осенними обработками ранней зяби позволило снизить засоренность посевов яровых культур на 30% и одновременно повысить урожай яровой пшеницы и ячменя на 1,2—2,5 ц с гектара по сравнению с зяблевой вспашкой без дополнительной обработки.

Преимущество зяблевой вспашки с осенней послепахотной обработкой состоит еще и в том, что на такой пашне работы по снегозадержанию можно начинать значительно раньше, чем при гребнисто-глыбистой поверхности поля. В последнем случае снегозадержание можно начинать лишь тогда, когда гребни и глыбы покроются слоем снега не менее 8—10 см.

Таким образом, если после уборки почва имеет физическую спелость и поле не засорено многолетними сорняками, следует немедленно приступить к зяблевой вспашке без лущения. Сорные растения, которые появятся после ранней вспашки, можно уничтожить осенними поверхностными обработками. Если пахотный слой почвы сильно иссушен, то после уборки необходимо провести лущение жнивья, а через некоторое время — зяблевую вспашку. Это два варианта двухфазной обработки почвы на юго-востоке.

Осенняя послепахотная обработка полей имеет и недостатки. На склонах выравнивание пашни усиливает эрозию почвы. Не будет пользы и от выравнивания зяби при поздних сроках вспашки, а также на серых лесных, дерново-подзолистых, светло-каштановых и солонцеватых почвах.

В Поволжье примерно одна треть годового количества осадков выпадает в виде снега, поэтому выравнивание зяби на склонах и связанное с этим уплотнение почвы приведут к увеличению потерь влаги вследствие поверхностного стока и усилению эрозии почвы.

Такая система зяблевой обработки с выравниванием поверхности почвы для юго-восточных районов является новой и очень нуждается в дальнейшем изучении и оценке с более строгим учетом ее агротехнической и экономической эффективности применительно к различным типам почв и климатическим условиям, а также степени и характеру засоренности полей.

ЗЯБЛЕВАЯ ВСПАШКА С ОДНОВРЕМЕННЫМ БОРОНОВАНИЕМ И ПРИКАТЫВАНИЕМ В ВОСТОЧНЫХ РАЙОНАХ СИБИРИ

Восточные районы по природным условиям существенно отличаются от северо-западной, южной и даже юго-восточной зон нашей страны. Недостаточное общее количество атмосферных осадков, специфическое их распределение по сезонам года и очень короткий послеуборочный период обуславливают особенности системы зяблевой обработки почвы. Большое значение здесь имеет послепахотное выравнивание зяби с применением борон и катков. Боронование зяби с давних пор применяется в Якутии, Читинской и Иркутской областях и в Красноярском крае.

Пятилетние исследования Якутской опытной станции показали,

что на мерзлотно-таежных осолоделых почвах боронование зяби увеличивает урожай зерновых культур на 3,4 ц на гектар. Только в годы с обильными осенними осадками оно не дает прибавки урожая. Положительное влияние боронования объясняется тем, что после замерзания почва длительный период остается не покрытой снегом и продолжает терять влагу. Боронованием сокращается испаряющая поверхность почвы и уменьшается потеря воды.

Опыты, проведенные в 1961—1963 гг., показывают, что зябь после вспашки следует не только бороновать, но и прикатывать. Так, урожай ячменя в среднем за 3 года составил: на выравненной и прикатанной зяби 12,9 ц, а на выравненной, но без прикатывания 11,6 ц с гектара. Исследования Бурятской сельскохозяйственной опытной станции показали, что уплотненная почва лучше сохраняет влагу по сравнению с боронованной.

На прикатанных с осени полях весной почва оттаивает более интенсивно. Прикатывание зяби с осени на легких почвах дает возможность отказаться от ранневесеннего боронования. Оно является также важным средством борьбы с ветровой эрозией.

Однако выравнивание зяби прикатыванием не везде дает положительные результаты. Так, исследования Красноярского сельскохозяйственного института, проведенные в течение 1961—1965 гг. на выщелоченных черноземах лесостепной части края (Сухобузимский район), показали, что прикатывание оказывает положительное влияние на урожай только в такие годы, когда запасы воды в пахотном слое не превышают 75% наименьшей влагоемкости, то есть когда действует диффузный «механизм» передвижения влаги. При более высокой влажности почвы лучшим способом выравнивания пашни будет боронование.

Во все годы исследований прикатанная почва весной хуже впитывала талые воды и больше испаряла, чем заборонованная. Урожай яровой пшеницы в среднем за 2 года (1962—1963) на прикатанном поле был ниже, чем на боронованном.

Особенности почвенного покрова, характер выпадения осадков в летне-осенний период заставляют творчески подходить к вопросу о выборе рациональной системы зяблевой обработки в этой зоне.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Поля после пропашных культур, при возделывании которых проводился высококачественный уход, менее засорены, а почва более рыхлая. Учитывая такое состояние поля и поздние сроки уборки пропашных культур, зяблевую обработку можно ограничить щелчком. Но при наличии большого количества осыпавшихся семян сорных растений и вегетирующих сорняков поле надо немедленно после уборки глубоко вспахать плугами с предплужниками. Необходимость различной обработки в связи с засоренностью доказана опытами Н. П. Заева, проведенными на полях учебно-опытного хозяйства Ленинградского сельскохозяйственного института. Два участка из-под

картофеля, резко отличающиеся один от другого по степени засоренности, после уборки картофеля были обработаны двумя способами: плугом с предплужником на обычную глубину и безотвальным плугом на такую же глубину.

Весной на том и другом участке была посеяна яровая пшеница. После уборки яровой пшеницы урожай оказался следующим:

на участке, чистом от сорняков:	
при безотвальной обработке	22,4 ц
» обычной вспашке	17,6 »
на участке засоренном:	
при безотвальной обработке	20,6 ц
» обычной вспашке	23,6 »

Такое различие в урожаях объясняется тем, что при вспашке с оборотом пласта на участке более чистом были вывернуты семена сорняков прошлых лет, которые и засорили посевы яровой пшеницы. При безотвальной обработке на том же участке семена сорняков остались в нижнем слое, а верхний был относительно чистым.

На сильно засоренном поле после вспашки сорняки были хорошо заделаны в почву, в результате чего резко снизилась засоренность посевов яровой пшеницы по сравнению с безотвальной обработкой.

На послеуборочных остатках пропашных культур и в верхнем слое почвы могут быть вредители и возбудители болезней сельскохозяйственных растений. Значительную часть их можно уничтожить глубокой заделкой.

Исследования, проведенные в 1955—1960 гг. в Воронежском сельскохозяйственном институте, показали, что после картофеля и свеклы, под которые проводилась глубокая вспашка, под следующую культуру достаточно почву пролущить на 10—12 см. При такой обработке сохраняется хорошее строение пахотного слоя, накапливается влага в почве так же, как и на вспаханном поле. Однако мелкое лущение дисковыми орудиями (5—6 см) снижает запасы влаги на 10%.

Если пропашные культуры возделывают повторно на одном и том же поле, необходимо применять более глубокую обработку. При посеве после пропашных культур колосовых необходимость глубокой обработки возникает реже.

При сильной засоренности полей многолетними сорняками в южных районах проводится предпахотное лущение лемешными орудиями с последующей вспашкой на глубину до 25 см.

В республиках Средней Азии на полях, засоренных многолетними сорняками, применяют вспашку плугом с предплужниками на глубину от 25 до 32 см, в зависимости от окультуренности сероземов. На участках с корневищными сорняками следует провести до вспашки одно или два дискования для измельчения корневищ. При глубоком залегании корневищ (гумай и др.) поле надо вспашать с выворачиванием корневищ. После прорастания отрезков их глубоко запахивают.

Для заделки стерневых остатков кукурузы желательно провести перекрестное дискование и немедленно вспахать поле на установленную глубину.

Во всех природных зонах ранние сроки осенней обработки полей, вышедших из-под пропашных культур, лучше поздних. Весенняя обработка полей вызывает запоздание с севом и способствует засорению и увеличению вредителей и возбудителей болезней.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ИЗ-ПОД МНОГОЛЕТНИХ СЕЯНЫХ ТРАВ

Поля из-под многолетних трав по своим свойствам существенно отличаются от полей из-под однолетних культур. Задернелые почвы имеют наивысшую связность. Почвенные комочки в них сближены и переплетены корнями растений. При высоком урожае трав почва имеет хорошие физические свойства и слабо засорена.

Особыми задачами обработки полей из-под многолетних трав являются: 1) лишение жизнеспособности дернины, 2) создание благоприятных условий для ее разложения и улучшения водно-воздушного и пищевого режимов почвы.

Выполнение этих задач достигается применением глубокой пахоты, хорошего оборачивания и крошения пласта.

Исторически сложились четыре основных способа обработки дернины: 1) оборот пласта, 2) взмет пласта, 3) вспашка с предварительным лушением, 4) культурная вспашка.

Для оборота пласта использовались плуги, которые оборачивали пласт полностью дерниной вниз, но не крошили его. При этом пласт быстро высыхал и дернина не разлагалась. Для подготовки почвы к посеву требовались многократные поверхностные обработки.

При обработке по способу «взмет пласта» пласты ставили на ребро, в таком положении они также быстро высыхали. Вследствие плохого крошения требовалась усиленная поверхностная обработка.

При третьем способе дернину сначала лушат, затем пашут. При этом просушенная и потерявшая жизнеспособность дернина не полностью заделывается на дно борозды и разложение ее при отсутствии осадков идет медленно.

Наиболее совершенной системой обработки дернины является культурная вспашка плугом с предплужниками. Предплужник снимает верхний, наиболее задернелый слой почвы и сбрасывает его на дно борозды. Следующий слой пласта, менее задернелый, поднимается основным корпусом плуга, хорошо крошится и закрывает сброшенную предплужником дернину рыхлым слоем почвы. Вода и воздух свободно поступают в рыхлую почву, что способствует хорошему разложению дернины.

Исследования, проведенные на дерново-подзолистых почвах опытного поля Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, результаты которых приведены на рисунке 68, показали, что культурная вспашка клеверища позволяет больше накопить и лучше сохранить влагу в почве по сравнению с другими приемами обработки.

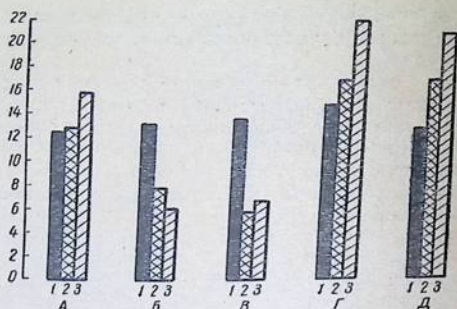


Рис. 68. Влажность почвы на различно обработанной дернине в ближайшие два месяца после вспашки:

А — не вспаханная дернина; Б — оборот пласта; В — взмет пласта; Г — лущение и вспашка; Д — культурная вспашка. Влажность почвы: 1 — перед обработкой (11/VIII); 2 — через месяц после обработки (8/IX); 3 — через два месяца после обработки (7/X).

В этом же опыте было установлено, что после культурной вспашки пахотный слой имел более высокую порозность и аэрацию, чем после обработки по типу оборота и взмета пласта.

Изучение способов обработки полей из-под многолетних трав на черноземных почвах Воронежского сельскохозяйственного института позволило установить, что культурный плуг лучше и глубже заделывает дернину, пожнивные остатки и сорняки. При обработке четырехлетней залежи культурным плугом осталось незаделанных только 0,4% растительных остатков, а после вспашки взметом пласта — 18%.

В посевах зерновых культур после обработки плугами с предплужниками было в 2 раза меньше сорняков по сравнению с посевами по вспашке без предплужника. Таким образом, культурная вспашка изменяет в благоприятную сторону важнейшие условия жизни сельскохозяйственных растений и повышает их урожай.

После вспашки полей из-под люцерны плугом с предплужниками на следующий год часто наблюдается отрастание люцерны и засорение ею посевов. Чтобы лишить жизнеспособности корневые шейки люцерны, необходимо провести послеуборочное подрезание их лемешниками лущильниками с запашкой на полную глубину после подсыхания.

В последние годы опытами установлено, что отрастание люцерны можно предотвратить применением плугов с удлиненными предплужниками (рис. 69). При размещении таких предплужников на раме плуга заделка пожнивных остатков и сорняков. Лущение люцернового поля необходимо, если почва очень сухая и не крошится при

вспашке. После обработки лемешными лушпильниками на глубину 10—12 см и частичного увлажнения почвы ее нужно вспахать на установленную глубину.

При обработке полей с очень плотной дерниной применяют предпахотное дискование. Высокое качество вспашки культурным плугом возможно при глубине обработки не менее 20 см. При меньшей глубине вспашка с предплужниками не дает положительных результатов, так как сброшенная предплужниками дернина не будет прикрыта достаточным слоем рыхлой почвы, поступающей с основного корпуса плуга. В этом случае пашут плугом без предплужников, но с почвоуглубителями. Для повышения качества обработки поле перед вспашкой дискуют в двух направлениях.

Сроки основной обработки полей из-под многолетних трав устанавливают в зависимости от климатических условий, механического состава почвы, степени задернения и влажности пахотного слоя к началу вспашки.

На Амурской опытной станции (Хабаровский край) урожай яровой пшеницы в опытах 1940, 1941, 1943 гг. при июльском сроке вспашки пласта люцерны и ее смеси с волоснецом составил от 12,3 до 16,6 ц, а при октябрьском 9—14,9 ц с гектара; прибавка урожая в разные годы при ранней вспашке составляла от 11 до 37%.

На Камалинской опытной станции (Красноярский край) и Тулунской опытной станции (Иркутская область) урожай яровой пшеницы при ранней вспашке пласта люцерны и клевера по сравнению с поздней был выше на 42—85%.

В условиях неполивного земледелия Казахстана, по данным почвенно-агрономической станции ТСХА и Семипалатинской опытной станции, при позднем подъеме пласта (октябрь) в среднем за многие годы урожай яровой пшеницы по сравнению с ранним (август) снижался на 3,9 ц с гектара. На Архангельской опытной станции, Красноуфимской селекционной станции Свердловской области, Яранском опытном поле Кировской области прибавка урожая яровой пшеницы и льна при раннем подъеме пласта достигала в среднем 22,1%.

Изучение влияния сроков подъема люцерно-житнякового пласта на урожай яровой пшеницы в Институте сельского хозяйства Юго-

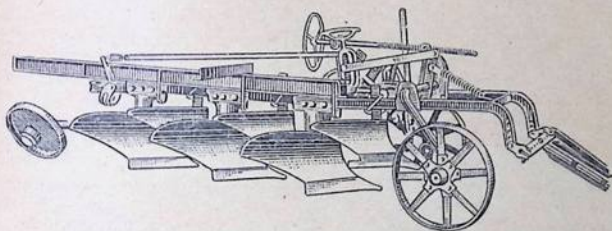


Рис. 69. Плуг с удлиненными предплужниками.

Востока СССР показало, что при вспашке пласта после первого укоса (середина июня) прибавка урожая составляла 2,4 ц по сравнению со вспашкой на месяц позднее.

По данным бывш. Симбилеевской опытной станции, урожай яровой пшеницы по клеверищу в среднем за 3 года составил: при вспашке в августе — 14,4 ц, в сентябре — 12, а в октябре — 10,9 ц с гектара.

В опытах Латвийской сельскохозяйственной академии на средне-подзолистых супесчаных почвах лучшим сроком летне-осенней вспашки оказывается конец сентября (табл. 26).

Таблица 26

Влияние сроков вспашки дернины сеяных трав на урожай зерна яровой пшеницы и скорость разложения корней и пожнивных остатков

Сроки вспашки	Урожай зерна (ц с 1 га)		Количество неразложившихся осенью корней и пожнивных остатков трав (%)	
	травы первого года	травы второго года	травы первого года	травы второго года
30 августа	14,3	12,6	65,3	65,1
30 сентября	16,8	14,9	82,0	81,0
30 октября	11,7	11,4	96,0	94,9

Поля с мощной дерниной, особенно после старовозрастных злаковых трав (житняки), необходимо пахать раньше, так как эта дернина разлагается медленно.

Почвы легкого механического состава следует обрабатывать позднее, чем тяжелые. Ранний подъем пласта на легких почвах с высокой воздухо- и водопроницаемостью приведет к быстрой минерализации органических остатков и, возможно, к вымыванию питательных веществ из пахотного слоя. Вспашку сухой дернины лучше отложить на некоторое время или начать обработку с послеуборочного улучшения.

Таким образом, правильный выбор срока основной обработки дернины, по многочисленным данным опытных учреждений нашей страны, повышает урожай последующих культур на 20—50%. Однако единого рецепта о выборе срока подъема пласта для различных почвенно-климатических условий быть не должно. В Сибири, Северном Казахстане, на северо-востоке европейской части и юго-востоке СССР, а также в районах богарного земледелия Средней Азии при ранних сроках основной обработки дернины урожай значительно повышается по сравнению с поздними. В центральной части нечерноземной полосы в отдельные годы урожай при позднем подъеме пласта равен урожаям при раннем сроке подъема пласта. В увлажненных районах Северного Кавказа возможны случаи преимуществ поздней обработки дернины. Зато в условиях юга нашей страны лучшие показатели получаются при позднем сроке подъема пласта.

Положительные свойства ранней вспашки в отмеченных районах обуславливаются тем, что в этом случае почва меньше иссушается,

отрастание дернины не наблюдается, засоренность полей снижается и улучшается питательный режим почвы.

В условиях поливного земледелия и в районах достаточного увлажнения юга благодаря наличию воды и высокой температуры ранний срок вспашки может вызвать бурный процесс разложения растительных остатков и последующее вымывание питательных веществ.

При решении вопроса о рациональной системе обработки пласта необходимо исходить из того, чтобы получить как можно больше хорошего корма, провести вспашку высокого качества, накопить в почве больше влаги, поднять плодородие почвы и получить высокий урожай следующей культуры.

Глава XII

ПРЕДПОСЕВНАЯ И ПОСЛЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВЫХ КУЛЬТУР

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Совокупность приемов, применяемых в определенной последовательности с первого дня после возможного выезда в поле до посева яровых культур составляет систему предпосевной обработки почвы.

Предпосевная обработка почвы имеет следующие основные задачи:

- 1) очистить поле от проросших сорняков и не допустить появления их после посева сельскохозяйственных культур;
- 2) создать слой почвы необходимой рыхлости с выровненной поверхностью для уменьшения испарения, усиления микробиологической деятельности и улучшения пищевого режима пахотного слоя;
- 3) заделать вносимые удобрения и семена сельскохозяйственных культур на оптимальную глубину;
- 4) подготовить почву для последующих полевых работ, особенно для посева с высокой производительностью и хорошим качеством.

Почва к посеву должна иметь оптимальное строение посевного и ниже расположенных слоев, нужную форму поверхности пашни без глыб и крупных комков, чтобы семена разместились на одинаковой глубине.

Равномерная оптимальная глубина заделки семян определяется биологическими особенностями высеваемой культуры и почвенно-климатическими условиями района. Она способствует ускоренному и дружному появлению всходов, их полноте и хорошему начальному развитию растений.

Почва, хорошо вспаханная с осени, ранней весной, обычно содержит наибольшее количество воды. Первый прием весенней обработки почвы и направлен на сохранение этой воды. Он состоит из выравнивания поверхности почвы, в результате чего верхний ее слой становится рыхлым, мелкокомковатым. Рыхлый слой почвы препятствует подтоку воды к поверхности по капиллярным порам и уменьшает ее испарение. Первое весеннее рыхление почвы надо начинать

возможно раньше, как только наступит физическая спелость. При обработке переувлажненной почвы ее верхний слой замазывается, образуется корка и почва быстро высыхает. Опаздывать с рыхлением почвы также нельзя, так как при этом увеличиваются потери воды и снижается качество последующих работ.

Спелость почвы на разных полях и участках наступает не одновременно, поэтому первое рыхление проводят выборочно, по мере поспевания отдельных участков.

Работу на южных склонах, на почвах легкого механического состава и на возвышенных местах начинают раньше. Первое рыхление почвы, вспаханной осенью, следует заканчивать за 1—2 дня.

На почвах легких, структурных, хорошо вспаханных осенью, для первой обработки применяют легкие бороны или шлейфы, а на почвах глинистых, заплывающих — тяжелые бороны. Для лучшего выравнивания и хорошего крошения поле боронуют по диагонали или поперек вспашки. Количество следов боронования устанавливают в зависимости от состояния почвы и предъявляемых требований.

Последующими приемами обработки могут быть культивация, глубокое рыхление и перепашка.

В системе предпосевной обработки почвы различных природных зон имеются некоторые особенности.

В зоне достаточного увлажнения перед посевом почвы обычно обрабатывают глубже, чем в засушливых условиях, и чаще применяют орудия, оборачивающие почву.

В зоне избыточного увлажнения весной при достижении спелости почвы иногда проводят перепашку полей, обработанных осенью. Перепашку применяют также и в том случае, если весной вносят органические удобрения. На тяжелых почвах удобрения запахивают на 14—15 см, а на легких почвах несколько мельче глубины осенней вспашки.

Если перепашка проведена в ранние сроки, то до посева поздних культур поле полезно прокультивировать и пробороновать для уничтожения сорняков и рыхления посевного слоя почвы.

Весенняя перепашка необходима и в том случае, если при осенней обработке частично извлечен на поверхность неплодородный подпахотный слой, а также при сильном заплывании почвы или при массовом появлении на полях корнеотпрысковых сорняков. Однако перепашка может оказать и отрицательное действие на урожай возделываемых культур, так как при оборачивании почвы на ее поверхность извлекаются запаханная осенью стерня, семена сорняков, личинки вредных насекомых и возбудители болезней сельскохозяйственных растений. Это может значительно ухудшить условия для возделываемой культуры.

В нечерноземной полосе в отдельные годы бывают весенние засухи, когда при перепашке почва быстро пересыхает, что может плохо отразиться на появлении всходов. Кроме того, для перепашки требуются большие материальные затраты, чем для других видов обработки.

Вместо перепахки при некоторых условиях применяют глубокое рыхление с использованием лемешных луцильников без отвалов, безотвальных плугов, культиваторов-рыхлителей или плугов со снятыми отвалами. Лемешные безотвальные орудия следует применять прежде всего на полях, где имеются корнеотпрысковые сорняки, которые после посева медленнее отрастают и не засоряют яровые культуры.

На Калининской областной опытной станции при посеве яровой пшеницы по зяби, перепаханной на глубину 12—14 см, получено 22,9 ц, при посеве по зяби, прокультивированной на такую же глубину, — 26,7 ц с гектара.

Более заметное преимущество рыхления перед перепахкой отмечается в годы с весенней засухой. Глубокая культивация зяби весной способствует созданию лучших условий роста растений. На таких полях для посевов имеется больше влаги, воздуха, тепла и питательных веществ. Но на глубоко разрыхленной почве семена во время посева распределяются по глубине неравномерно, и поэтому они прорастают в разное время. Однако это противоречие можно устранить, применяя прикатывание, значение которого особенно возрастает в годы с засушливой весной.

На почвах легкого механического состава, не заплывающих весной, предпосевную обработку почвы под ранние яровые культуры можно ограничить культивацией на глубину заделки семян.

Более широкого распространения заслуживает фрезерование почвы. Фреза хорошо перемешивает почву и вносимые в нее органические и минеральные удобрения и этим создает благоприятные условия для развития растений, особенно в первый год их жизни.

Исследования Агрофизического института (И. Б. Ревут) показали, что представление о большом распылении почвы при фрезеровании очень преувеличено. Так, в одном из опытов установлено, что количество пылеватых элементов (меньше 0,25 мм) в почве, обработанной плугом, составило 7,5%, а после фрезерования 8,8%. В то же время после фрезерования сильно уменьшилась глыбистая фракция и повысилось содержание комков оптимального размера.

Опыты по предпосевной обработке почвы под картофель на слабо-подзолистой почве дали следующие результаты (табл. 27). Однако испытания еще не дают основания широко рекомендовать фрезу для предпосевной обработки в условиях производства.

На серых лесостепных почвах тяжелого механического состава, по данным Рязанского сельскохозяйственного института, положительным приемом предпосевной обработки почвы под ранние зерновые культуры (овес) оказалось безотвальное рыхление на 25—27 см. Более мелкое рыхление на 14—15 см и перепахка на эту же глубину в условиях влажной весны снижает урожай. По тем же данным, на выщелоченных черноземах лучшим приемом весенней обработки под сахарную свеклу оказалась культивация на 7—8 см и безотвальное рыхление на 14—15 см.

В зоне недостаточного увлажнения главной задачей системы предпосевной обработки почвы является сохранение накопленной в почве за осенне-зимний период влаги в корнеобитаемом слое почвы. Первая весенняя работа и в этой зоне начинается с боронования.

Таблица 2

Влияние орудий предпосевной обработки почвы на урожай картофеля (ц/га)

Орудия обработки	Урожай клубней	Прибавка урожай
Плуг культурный	345,2	Контроль
Дисковая борона	315,1	—30,1
Плуг с вырезными отвалами	331,0	—14,2
Фреза на глубину 20 см	418,7	+73,5

Наблюдениями установлено, что весной в юго-восточных районах на незаборонованной пашне за 24 часа испаряется в среднем 4 мм воды.

Раннее боронование зяби способствует уничтожению прорастающих семян сорняков. После боронования, как только верхний слой почвы достигнет спелости, применяют культивацию с одновременным боронованием.

Такая последовательность работ позволяет разместить семена ранних яровых культур на уплотненную почву и покрыть их рыхлым слоем. При этих условиях влага, воздух и тепло лучше поступают к семенам, и они дружно прорастают.

Хорошо проведенная культивация зяби дает возможность лучше освободиться от проросших с осени и рано весной зимующих и яровых сорняков. Она задерживает также рост многолетних сорных растений и уничтожает личинки ряда насекомых-вредителей.

Между предпосевной обработкой и посевом ранних яровых культур не должно быть разрыва, так как при этом испаряется много влаги и всходы сорняков появляются раньше культурных растений.

В районах недостаточного увлажнения Сибири предпосевная обработка под ранние яровые культуры имеет некоторые особенности. По исследованиям Красноярского сельскохозяйственного института (1961—1965), на выщелоченных черноземах лесостепи к началу весенних полевых работ влажность пахотного слоя составляет больше 75% наименьшей влагоемкости. Для сохранения влаги требуется провести боронование. Но при сухой и ветреной весне боронованная почва через 2—3 дня начинает терять влагу конвекционно-диффузным путем, что вызывает иссушение более глубоких слоев почвы. Чтобы не допустить этого, необходимо почву уплотнить.

Изучение приемов сохранения весенних запасов влаги в почве (Э. М. Мухаметов) показало, что на пашне, заборонованной в два следа, количество влаги к посеву яровой пшеницы в слое 0—50 см составили 145,2 мм, а на боронованной и прикатанной — 154,4 мм. Глубина предпосевной обработки под яровую пшеницу не должна

превышать 5—6 см. В этом случае создаются более благоприятные условия для заделки семян и уменьшается испарение воды. Урожай яровой пшеницы при увеличении глубины предпосевной обработки до 8—10 см снижается на 1 ц с гектара.

До посева яровой пшеницы, в этих условиях, кроме первого «покровного» боронования, проводят две предпосевные культивации: первую через 5—6 дней после боронования, вторую — перед посевом.

От начала первых полевых работ до посева *поздних яровых культур* обычно проходит около месяца. В этот период поле нельзя оставлять без обработок, так как оно зарастает сорняками, почва теряет влагу и уплотняется, а в засушливые годы на полях появляются большие трещины. Поэтому под поздние яровые культуры проводят 2—3 культивации с одновременным боронованием. Глубину обработки устанавливают в зависимости от состояния полей и глубины заделки семян.

Первую после «покровного» боронования культивацию проводят на глубину 8—12 см. Последующие обработки обычно не превышают глубины заделки семян.

Глубокие культивации особенно необходимы на полях, где имеются корнеотпрысковые сорняки.

Полезным приемом при возделывании *поздних яровых культур в засушливых условиях* является прикатывание поля после первой культивации.

Главная цель такого прикатывания состоит в том, чтобы сохранить влагу от испарения из почвы. При увеличении рыхлости почвы возрастает конвекционно-диффузный ток влаги. Уплотненная прослойка, создаваемая прикатыванием, служит своеобразным фильтром, препятствующим движению парообразной влаги.

В опытах Куйбышевского сельскохозяйственного института потери воды на испарение в период от первой обработки почвы до посева проса (30 суток) на участке, где почву после первой культивации не прикатывали, были в 2 раза больше, чем на участке с прикатыванием. На участке, где почву прикатывали, за период от первой до второй культивации проросло сорняков на 33% больше, чем на поле без прикатывания.

Прикатывание почвы полезно и перед посевом ряда культур, особенно мелкосемянных. Оно улучшает условия посева: уменьшается вибрация сошников, значительно лучше заделываются семена на заданную глубину.

Прикатывание и культивацию можно выполнить одним агрегатом. При первой культивации желательно в агрегате иметь кольчатый каток, а при культивации перед посевом — гладкий.

Лучшими орудиями для предпосевной обработки являются культиваторы со стрельчатыми лапами. Они несколько уплотняют почву ниже хода лап, хорошо рыхлят верхний ее слой без оборачивания и полностью подрезают сорняки.

На тех полях, где было проведено обвалование или бороздование зяби для задержания весенних талых вод, требуется более усиленная предпосевная обработка.

На задернелых почвах из-под многолетних сеяных трав или прородных залежей для весенней обработки зяби чаще применяют дисковые орудия. Они не выворачивают запаханную дернину и хорошо рыхлят почву.

На тяжелых почвах с мощной дерниной проводят двух-трехкратную обработку. Легкие почвы можно разделать быстрее.

В засушливых районах и в районах ветровой эрозии для предпосевной обработки применяют орудия, не оборачивающие почву. На юго-востоке дисковать дернину следует осенью, после вспашки зяби.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОСЛЕ ПОСЕВА

Обработка почвы после посева необходима для того, чтобы создать благоприятные условия для прорастания семян и дружного появления всходов; придать верхней части пахотного слоя почвы нужное строение, уничтожить всходы сорных растений.

Высококачественная междурядная обработка пропашных культур является средством достижения более высокого их урожая и важным условием повышения общей культуры земледелия.

К основным приемам ухода за почвой после посева относятся прикатывание, боронование, междурядные обработки и окучивание.

При катывании применяется для увеличения плотности почвы с тем, чтобы лучше обеспечить прорастающие семена влагой. Если почва очень рыхлая, заделанные семена, не имея хорошего соприкосновения с почвой, не могут быстро поглощать воду. В слишком плотной почве вода находится в тонких порах и с большой силой в них удерживается, медленно передвигается и тоже не может хорошо использоваться семенами. Вот почему почва должна иметь плотность, при которой вода будет хорошо притекать к прорастающим семенам. Такая плотность почвы создается в результате ее обработки.

После посева при наступлении засушливой погоды разрыхленная предпосевной обработкой верхняя часть пахотного слоя может быстро пересохнуть. Недостаток влаги в слое почвы, где размещаются семена, и плохой контакт их с твердой фазой почвы снижают полевую всхожесть и обуславливают запаздывание появления всходов. Недостаток влаги в зоне расположения узла кущения сказывается на формировании и развитии вторичной корневой системы. Эти отрицательные явления можно также ослабить прикатыванием почвы.

В относительно влажные годы польза от прикатывания состоит главным образом в том, что вследствие размельчения глыб и выравнивания поверхности пашни улучшаются условия прорастания семян.

Эффективность прикатывания почвы при возделывании яровой пшеницы изучалась на различных почвах Башкирии (табл. 28).

На черноземных почвах опытного поля Красноярского сельскохозяйственного института послепосевное прикатывание почвы уменьшает потери воды на испарение, повышает полевую всхожесть яровой пшеницы на 10—13%, способствует развитию более мощной корневой системы и повышает урожай до 2 ц с гектара.

Влияние послепосевого прикатывания на урожай яровой пшеницы

Опытные поля	Урожай зерна (ц с 1 га)		Прибавка урожая	
	без при- катывания	с при- катыванием	ц на 1 га	%
Стерлитамакское (тучный чернозем)	12,0	14,1	2,1	17,5
Уфимское (выщелоченный чернозем)	14,9	17,1	2,2	14,7
Бирское (серые лесные почвы)	14,0	16,8	2,8	20,0

Особенно хорошее влияние прикатывание оказывает на посевы поздних культур и культур с неглубокой заделкой семян (просо, суданская трава, сорго, сахарная свекла, кукуруза). Лучшие результаты получаются от прикатывания вслед за посевом.

Эффективность прикатывания зависит от влажности почвы в моменты обработки и степени уплотнения, особенно верхней части пахотного слоя, предшествующей обработки (глыбистая, мелкокомковатая, гребнистая, выровненная пашня и т. д.), а также предшественников и возделываемой культуры.

Прикатывание после посева культур, которые выносят семядоли на поверхность (например, бобовые, гречиха, подсолнечник), может затруднить появление всходов. В этом случае прикатывать почву лучше в период подготовки ее к посеву.

Боронование посевов проводится для того, чтобы облегчить рост растений рыхлением уплотнившегося слоя почвы и уничтожения образовавшейся на ней корки.

Корка часто образуется, когда выпадающие после посева осадки разрушают комочки почвы. После высыхания мелкодисперсные частицы склеиваются и образуют твердую поверхность. Образовавшаяся корка, особенно на глинистых и солонцеватых почвах, приносит большой вред. Она усиливает испарение влаги почвой, нарушает нормальную жизнедеятельность микроорганизмов, угнетает их и этим ухудшает питательный режим почвы, снижает ее водопроницаемость и задерживает появление всходов культурных растений.

Высохшая почвенная корка частично растрескивается и повреждает тонкие корни растений.

Толщина и твердость корки зависят от типа почвы и ее механического состава. Среднеазиатские сероземы с тяжелым механическим составом и с большим содержанием поглощенного натрия образуют очень связную корку толщиной до 3—5 см. Корка может образоваться и на других почвах, не обладающих хорошей структурой и физико-химическими свойствами.

Для уничтожения корки до появления всходов культурных растений применяют зубовые и сетчатые бороны, пропашные тракторные бороны БН-5,4. Боронование лучше проводить, когда почва не прилипает к зубьям бороны и в то же время не пересохла. После по-

явления всходов корку хорошо разрушает ротационная мотыга и не повреждает растений.

Если после посева появились мелкие всходы сорняков, также применяют боронование.

В зависимости от высевной культуры и состояния почвы бороновать можно до или после появления всходов культурных растений. Посевы картофеля и кукурузы можно бороновать несколько раз до и после появления всходов. Картофель и семена кукурузы заделывают обычно на глубину не менее 8—10 см, поэтому при бороновании не происходит выворачивания клубней и семян на поверхность почвы.

Посевы культур, семена которых заделываются на глубину 5—6 см можно обрабатывать легкими боронами со сравнительно короткими вертикально направленными зубьями.

Однако бороновать всходы надо с учетом складывающихся условий. Необходимо следить за тем, чтобы не засыпать земель еще не окрепшие культурные растения. Кукуруза хорошо переносит боронование в фазе 3—4 листочков. Скорость боронования не должна превышать 4 км/час.

Культуры с хрупкими и ломкими всходами следует бороновать после полудня, когда растения несколько подвянут.

Изучение приемов ухода за посевами яровой пшеницы в Саратовской области (П. М. Фокеев, 1939—1948) показало, что при нормальной агротехнике нет необходимости в бороновании посевов яровой пшеницы, но при появлении поверхностной корки и образовании на посевах значительных трещин полезно применять ротационную мотыгу. В опытах, которые здесь проводились при бороновании посевов пшеницы в трех случаях из четырех урожай снижался с 1 до 3 ц с гектара, а при обработке ротационной мотыгой урожай повышался на 2—4 ц с гектара.

Исследованиями Красноярского сельскохозяйственного института установлено, что лучшим способом обработки посевов в период до появления всходов, когда яровая пшеница имеет проростки не более 2 см, является прикатывание кольчатыми катками, а в фазе начальных всходов пшеницы хорошие результаты дает обработка сетчатыми боронами.

Культивация. На посевах пропашных культур, кроме боронования и прикатывания, проводят междурядные обработки культиваторами. Рыхлением почвы в междурядьях создают мульчирующий слой, который уменьшает испарение воды с поверхности почвы и появление на ней трещин. Кроме того, рыхление способствует лучшему использованию выпадающих осадков и создает условия для мобилизации питательных веществ. Междурядная обработка в двух направлениях при квадратно-гнездовых и квадратных посевах культур (например, кукуруза, подсолнечник, хлопчатник, бахчевые) дает возможность особенно хорошо разрыхлить почву и уничтожить много сорняков.

Количество междурядных обработок зависит от засоренности посевов, быстроты нарастания надземной массы культурных растений и степени уплотнения почвы.

Применение химических средств борьбы с сорняками позволяет уменьшить число междурядных обработок, но значение их как средства сохранения влаги и мобилизации питательных веществ сохраняется.

Глубину культивации изменяют в зависимости от сроков ее проведения и биологических особенностей обрабатываемой культуры. Например, первую культивацию междурядий на посевах проса проводят в фазе третьего листа на глубину 4—5 см, так как при большей глубине обработки рядки растений засыпаются землей. Второй раз междурядья обрабатывают во время кушения проса на глубину 6—8 см. Междурядья подсолнечника первый раз обрабатывают на глубину 6—8 см, а второй примерно через две недели на 8—10 см. Первая междурядная обработка посевов кукурузы должна быть глубже последующих.

Одесским сельскохозяйственным институтом (В. Е. Казаков) разработан комбинированный способ междурядной обработки кукурузы. Он состоит в том, что возле рядков растений глубину рыхлений постепенно уменьшают до 6—7 см, а в середине междурядий увеличивают до 14—16 см.

Обработка междурядий комбинированным способом уменьшает плотность почвы и повышает некапиллярную скважность. При такой обработке создаются лучшие условия водно-воздушного и питательного режимов почвы и повышается урожай зерна кукурузы в среднем за 3 года (1963—1965) на 6,3 ц с гектара.

Приведенные рекомендации относительно глубины междурядной обработки нельзя считать повсюду и всегда обязательными. В зависимости от конкретных условий возможны различные отклонения. Например, если применяются предохранители от засыпания землей рядков культуры, то и первую культивацию можно проводить глубже. Следует учитывать, что при тракторной междурядной обработке часто наблюдается сильное уплотнение почвы, что вызывает необходимость более глубоких рыхлений. Местный опыт может внести существенные дополнения в систему ухода за пропашными культурами.

Сроки междурядных обработок устанавливают с учетом особенностей культур и засоренности полей.

Окучивание растений применяют при возделывании картофеля. В северо-западных районах окучиванием регулируют тепловой и водный режимы почвы. Гребнистая поверхность, созданная окучником, в течение дня поглощает больше солнечного тепла, лучше обогревается теплым воздухом. В ночные часы хотя и происходит отдача тепла поверхностью почвы, все же тепловой баланс складывается более благоприятно, так как за летние сутки почва нагревается 17—18 часов, а охлаждается 5—6 часов.

Окучивание помогает устранить избыточное увлажнение, так как вследствие увеличения поверхности почвы воды испаряется больше. Лучшее прогревание почвы и хорошая аэрация способствуют накоплению доступных растениям питательных веществ.

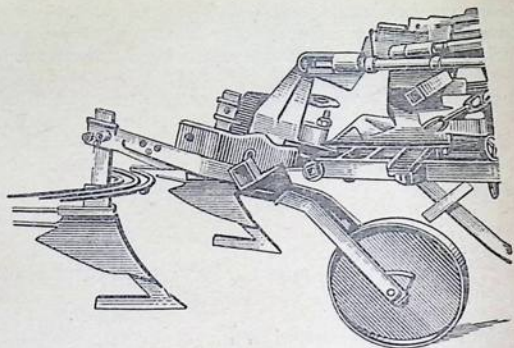


Рис. 70. Корпус окучника для работы на повышенных скоростях.

При окучивании нижняя часть стеблей растений с двух сторон засыпается землей, что способствует образованию столонов и повышению урожая клубней. Окучивание картофеля применяют в зоне дерново-подзолистых почв и на юго-востоке при орошении. В районах недостаточного увлажнения и без орошения окучивание полезно только во влажные годы.

Для окучивания применяют специальные, обычно небольшого размера, корпуса, отваливающие почву в обе стороны (см. рис. 56). Обычными окучниками междурядья обрабатывают со скоростью до 5 км/час, потому что при увеличении скорости растения картофеля сильно засыпаются землей. В Институте картофельного хозяйства разработан новый окучивающий корпус для работы на повышенных скоростях. Корпус состоит из двух сварных стволов со стойкой, пальчатых крыльев, стрелчатой лапы, рыхлителя и почвоуправлятеля (рис. 70).

В Краснодарском крае хорошие результаты по уничтожению мелких сорняков в рядках и гнездах пропашных растений дает окучивание во время очередной междурядной обработки. Для этого на бритвы лапы или долота культиватора КРН-4,2 приваривают отвальчики, которые в рядке растений создают валик шириной 25 см и высотой 8—10 см, засыпая невысокие сорняки. После такого окучивания у кукурузы появлялся новый ярус корней и урожай увеличивался на 3—4 ц с гектара. Малолетние сорняки уничтожались окучиванием на 80—90%, но в борьбе с корнеотпрысковыми сорняками этот прием малоэффективен.

Для междурядных обработок на посевах высокостебельных растений во второй половине их вегетации применяют высотные тракторы и культиваторы.

В северо-западных районах глубина вспашки черного пара определяется мощностью перегнойного горизонта и глубиной заделки удобрений.

Наиболее важный период ухода за черным паром — весенне-летний. В это время необходимо очистить пахотный слой почвы от семян и вегетативных органов размножения сорняков, а также максимально сохранить влагу, накопленную в почве за осенне-зимний период.

Для очищения почвы от семян сорных растений применяют послойную обработку черного пара отвальными орудиями. Сущность такой обработки состоит в том, что в течение весенне-летнего периода каждая прослойка почвы толщиной 3—5 см должна известное время находиться в верхней части пахотного слоя. Для этого глубину каждой последующей обработки увеличивают на несколько сантиметров.

Вывернутые на поверхность после обработки семена сорных растений прорастают и всходы их уничтожают обработками. Каждой последующей более глубокой обработкой захватывают все новые порции семян сорных растений и таким образом пахотный слой очищается от тех сорняков, семена которых способны прорасти.

Такую послойную обработку пара можно применять только в районах достаточного увлажнения.

В этих условиях, особенно на почвах подзолистых, подверженных заплыванию, кроме поверхностных весенне-летних обработок, за 15—20 дней до посева озимых производится перепашка — так называемое *двоение пара*. Назначение его сводится к тому, чтобы перемешать разложившийся навоз, если он был внесен осенью или рано весной, и разрыхлить уплотнившуюся почву.

Опаздывать с двоением пара нельзя, потому что сорняки, вывернутые при перепашке, не успеют прорасти до посева озимых и не будут уничтожены предпосевной культивацией. После двоения пара и до посева озимых почва должна осесть. Оседание почвы после посева приводит к обнажению узла кущения озимых и к обрыву их корней и тем самым понижает устойчивость растений во время перезимовки. В районах недостаточного увлажнения двоение пара не применяют.

Изучение различных систем весенне-летней обработки черного пара в более увлажненной правобережной части лесостепи Украины (С. С. Рубин) в течение трех лет (1949—1952) привело к выводу о том, что при послойной обработке черного пара количество семян сорных растений в почве ко времени посева озимых уменьшилось на 50—67%, а при обработке культиваторами с экстирпаторными лапами — только на 28—48%. В среднем за 2 года (1950—1951) урожай озимой пшеницы на участке, обработанном культиваторами, составил 30,6 ц, а при сочетании лушения (7—8 и 12 см) с культивациями (7—8 и 5—6 см) — 32,8 ц с гектара. Однако такая система обработки пара оказывается эффективной лишь во влажные годы.

В засушливых и полусушливых районах хорошие результаты дает сочетание послойной и поверхностной обработки пара. В этом случае весной после «покровного» боронования применяют послой-

ную, а затем до посева озимых поверхностную обработку пара. Но в отличие от районов достаточного увлажнения весенние обработки здесь имеют обратную последовательность — от более глубокой к менее глубокой — и заканчиваются обработкой на глубину заделки семян.

Изучение обработки почвы на полях Института сельского хозяйства Юго-Востока (П. П. Коробов) показало, что лучшим способом весенне-летней обработки черного пара здесь является сочетание весеннего двукратного лущения лемешными лущильниками с последующими поверхностными обработками культиваторами с ножевидными рабочими органами. При этом даже в засушливые годы в верхнем слое почвы сохраняется достаточное количество влаги для всходов озимых.

В лесостепных районах на черноземных почвах следует весной проводить две обработки лущильниками, а в левобережных заволжских степях на каштановых почвах — одну.

В южной части лесостепи Заволжья выявлено также значительное превосходство послойно-поверхностной обработки черного пара (лущение на 10—12 и 8—10 см и 2—3 культивации на глубину посева) перед одной поверхностной (4—5 культиваций на 6—7 см).

На Безенчукской опытной станции наилучшие результаты получены от глубокой вспашки черного пара при четырех-пятикратной послойно-поверхностной его обработке. В среднем за 2 года при послойно-поверхностной обработке урожай озимой ржи был на 1,5 ц выше, чем при поверхностной обработке культиваторами.

В засушливых районах эффективным приемом является прикатывание пара после весенне-летних глубоких обработок. Оно уменьшает глыбистость и выравнивает поверхность поля, при уплотнении почвы уменьшается проветривание и испарение из нее воды.

Опытами в тех же условиях (рис. 71) установлено, что прикатывание почвы в системе паровой обработки улучшает водный и питательный режимы почвы и повышает урожай озимой ржи на 1,5—2 ц с гектара.

По данным почвенно-агрономической станции Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева (В. И. Румянцев), при культивации и прикатывании черного пара влажность почвы в слое 0—30 см 10 июня повышалась на 1—2% по сравнению с одними культивациями.

В исследованиях, проведенных на полях учебного хозяйства Башкирского сельскохозяйственного института, на паровом поле после прикатывания проросло сорняков в 1,5—2 раза больше, чем без прикатывания (Г. С. Смородин).

Прикатывание паровых полей после весенне-летних обработок плугами, лущильниками и культиваторами широко изучается и внедряется на полях в Бурятской АССР. В опытах Бурятского сельскохозяйственного института урожай яровой пшеницы на прикатанных парах повысился на 1,8—3,3 ц, а на сортоучастках республики — на 0,8—2,3 ц с гектара.

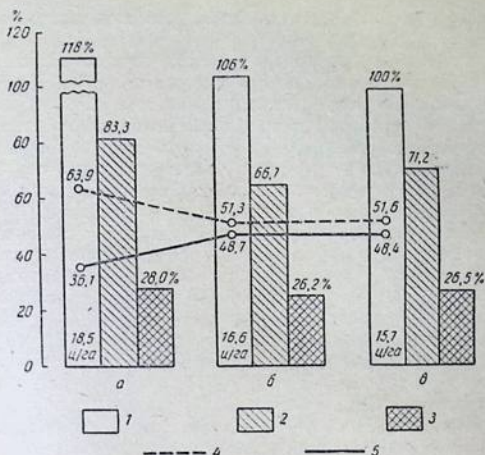


Рис. 71. Влияние системы весенне-летней обработки черного пара на строение пахотного слоя, влажность почвы и урожай озимой ржи:

а — лущение и культивация с прикатыванием кольчатым катком; б — то же, без прикатывания; в — культивация без прикатывания; 1 — урожай озимой ржи; 2 — NO_3 мг на 1 кг перед посевом; 3 — влажность в слое почвы 0-100 см перед посевом; 4 — капиллярная влажность (% общей); 5 — некапиллярная влажность (% общей).

На Иркутской областной станции на одном из участков при обработке пара с прикатыванием уничтожено в 2 раза сорняков больше, чем на участке без прикатывания.

В богарных условиях Средней Азии пары пахнут до начала периода осенних дождей. Пашня в это время имеет глыбистую поверхность и теряет влагу атмосферных осадков. Для сохранения влаги черные пары в равнинной и предгорных зонах после промачивания пашни осенними осадками рекомендуется проборонить. Исследования, проведенные в условиях неорошаемого земледелия Южного Казахстана (Г. И. Котрич и Г. З. Качалка), показали, что запас влаги в паровом поле и на посевах озимой пшеницы при осеннем бороновании паров был больше, чем без него. Кроме того, боронование пара создает благоприятные условия для прорастания семян сорняков.

Исследования Узбекского института богарного земледелия и Красноводопадской селекционной станции (Ташкент) показали преимущество весенне-летней обработки паровых полей на глубину не более 10-12 см плоскорезами. Хорошие результаты получены при

обработке паров лемешными луцильниками и плугами со сянтыми отвалами.

Лущение дисковыми орудиями недостаточно уничтожает сорняки, особенно многолетние и, кроме того, иссушает почву. Лаповые культиваторы дают недостаточно хорошее качество обработки.

В системе обработки паровых полей не должно быть шаблона. Во влажные годы обработки черного пара надо проводить чаще и глубже. В засушливые годы, когда влаги в почве мало, а сорняки появляются медленно, число и глубину весенне-летних обработок целесообразно уменьшить и применять прикатывание.

Промежутки между обработками должны быть достаточными для того, чтобы семена сорняков или их почки могли прорасти.

В первой половине лета паровое поле следует обрабатывать чаще, а в последующий период — реже, чтобы ко времени посева не иссушить почву частым рыхлением.

Заслуживает изучения возможность частичной замены весенне-летней обработки чистых паров химическими средствами для уничтожения сорняков и уменьшения потери влаги из почвы, улучшения условий перезимовки культур, особенно озимой пшеницы.

В отличие от черного ранний пар осенью не обрабатывают. Основная вспашка его производится весной не позднее мая. Хорошее выравнивание и крошение пашни бороной в одном агрегате с плугом и дополнительно раздельно вызывают дружное прорастание сорняков и способствуют сохранению влаги от испарения.

Последующий уход за ранним паром в засушливой зоне заключается в прикатывании и культивациях по мере появления сорняков.

Эффективность раннего пара можно резко повысить, применяя осеннее лущение и своевременную его вспашку весной.

Осеннее лущение уничтожает вегетирующие сорняки и способствует прорастанию семян сорных растений, всходы которых частично погибли при понижении температуры, семена же других сорняков, например овсяга, дадут массовые всходы весной и будут уничтожены во время вспашки пара.

Исследования ряда опытных учреждений черноземной полосы показали высокую агротехническую эффективность осеннего лущения ранних паров. Так, на Митрофановском опытном поле (Воронежская область) при посеве озимой пшеницы по пару без осеннего лущения получено 22,8 ц зерна, а с лущением осенью и вспашкой весной — 25,6 ц с гектара.

Если поле раннего пара засорено пыреем, а осенью провести обработки не удалось, то весной корневища пырея следует размельчить перекрестным дискованием. После появления первых побегов пырея в виде шилец поле пашут плугами с предплужниками на полную глубину пахотного слоя.

Кроме культиваций и прикатывания, летом после выпадения осадков следует применять боронование пара, которое разрушает почвенную корку и уничтожает мелкие всходы сорняков.

На дерново-подзолистых почвах весеннюю обработку раннего пара следует начинать с лущения, если оно не было проведено осенью.

В дальнейшем ранний пар обрабатывают так же, как и черный.

В засушливых и малоснежных районах для защиты озимых культур, особенно пшеницы, от неблагоприятных условий перезимовки и для накопления снега на чистых парах высевают высокостебельные растения в виде кулис. Такие пары называются *кулисными*. Кулисные растения способствуют накоплению снега уже с первых снегопадов. Раннее накопление снега защищает почву от глубокого промерзания, улучшает поступление в нее талых вод, оказывает благоприятное влияние на условия перезимовки и повышает урожай озимых культур.

Наиболее эффективен и экономически выгоден летний посев кулисных растений, особенно подсолнечника и горчицы. Подсолнечник, посеянный в начале июля к моменту наступления заморозков, образует такой стеблестой, который может задерживать снег и утеплять озимые культуры. На таких парах озимые сеют поперек кулис.

До посева подсолнечника поле обрабатывают обычным способом (черный или ранний пар). Подсолнечник высевают одновременно с очередной культивацией пара.

Для посева кулис на парах составляют агрегат из трех культиваторов и одной кулисной двухрядной сеялки КСП-2, которую присоединяют к среднему культиватору. Последующие культивации на пару проводят этим же агрегатом без кулисной сеялки. У среднего культиватора следует расставить лапы так, чтобы они проходили между рядами кулисных растений и рыхлили междурядья.

Кулисные пары имеют пока ограниченное распространение, потому что на них несколько затруднена борьба с сорняками. Однако на землях с малолетними сорняками кулисные пары полезны.

ОБРАБОТКА ЗАНЯТЫХ ПАРОВ

Предшественники — культуры сплошного сева. Из культур сплошного сева в качестве предшественников озимой ржи и озимой пшеницы используют зернобобовые, однолетние и многолетние травы на сено и зеленый корм, а в некоторых районах — зерновые колосовые культуры.

В системе обработки почвы в *занятых парах* есть два периода: до посева парозанимающей культуры и после ее уборки — до посева озимых.

Под парозанимающие культуры надо пахать глубоко, чтобы озимые посевы могли использовать последствие глубокой вспашки.

После своевременной уборки урожая предшественника и освобождения поля немедленно приступают к подготовке почвы к посеву озимых.

Выбор приемов обработки почвы зависит от складывающихся погодных условий, характера засоренности полей и продолжительности периода от уборки парозанимающих культур до сева озимых.

Если почва не слишком пересохла, ее пахут плугом с предплужниками и с бороной в агрегате. Если пахотный слой оказался сильно пересошим, поле сначала обрабатывают луцильниками. При запоздалой уборке предшествующей культуры вспашка с оборачиванием пахотного слоя выносит на поверхность семена сорняков, которые до предпосевной культивации не успевают прорасти и будут засорять озимые культуры. При поздней вспашке почва до посева озимых не успеет осесть и накопить влагу, что может вызвать неполное прорастание семян озимых и привести к гибели всходов. На чистых землях луцение может оказаться более эффективным, чем пахота; оно способствует сохранению от испарения той влаги, которая остается неиспользованной в период вегетации парозанимающей культуры. Вместе с тем создаются условия для поглощения почвой атмосферных осадков, а также для прорастания сорняков и последующего их уничтожения предпосевной обработкой.

На Пензенской опытной станции урожай озимой ржи после гороха в среднем за 5 лет составил по вспаханному полю 13,2 ц, по дискованному — 16 ц с гектара.

Исследования, проведенные в течение четырех лет в Воронежском сельскохозяйственном институте, показали, что замена вспашки луцением в 2—3 следа на глубину 8—10 см увеличивает влажность метрового слоя почвы на 1%, а в верхнем слое (0—10 см) в сухие годы — на 2,1—2,7%. Урожай озимой ржи на пролущенных участках был на 24% выше, чем на вспаханных.

На юге европейской части СССР после зерновых колосовых (озимая пшеница, ячмень и др.) обработка почвы под озимые состоит из послеуборочного луцения жнивья с последующей (после прорастания сорняков) вспашкой комбинированным пахотным агрегатом. Затем применяют культивацию с боронованием, число которых зависит от погодных условий и скорости появления сорняков. Последнюю культивацию проводят перед посевом озимых на глубину заделки семян.

Исследования Всесоюзного института механизации и электрификации сельского хозяйства показали, что обработка почвы комбинированным пахотным агрегатом после колосовых культур снижает глыбистость и сохраняет больше влаги в почве, чем обычная вспашка.

После обычной вспашки на глубину 27 см общий вес глыб на 1 м² составил 51,5 кг, а после работы пахотного агрегата (плуг, волокуша и каток) только 3,5 кг; запас влаги в слое 0—40 см был соответственно 83,9 и 98,4 мм. Работами Кубанского сельскохозяйственного института установлено, что вспашка под озимую пшеницу с боронованием и прикатыванием увеличивает число всходов ее на 1 м² на 9%, а урожай зерна повышается на 23,5% по сравнению с урожаем на участке без прикатывания.

Если почва сухая и при вспашке не крошится, а откалывается крупными глыбами, которые не разрушаются катками, вместо вспашки следует применить луцение на 8—10 см с прикатыванием. После

лущения почва хорошо впитывает влагу даже небольших дождей, и через некоторое время, когда она будет лучше крошиться, проводят вспашку.

Однолетние и многолетние травы на сено или зеленый корм освобождают поля для обработки раньше, чем культуры, убираемые на зерно. После уборки урожая на сено или зеленый корм проводят немедленную вспашку с боронованием и последующими 1—2 культивациями. Если пахотный слой сильно пересох, сразу после уборки урожая поле лущат, затем пахут, а на чистых полях применяют безотвальное рыхление или лущение с культивацией перед посевом.

Важным условием правильного использования паровых полей является организованное использование растительной массы и своевременное начало обработки почвы на каждом освобождающемся участке парового поля.

Зеленую массу однолетних и многолетних трав следует использовать отдельными загонами. После скармливания зеленой массы на одном загоне (в течение 3—4 дней) переходят на второй, а на первом немедленно начинают лущить в 1—2 следа. Это сохраняет в почве влагу и облегчает последующую более глубокую обработку. После использования зеленой массы с последнего загона весь участок пахут на глубину до 20 см, а затем до посева озимых проводят обычную поверхностную обработку.

При обработке почвы под озимые культуры в занятых парах необходимо также избегать шаблона. В годы, когда почва при обработке хорошо крошится, растительные остатки и вегетирующие сорняки плугом заделываются полностью, вспашка будет полезнее мелкого рыхления.

Чем раньше убирают предшественник, тем больше оснований для глубокой обработки поля.

Однако при мелкой обработке занятого пара уменьшаются затраты, сокращаются сроки подготовки почвы и появляется возможность раньше посеять озимые.

Предшественники — пропашные культуры. Из пропашных культур в качестве предшественников озимых используются, например, кукуруза, картофель, подсолнечник.

Под пропашные культуры необходимо пахать, если позволяет перегнойный горизонт, на глубину до 30—32 см плугом с предплужниками, а на почвах с небольшой мощностью перегнойного горизонта, применять почвоуглубители, создавая рыхлый слой также не меньше 25—30 см. Основную обработку следует сочетать с внесением удобрений. После посева или посадки парозанимающих культур за ними проводят тщательный уход, состоящий из междурядных обработок и подкормок. При таком уходе поле остается чистым от сорняков, а почва — рыхлой. Поэтому после уборки можно ограничиться поверхностной обработкой — лущением с одновременным боронованием. Если на поле остались сорняки и растительные остатки предшествующей культуры, необходимо применить вспашку с боронованием в агрегате и последующим прикатыванием.

На Мордовской сельскохозяйственной опытной станции в среднем за 2 года при посеве ржи после дискования (без вспашки) на кукурузном пару урожай повысился на 1,6 ц, на подсолнечниковом — на 3,1 ц с гектара по сравнению со вспашкой.

В Научно-исследовательском институте земледелия центрально-черноземной полосы имени В. В. Докучаева прибавка урожая озимой ржи при поверхностной обработке по сравнению со вспашкой составила в среднем за 3 года: после подсолнечника 3,3 ц, после кукурузы 2 ц с гектара. Наблюдения показали, что при поверхностной обработке ко времени посева озимых почва была лучше увлажнена, всходы получались более полными и дружными. Аналогичные результаты получены на Пензенской и Ульяновской опытных станциях.

В Заволжье, на Дубово-Уметском сортоиспытательном участке (1962—1965), установлено, что урожай озимой ржи при поверхностной обработке был выше, чем при вспашке на глубину 20—22 см (табл. 29).

Таблица 29

Урожай озимой ржи в зависимости от способов обработки занятых паров

Способы и глубина обработки	Предшественники и урожай ржи (ц с 1 га)		
	кукуруза	горох	чина
Вспашка на 20—22 см с оборотом пласта	11,0	13,3	11,9
Вспашка на 20—22 см без оборота пласта	11,2	13,9	12,3
Лущение лемешное на 15—16 см без оборота пласта	12,8	14,9	12,5
Лущение дисковое на 10—12 см	14,2	15,0	13,0

Глубокое рыхление летом способствует испарению влаги из посевного слоя почвы. Во время вспашки образуется много глыб, которые в течение 1—2 дней высыхают и плохо разделяются при последующих обработках.

При обработке паров дисковыми лущильниками плотность пахотного слоя и количество продуктивной влаги в посевном и корнеобитаемом слоях почвы были больше, чем на вспаханных участках. Лучшее увлажнение пахотного слоя ко времени посева озимых способствовало накоплению нитратов. Содержание их перед посевом озимых после дискования было вдвое больше, чем после вспашки.

На юге нашей страны для измельчения пожнивных остатков и лучшего рыхления верхнего слоя почвы лущение полей из-под кукурузы и подсолнечника на зерно часто производится дисковой тягелой бороной БДТ-2,2 на глубину 10 см.

На необходимость более мелкой обработки почвы летом в районах недостаточного увлажнения неоднократно указывали классики агрономии Н. А. Стебут, В. Р. Вильямс и Д. Н. Прянишников.

Осеннюю вспашку переувлажненных дерново-подзолистых почв под парозанимающую пропашную культуру следует заменить лучше — отвальными орудиями, а весной вспахать на глубину пахотного слоя.

На глинистых или суглинистых почвах, где подпахотный слой имеет плохую водопроницаемость, при весенней перепашке рекомендуется использовать почвоуглубитель. До появления всходов и по всходам картофеля проводят боронование сетчатыми или зубowymi боровами, а в дальнейшем — окучивание.

Уборка картофеля должна быть закончена не позднее чем за 10—15 дней до посева озимых. Перед посевом озимых поле обрабатывают культиваторами или лушкильниками с боронованием.

Таким образом, обработка почвы под озимые культуры в занятых парах зависит от предшественника, влажности почвы, ее засоренности и природных условий хозяйства. Чем раньше начинается обработка, тем лучше может быть подготовлена почва для посева. Однако бывают такие годы, когда на юго-востоке РСФСР вследствие длительной сильной летне-осенней засухи нельзя хорошо разделить пашню и накопить влагу. Тогда часть площади, предназначенной под озимые, оставляют под яровые культуры.

По мнению крупных специалистов земледелия юго-восточных районов (К. Г. Шульмейстер и др.), при использовании занятых паров под озимые культуры необходимо учитывать складывающиеся метеорологические условия посевного периода.

СИДЕРАЛЬНЫЕ ПАРЫ И ИХ ОБРАБОТКА

Сидеральные пары, или сидерация, — посев культур, обычно бобовых, для запашки их на удобрение. Лучшим растением для зеленого удобрения в северо-западных районах нашей страны считается люпин. Используют также посевы сераделлы, донника и ряда других культур.

В условиях орошения в Заволжье на зеленое удобрение можно высевать весной под покров основной культуры донник, вику, чину, пажитник; они развиваются хорошо после уборки покровного растения и запахивают их осенью. На Черноморском побережье Кавказа и в Грузии в междурядьях цитрусовых культур и чая используют вигну, люпин и другие бобовые культуры. В республиках Средней Азии для этих целей можно применять маш, шабдар и кроталарию. Такие поля особенно ценны для хозяйств, не располагающих необходимым количеством органических удобрений.

Люпин на удобрение дает на гектар до 350—400 ц зеленой массы, содержащей более 100 кг азота. После разложения запаханной массы люпина и освобождения в связи с этим питательных веществ почва становится плодороднее.

В настоящее время выведены достаточно скороспелые сорта однолетнего люпина, позволяющие широко использовать эту культуру для зеленого удобрения в северных районах.

Значительная часть этих земель нуждается в коренной мелиорации. Однако наряду с мелиорацией необходимо применять агротехнические приемы ускоренного окультуривания и повышения плодородия этих земель, особенно известкование, внесение органических и минеральных удобрений.

Целинные и залежные земли нечерноземной полосы очень разнообразны по степени оподзоленности, механическому составу, количеству и составу органического вещества, рельефу и степени увлажнения.

По основным признакам можно выделить следующие группы: 1) заболоченные, торфяные и пойменные почвы; 2) земли из-под леса и кустарников; 3) суходольные малопродуктивные земли.

Торфяно-болотные почвы низинного типа наиболее пригодны для сельскохозяйственного использования. Они имеют высокое потенциальное плодородие и могут давать хорошие урожаи овощных, технических, кормовых и других культур.

Одной из задач первой обработки торфяно-болотных почв является уничтожение естественной растительности и рыхление верхнего слоя почвы. Для этого используют мощные плуги, фрезы, тяжелые дисковые бороны и другие орудия.

Вновь осваиваемые торфяные почвы имеют мощный однородный слой. Вспашка плугом с предплужниками здесь не дает хорошего качества, потому что нижний слой такой же задернелый, как и верхний, и не будет крошиться. Плуги с винтовыми отвалами дают достаточно полное оборачивание почвы.

На участках с высоким стоянием грунтовых вод необходимо предварительное глубокое рыхление безотвальными орудиями, которое создает хорошую воздухопроницаемость и лучшее разложение растительных остатков.

При вспашке торфяных и заболоченных земель специальными плугами получают лучшие результаты. Такая вспашка применяется на землях, очищенных от крупного кустарника и мелколесья. В настоящее время широко применяются кустарниково-болотные плуги различных марок (рис. 72).

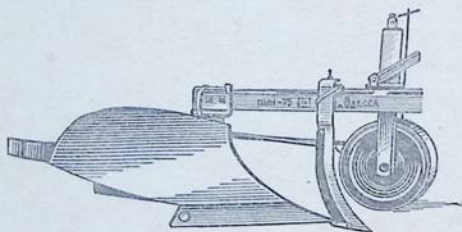


Рис. 72. Плуг кустарниково-болотный.



Рис. 73. Тяжелая дисковая борона с вырезными дисками.

Почвы, где встречаются погребенные древесные остатки и нет мощной дернины, обрабатывают тяжелыми дисковыми боронами (рис. 73).

В северных районах лучшим сроком основной обработки осушенных торфяно-болотных и заболоченных почв для культур весеннего сева будет предшествующее лето, а в более южных районах — ранняя осень.

Поздняя вспашка не создает условий для разложения дернины и снижает урожай сельскохозяйственных культур. Через 2—3 недели после вспашки применяют дискование тяжелыми боронами. Хорошо разложившиеся торфяники можно дисковать весной. На второй, а иногда и на третий год для основной обработки применяют болотную фрезу или тяжелые дисковые бороны, так как плугом можно вывернуть на поверхность неразложившуюся дернину, жизнеспособные семена и почки естественной растительности.

Чтобы уплотнить очень рыхлый пахотный слой и достичь лучшего его смыкания с подпахотным слоем, применяют прикатывание. Для прикатывания торфяных почв используют тяжелые водоналивные катки, а на минеральных — легкие трехзвенные.

Закочкаренные болотные почвы без древесных остатков первый раз лучше обрабатывать фрезой, а в дальнейшем плугом с предплужниками или чередовать с фрезерованием.

Для усиления биологической активности осваиваемых торфяников и увеличения содержания в них микроэлементов необходимо вносить навоз, минеральные и бактериальные удобрения.

Пойменные связные земли при достаточной мощности перегнойного горизонта можно обрабатывать плугом с предплужниками. Почвы с маломощным перегнойным горизонтом сначала дискуют, а затем проводят глубокое безотвальное рыхление. На пойменных участках с большим увлажнением применяют рыхление подпахотного слоя почвоуглубителями или кротовыми плугами.

В нечерноземной полосе значительную площадь занимают низинные луговые участки разной степени увлажнения. Природная растительность на таких землях может быть уничтожена обработкой

плугом с предплужниками. При перегнойном горизонте небольшой мощности на плуг монтируют почвоуглубители. Предварительно продискованную дернину хорошо заделывают плуги с винтовыми отвалами. Сроки вспашки устанавливают в зависимости от рельефа участка. Тяжелые и сильно увлажненные почвы пахут раньше других, чтобы лучше разложилась дернина. Избыточно увлажненные почвы надо дополнительно обрабатывать кротовыми или безотвальными плугами. На таких участках применяют узкозагонную вспашку с расположением загона наискосок или вдоль склона. В отдельных случаях окуликами проводятся специальные борозды.

Предпосевная обработка состоит из дискования, боронования и прикатывания.

При освоении торфяно-болотных почв можно возделывать озимые рожь и пшеницу, ячмень, картофель, кукурузу, многолетние травы и ряд других культур.

При современной технической вооруженности колхозов и совхозов и при полном соблюдении комплекса агротехники на хорошо осушенных торфяниках низинного типа уже в первый год освоения можно получать с каждого гектара по 20—25 ц зерновых, 200—300 ц картофеля и сахарной свеклы, 200—500 ц кукурузы и капусты.

Обработка земель из-под леса и кустарников. Земли из-под лесных вырубок, как правило, имеют маломощный перегнойный горизонт (5—7 см), под которым находится подзол. Способы освоения таких участков зависят от величины лесной подстилки и особенностей перегнойного горизонта. При мощной лесной подстилке полезна более глубокая вспашка. Заделанная на некоторую глубину лесная подстилка может служить своеобразным дренирующим материалом. Почвы со слабо выраженным дерновым горизонтом и незначительной лесной подстилкой обрабатывают дисковыми орудиями с последующим более глубоким рыхлением почвы безотвальными орудиями. Для удаления остатков древесной растительности (корней, сучьев и т. д.) и для выравнивания участков используют корчевальную борону (рис. 74), которая представляет собой треугольную раму с зубьями из обрезков рельса. Затем участки с малой мощностью дернового слоя дискуют. При этом растительные остатки размельчаются и лучше перемешиваются с минеральной частью почвы. Одновременно с основной обработкой почв из-под лесной растительности необхо-

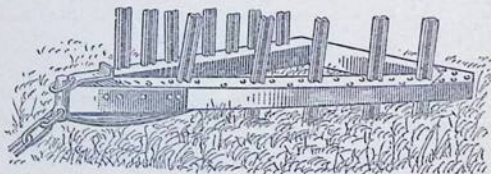


Рис. 74. Корчевальная (рельсовая) борона.

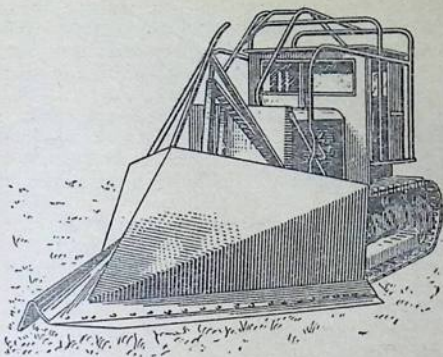


Рис. 75. Кусторез.

димо вносить достаточное количество удобрений и извести для их окультуривания. Весной на этих землях проводят предпосевную обработку, состоящую из боронования, дискования и прикатывания.

Для очистки закустаренных земель применяют химические меры (аборициды) и механическое удаление кусторезом (рис. 75).

Расположенный впереди трактора кусторез срезает деревья почти вровень с поверхностью почвы. Крупную древесину используют в хозяйстве, а мелкую собирают в кучки и сжигают на месте. Золу используют для удобрения и понижения кислотности почвы.

После кустореза почву обрабатывают корчевальной бороной, которая выворачивает пни, камни, древесину и хорошо разрыхляет почву. Затем почву дискуют и пахут кустарниковым плугом.

Кустарники высотой 1,5—2 м с диаметром ствола до 5—7 см запахивают кустарниковыми плугами, которые могут работать на глубину 25 см. Чтобы не допустить сильного оседания почвы после посева, ее прикатывают. Запаханный кустарник способствует лучшей аэрации почвы и, постепенно разлагаясь, увеличивает в почве количество питательных веществ.

Вспашка под посев яровых следующего года проводится в середине лета, а под посев озимых текущего года — в начале лета. Глубину вспашки устанавливают с учетом мощности перегнойного горизонта и необходимости заделки кустарника. При выпашивании подзолистого или глеевого горизонта необходимо до дискования внести фосфоритную муку и органические удобрения. Перед посевом почву дискуют, не допуская выворачивания запаханных кустарников и дернины.

В последующие годы до окончательного разложения запаханных кустарников почву обрабатывают дисковыми орудиями, а после

перегнивания растительных остатков — плугами с предплужниками. На почвах с маломощным дерновым слоем кустарники обычно не запахивают, а удаляют кусторезом. В последующие годы обработка сводится к рыхлению рельсовой бороной и дискованию. Перед посевом такие участки дискуют и боронуют.

Обработка почвы при освоении малопродуктивных суходольных участков. Система обработки на суходольных участках, не заросших кустарником, дифференцируется в зависимости от мощности дернового слоя и перегнойного горизонта, а также от степени оподзоленности почвы.

Почвы легкого механического состава со слабо выраженным подзолистым горизонтом обрабатывают глубже дернового слоя, физические свойства вывернутой прослойки слабо оподзоленного крупнозернистого горизонта заметно не ухудшают водно-воздушного и пищевого режимов почвы.

Глинистые и тяжелые суглинистые почвы, где подзолистый горизонт сильнее выражен, обрабатывают на глубину перегнойного горизонта. В зависимости от глубины этого горизонта пахут плугом с предплужниками или без них. Для увеличения мощности пахотного слоя применяют плуг с почвоуглубителем. На участках с маломощным перегнойным горизонтом для обработки применяют мелкорыхлящие дисковые орудия с последующим углублением безотвальными плугами. На полях, где много пырея или других корневищных сорняков, дискование следует повторять, чтобы воспрепятствовать приживанию новых побегов из вегетативных почек.

На почвах с мощным перегнойным горизонтом для уничтожения пырея можно применить метод душения проростков, который был описан ранее. Сроки обработки почвы зависят от ее механического состава и степени увлажнения. В самые ранние сроки обрабатывают тяжелые почвы.

Под озимые культуры обработку почвы начинают весной, а под яровые — ранней осенью.

Под вторую культуру основную обработку надо проводить так, чтобы не выворачивать еще не разложившейся дернины, то есть отвальными или дисковыми лущильниками. По мере же создания мощного окультуренного пахотного слоя можно применять культурную вспашку плугом с предплужниками.

Чтобы не допустить развития эрозии почвы, крутые склоны следует распахивать поперек склона полосами шириной 30—60 м, чередуя с нераспаханными шириной 15—20 м. Через 2—3 года после освоения первой группы полос приступают к распахке остальных участков.

ОБРАБОТКА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Вновь осваиваемые целинные и залежные земли в лесостепных и степных восточных и юго-восточных районах обладают, как правило, высоким естественным плодородием. В них много органиче-

ского вещества, они имеют хорошие физические свойства и чисты от сорняков.

Содержание органических остатков, количество перегноя в почве, ее физико-химические свойства резко меняются в зависимости от возраста залежи, состава растительности, мощности дернины. Меньше органических остатков на бурьянистой залежи, больше на пырейно-острецовой и еще больше на землях центральной поймы.

Однако огромный запас питательных веществ, который содержат целинные и залежные земли до их освоения, находится в недоступном для растений состоянии — в форме органического вещества. Объясняется это значительным уплотнением верхнего слоя почвы, слабо выраженной воздухо- и водопроницаемостью и слабой деятельностью микроорганизмов.

Сильное иссушение старозалежных почв также является причиной недостаточной их производительности до освоения. Правильная обработка этих земель состоит прежде всего в том, чтобы хорошо заделывать дернину и лишить ее жизнеспособности, придать рыхлое строение пахотному слою, предупредить развитие эрозии и распространение сорняков.

В восточных районах имеются обыкновенные и южные черноземы, темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы, иногда с наличием солонцов. Земли одного и того же генетического типа различаются по мощности дернового слоя. Мощной дерниной обладают обыкновенные и южные черноземы; слабое задержание имеют почвы легкого механического состава.

Наиболее эффективными приемами обработки пласта этих земель в большинстве случаев будет вспашка плугом с предплужниками весной и в начале лета. В рано вспаханной дернине активно протекает микробиологическая деятельность, накапливаются питательные вещества и влага.

Поздняя вспашка совпадает с понижением температуры и не способствует развитию микробиологических процессов, в результате чего посевы культурных растений весной могут испытывать голодание.

Глубина вспашки должна быть такой, чтобы можно было хорошо заделывать дернину и одновременно вывернуть на поверхность структурный слой почвы, менее связанный корнями.

При мелкой вспашке задернелых почв пласт очень плохо крошится, оборачивается не полностью, в пахотном слое остается много крупных пор, усиливающих дальнейшее иссушение почвы. Мелкая вспашка способствует быстрому распространению сорняков. Для разделки такой пашни приходится применять много дополнительных приемов обработки, уплотняющих и распыляющих почву. Поэтому при достаточной мощности перегнойного горизонта пахать следует на глубину не менее 25 см.

Почвы с небольшим перегнойным горизонтом пахут на глубину его залегания или с почвоуглублением без выворачивания на поверхность менее плодородного слоя.

После вспашки поверхность пашни должна быть выровнена по горизонтали или по диагонали пластов.

Дальнейшая обработка состоит из повторных культиваций орудиями со стреловидными лапами или лемешными луцильниками. Количество культиваций или луцений устанавливают в зависимости от почвенных сорняков.

При обработке залежных земель большое значение имеет прикатывание почвы вслед за вспашкой. Главное его назначение состоит в том, чтобы сохранить влагу путем уменьшения газообмена, раздробить комки и выровнять пашню.

Для прикатывания лучше использовать колчатые или гладкие катки с рыхлением поверхности легкими боронами.

Многолетняя практика земледелия показала, что там, где в первый год применяли высококачественную вспашку с хорошей заделкой растительных остатков и где поля не засорены многолетними сорняками, на второй год можно ограничиться только поверхностной обработкой или глубоким рыхлением. При такой обработке запаханная дернина останется в глубине пахотного слоя, а пожнивные остатки убранный культуры будут способствовать задержанию снега на полях. На почвах, подверженных ветровой эрозии, полезно применять культиваторы-плоскорезы или лемешные луцильники со снятыми отвалами, которые значительно лучше сохраняют стерню, чем дисковые луцильники.

На быстро уплотняющихся, а также на солонцеватых почвах и солонцах желательно сочетание мелких обработок с безотвальными рыхлениями на глубину 20—25 см и более. Повторение мелких обработок по годам зависит от состояния полей и прежде всего от их засоренности. При появлении сорняков необходимо применять глубокие обработки с предпахотными и послепахотными луцениями.

Из всех изучавшихся систем обработки целинных и залежных земель в Поволжье лучшими оказались те, при которых в первый год проводилась вспашка на глубину 30 см, а в последующие годы — безотвальная обработка и обычная вспашка. При ежегодной вспашке на глубину 22 см органические вещества быстро минерализовались и ухудшались физические свойства почвы.

Обработка почвы в первый год только луцильниками резко снижает урожай.

Наиболее полное использование плодородия залежных земель может быть достигнуто при освоении всего комплекса агротехнических мероприятий.

В лесостепной и степной зонах нашей страны имеются поймы больших и малых рек. Эти почвы обладают значительной мощностью берегового горизонта, имеют хорошую структуру. Устойчивый водный режим в весенний период создается паводковыми водами, а летом — близким стоянием грунтовых вод.

Рельеф центральной поймы ровный и вследствие этого удобный для освоения и механизации производственных процессов. На поймах обычно образуется мощная дернина. Поэтому задача обработки

таких земель состоит прежде всего в уничтожении растительности и горючих растений пашки. Для этого и в осеннюю и в весеннюю пору рубят и скашивают растительность и горючие растения машинами. После очистки от растительности проводят вспашку кустерниковыми или боротными плугами на 25—30 см и более. Если крупных древесных растительных остатков нет, можно использовать плуги с предплужниками.

Пойменные земли, сильно заросшие деревьями, целесообразно пахать плугами без предплужников. Надземная часть деревьев, остающаяся не заделанными по стволам пашкой и иногда отсыревшая снова, можно уничтожить дискованием. Такие земли обычно пахнут в сухое время года.

Участки поймы, где наблюдается быстрое течение воды, после вспашки по мере отрастания растительности дискуруют, способствуя оседанию почвы до наступления зимы. На почвах легкого механического состава увеличивается опасность смыва пахотного слоя.

Сроки вспашки следует согласовывать с особенностями затопления. Если пойменный участок не подвержен смыву, его можно пахать осенью, а если он подвергается смыву, пахать надо весной после схода паводков. Так же как и на суходольных землях, при сильном задержании почвы перед вспашкой участка необходимо продисковать вдоль и поперек. Если при основной вспашке почва плохо разрыхлена, желательно применить дискование с боронованием или культивацию с боронованием. После вспашки весной немедленно проводят боронование и посев.

Практика колхозов и совхозов показывает, что на пойменных землях более рационально возделывать овощи и картофель; здесь хорошо удаются просо и кукуруза. Если пойма затопляется на непродолжительное время (5—7 дней), на ней можно выращивать яровую пшеницу. На пойменных землях можно возделывать также подсолнечник, сахарную свеклу, смеси бобовых с овсом, суданскую траву и сорго, костер безостый или смесь его с люцерной.

При хорошей основной и предпосевной обработке почвы, применении удобрений и тщательном уходе за посевами на пойменных землях можно получать высокие и устойчивые урожаи.

Опыт показывает, что после коренного улучшения пойменных земель (распашка и посев однолетних культур и многолетних трав) продуктивность их возрастает в несколько раз.

На одном из участков учебно-опытного хозяйства Куйбышевского сельскохозяйственного института до коренного улучшения получали от 8 до 12 ц корма из плохого разнотравья, а в настоящее время собирают до 45 ц хорошего злаково-бобового сена, состоящего из смеси люцерны, костра безостого и лисохвоста.

На Безенчукской опытной станции в 1939—1942 и 1946—1952 гг. пойменные участки распахивали в августе — сентябре, а дисковали весной. На участках высокого уровня со сроком затопления до 18 дней урожай кукурузы составил 221 ц зеленой массы с гектара,

чипы с овсом и гороха с овсом — 20—24,2 ц сена, проса — 22,5 ц зерна. На участках среднего уровня со сроком затопления до 30—60 дней при менее благоприятных условиях в отдельные годы урожай картофеля достигал 126,3 ц, а канусты — 199,4 ц с гектара.

До освоения чийменских земель необходимо иметь план их использования. Мелиоративные и агротехнические работы на этих землях должны быть экономически обоснованы. Бессистемная распашка природных угодий может нанести трудно поправимый ущерб хозяйству.

В юго-восточных районах европейской части СССР под сельскохозяйственные посевы используются *падинные земли*. Эти почвы достаточно плодородны, так как они дополнительно увлажняются талыми водами, а иногда и ливневыми дождями. Обработку пашенных земель начинают в летне-осенний период. При весенней вспашке этих земель урожай сельскохозяйственных культур снижается.

На пашнях распространены главным образом корнеотпрысковые сорняки. Глубокая зяблевая вспашка с предварительным одно-двукратным лущением — важное средство борьбы с этими сорняками. Немаловажное значение она имеет и для накопления влаги в корнеобитаемом слое почвы. При мощном перегнойном слое надо пахать на 27—30 см. Если его мощность недостаточна, следует проводить вспашку с почвоуглубителями, не выворачивая подстилающих глини.

В районах Волго-Ахтубинской поймы и дельте Волги имеется много так называемых *послепадовых земель*. Это необвалованные участки, на которых не применяется правильное орошение. Когда паводок с этих земель сойдет, на них можно возделывать овощи, просо, горчицу и кормовые культуры. Для посева лучше использовать прирусловые гривы и ровные возвышенные участки, которые раньше освобождаются после разлива. Так как эти земли очень засорены, особенно горчаком, перед их глубокой вспашкой следует провести 1—2 лущения.

Весной такие земли обрабатывают лемешными орудиями без отвалов или чизель-культиваторами с одновременным боронованием. Для уменьшения испарения обработку и посев проводят выборочно, по мере поспевания отдельных участков массива.

Глава XV

ОБРАБОТКА ПОЧВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОДНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ И БОРЬБА С НЕЙ ПРИЕМАМИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Эрозией называется разрушение почвы струями и потоками талых, дождевых и ливневых вод или ветром. Во время водной эрозии происходит смыв и размыв почвы, в результате чего образуются овраги. При ветровой эрозии из почвы выдувается мелкозем и возникают так называемые черные бури.

На поверхности любого поля имеются понижения и возвышения. В последних собираются атмосферные осадки и весенние талые воды, образующие крупные ручейки, которые, размывая поверхность, создают различные по величине промоины.

На склонах, где не проводятся противоэрозионные мероприятия, смывается перегнойный горизонт почвы. Вода растворяет и выносит из почвы элементы питания растений, а также мелкие почвенные частички, то есть наиболее плодородную часть пахотного слоя.

Водная эрозия наблюдается везде, где есть нерегулируемый поверхностный сток. Только в европейской части СССР около 30 млн. га повреждено эрозией, в том числе около 10 млн. га почва относится к средне- и сильноэродированным (С. С. Соболев).

При смыве почвы уменьшается мощность перегнойного горизонта, ухудшаются физические свойства почвы — понижается водопроницаемость и увеличивается испарение воды, что создает предпосылки для усиления почвенной засухи. При сильном развитии эрозии территория становится непригодной для сельскохозяйственного использования.

Весной с полей стекает огромное количество талой воды. Если эту воду задерживать на полях, то можно было бы получить дополнительно большое количество продуктов растениеводства.

Просачивание воды в почву определяется условиями внутреннего и внешнего порядка. К *внутренним факторам* относится строение и мощность пахотного слоя, структурные особенности почвы и степень насыщения почвенных пор водой во время замерзания почвы.

Основным природным фактором развития эрозии является рельеф — крутизна и длина склонов, их форма.

При правильной основной обработке почвы каждая борозда и каждый гребень пашни оказывают влияние на регулирование стока талых вод и тем самым способствуют уменьшению эрозии почвы.

Уменьшение стока воды на вспаханных полях объясняется прежде всего тем, что при глубокой вспашке почвы образуется сеть некапиллярных промежутков и более крупных капиллярных пор, которые полностью или частично остаются свободными ото льда, что обуславливает возможность проникновения талой воды в неоттаявшую почву.

К числу эффективных приемов борьбы со стоком талых вод на склонах до $1-1,5^\circ$ относится глубокая обработка почвы, способы которой дифференцируются в соответствии с рельефом обрабатываемой площади. На нижней присетевой части склонов положительный результат в регулировании стока дает вспашка на глубину гумусового горизонта с рыхлением подпахотного слоя почвоуглубителями. Здесь может быть полезна безотвальная вспашка, при которой увеличивается водопроницаемость почвы. На приводораздельных территориях с меньшим уклоном, где почвы менее смыты, а гумусовый горизонт мощный, следует применять вспашку на полную глубину.

Исследования, проведенные на Безенчукской опытной станции и в Саратовской области (П. К. Иванов), в Башкирской АССР (С. Н. Тай-

чинов), Воронежской (В. В. Квасников), Сумской (Г. К. Богачук), Херсонской (С. Д. Лысогоров) и в других областях, показали, что на полях, где зяблевая вспашка проводилась на глубину до 30—32 см, запас влаги в почве увеличился на 20—30 мм вследствие уменьшения поверхностного стока.

При глубокой вспашке сокращается смыв почвы и повышается урожай зерновых культур на 2—3 ц с гектара.

К *внешним условиям*, способствующим лучшему просачиванию воды в почву, относятся микрорельеф поверхности поля и характер снежного покрова. Поэтому направление и глубина вспашки имеет большое значение для регулирования весеннего стока и борьбы с эрозией почв. Почву на склонах 1—1,5° и больше следует пахать поперек склона — перпендикулярно к направлению стока воды.

Поля со сложными склонами надо разбивать на части и в соответствии с направлением и крутизной склонов для каждой из них определять противоэрозионную пахоту.

По данным Научно-исследовательского института земледелия имени В. В. Докучаева, при вспашке вдоль склона было смыто 24,3 м³ почвы с гектара, а при вспашке поперек — только 2,9 м³ (И. А. Скачков).

Исследования Донского научно-исследовательского института сельского хозяйства (Е. В. Грызлов, 1963—1965) показали, что наименьший весенний сток воды (18,5 мм) и смыв почвы (0,14 т с гектара) наблюдается на полях, вспаханных поперек склона и имеющих гребнистую поверхность, а наибольший — на полях, вспаханных вдоль склона (сток 68,1 мм, смыв 2,14 т с гектара).

На склонах 2—2,5° и больше следует применять специальные водозадерживающие приемы обработки почвы.

На односкатных и ровных склонах при сравнительно поздней зяблевой обработке рекомендуется гребнистая вспашка обычным плугом с одним удлиненным до 40—45 см отвалом (рис. 76). Этот

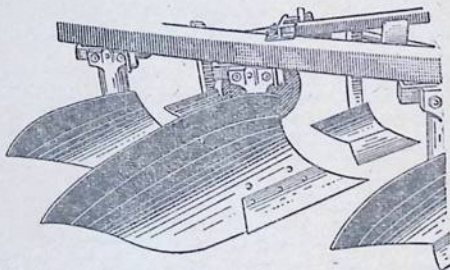


Рис. 76. Удлиненный отвал, установленный к корпусу навесного плуга ПН-4-35.

отвал отбрасывает пласт на предыдущий, в результате чего на пашне образуются валики высотой 10—12 см и открытые борозды, в которых задерживается вода.

При обработке четырехкорпусным плугом валики и борозды образуются через 140 см, а при работе пятикорпусным плугом — через 175 см.

Однако на сложных склонах валики и борозды иногда располагаются вдоль уклона и вода будет стекать в пониженные части. Когда вода переполнит борозду в «котловане», валик прорвется и вода устремится вниз по склону. Это вызовет прорыв и ниже лежащих валиков и может повести к образованию промоины на пашне. То же может произойти и на ровном склоне в случае значительного накопления талой воды.

Чтобы избежать таких явлений, надо применять ячеистое обвалование. Его создают плугом с удлиненным отвалом последнего корпуса в сцепе с валикоделателем. При этом задний корпус плуга делает валики, направленные поперек склона, а валикоделатель образует валики-перемычки.

На пашне получают площадки размером 1,4×2,3 м, замкнутые валиками с четырех сторон, препятствующие стоку воды в любом направлении.

В Институте земледелия центрально-черноземной полосы имени В. В. Докучаева на пашне с ячеистым обвалованием весной содержалось влаги на 20—30 мм больше по сравнению с обычной пахотой, сток талых вод уменьшился в 2—4 раза, а урожай яровых зерновых культур повысился на 2—3 ц с гектара.

На полях ранней зяблевой обработки добавочные емкости для удержания талой воды на склонах 2—2,5° и больше следует создавать дополнительной позднеосенней обработкой. Для одностатных и ровных склонов рекомендовано поперечное бороздование или обвалование пашни, а для двустатных и неровных склонов — перекрестное бороздование и позднеосеннее лункование.

Поперечное бороздование можно выполнить тракторными культиваторами с заменой экстирпаторных лап рабочими органами окучников КОН-2,8. Первый проход культиватора, вдоль склона, образует продольные борозды, а второй, поперек склона, дает перекрестное бороздование.

Для позднеосеннего лункования следует использовать дисковые лункообразователи ЛОД-10.

Для образования на поверхности поля земляных перемычек и лунок Украинский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства разработал образцы перемычкоделателя и лункообразователя.

Перемычкоделатель (рис. 77) представляет трехлопастную крыльчатку, свободно вращающуюся на оси. Перед вспашкой с предпоследнего корпуса плуга снимают отвал. При работе этот корпус подрезает почву, но не отбрасывает. Идущий сзади корпус с отвалом набрасывает на него новый пласт и образует валик и борозду. Перемычко-

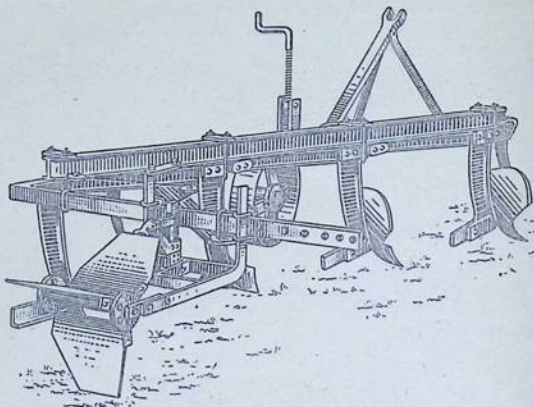


Рис. 77. Перемычкоделатель для прерывистого бороздования конструкции Алиева.

делатель, передвигаясь по борозде, своими лопастями сгребают почву и образует поперечные валики (перемычки).

Водозадерживающий микро рельеф можно создать прицепным или навесным плугом, на котором смонтирована одна секция лункообразователя ЛОД-10 (рис. 78). При работе такого агрегата на пашне создаются ячейки (лунки) вследствие периодического заглубления в почву сферических дисков, эксцентрично установленных на квадратной оси.

Всесоюзный научно-исследовательский институт сахарной свеклы (И. И. Белозер, 1962—1965) пришел к выводу, что при вспашке плугом с перемычкоделателем на поверхности поля создаются корытообразные лунки, вмещающие на склоне в 9° до 320 м^3 воды на 1 га.

При вспашке с дисковым лункообразователем на поверхности создаются ромбообразные лунки, в которых вмещается 273 м^3 воды на гектар.

Наиболее эффективной оказалась вспашка с перемычкоделателем и одновременным углублением дна борозды. При такой вспашке на склоне в 9° мощность снежного покрова к концу зимы увеличивается на 3—9 см и весенний запас воды на 30—47 мм, смыв почвы уменьшается в 3,7 раза, а урожай сельскохозяйственных культур (овес, горох) повышается на 2,5—4,5 ц с гектара по сравнению с обычной вспашкой поперек склона.

На смытых почвах, где мощность перегнойного горизонта меньше 20 см, вместо вспашки следует применять глубокое безотвальное рыление. При этом почва легко поглощает талые воды весной. Приме-



Рис. 79. Напашные террасы после четырехкратной односторонней вспашки полос.

или печетные корпуса имеют удлиненный отвал, то получаются два гребня и две борозды (гребневая вспашка).

Если такому плугу придать два перемычкоделателя, то дополнительно образуются поперечные валики. При этом поверхность почвы будет состоять из ячеек, в которых задерживается вода (ячеистая вспашка).

При возделывании пропашных культур наряду с обычными применяют специальные приемы ухода за посевами, увеличивающими водопроницаемость почвы и поглощение ею воды.

Сюда относятся щелевание и прерывистое бороздование междурядий. Щели нарезают одновременно с культивацией междурядий. На держателях рабочих органов культиватора устанавливают дополнительную лапу-рыхлитель для рыхления почвы на глубину до 20 см.

Сущность прерывистого бороздования междурядий пропашных культур состоит в том, что поперек склона нарезают борозды культиватором, у которого вместо стрельчатых лап устанавливают лапы с двухсторонним отвалом и с одним перемычкоделателем. Расстояние между перемычками устанавливают в зависимости от крутизны склона от 10 до 15 м.

ОБРАБОТКА ПОЧВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ

Ветровая эрозия почвы ежегодно наносит большой ущерб сельскому хозяйству степных районов нашей страны.

По данным Почвенного института имени В. В. Докучаева, северная граница проявления ветровой эрозии проходит по линии Кишинев — Харьков — Саратов — Куйбышев — Челябинск — Петропавловск — Новосибирск. На огромных пространствах, расположенных

к югу от этой границы, почвы в той или иной степени подвергаются ветровой эрозии. Ветровая эрозия в большей степени проявляется на супесчаных и легкосуглинистых почвах, которые особенно распространены в Павлодарской, Кустанайской, Семипалатинской, Актюбинской и Уральской областях. При неправильной обработке полей ветровая эрозия приносит вред также на карбонатных черноземах и каштановых почвах Целиноградской, Кустанайской, Карагандинской, Кокчетавской и некоторых других областей Казахской ССР.

Ветровая эрозия наблюдается в Алтайском крае, Башкирской АССР, Поволжье, Краснодарском и Ставропольском краях и в ряде других районов нашей страны.

Основной причиной ветровой эрозии является несовершенство обработки почвы — вспашка с заделкой стерни и применение дисковых лущильников.

Стерня зерновых культур уменьшает скорость ветра на поверхности поля и способствует накоплению снега, что предохраняет почву от глубокого промерзания, а также эрозии в зимний и весенний периоды.

На полях без стерни почва оттаивает примерно через 5—7 дней после схода снега, что усиливает сток талых вод. Открытая почва под влиянием ветров быстро теряет влагу.

Для глубокой обработки почвы с сохранением стерни на поверхности применяют плоскорезы-глубококорыхлители ПГ-2-150 (рис. 80). Для неглубокой обработки почвы с оставлением стерни применяют культиваторы-плоскорезы (рис. 81).

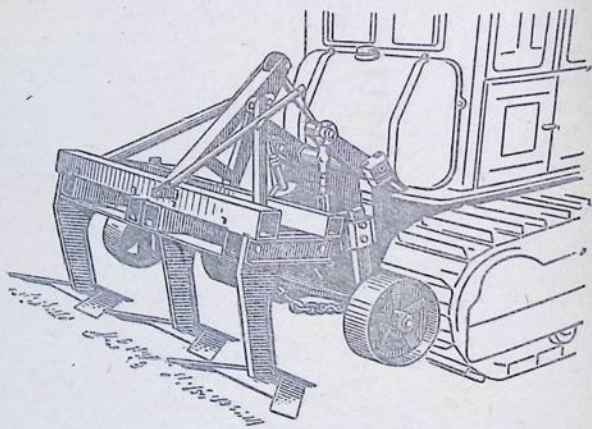


Рис. 80. Навесной плоскорез-глубококорыхлитель ПГ-2-150.

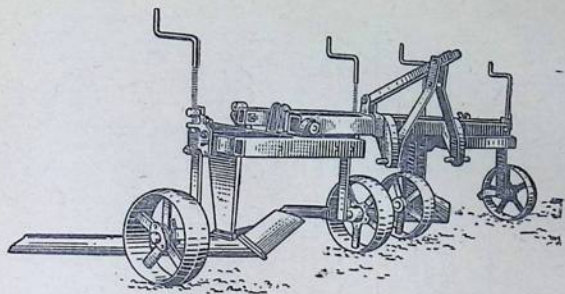


Рис. 81. Навесной культиватор-плоскорез КП-2-250.

По данным Всесоюзного института зернового хозяйства (А. И. Бараев), в среднем за 5 лет (1958—1962) на вспаханных полях высота снежного покрова составила 25,8 см, а на полях, обработанных плоскорезами, — 39,4 см (табл. 30). Это дало возможность получить прибавку урожая зерна яровой пшеницы от 1,5 до 2 ц с гектара.

Таблица 30

Влияние способа обработки почвы на накопление снега на полях

Способ обработки	Глубина слоя снега на 10-е число каждого месяца (см)			
	декабрь	январь	февраль	март
Вспашка	5,8	11,2	23,8	32,2
Осеннее лущение дисковым лущильником	10,0	14,2	29,0	35,6
Осеннее рыхление плоскорезами-рыхлителями	16,7	23,8	35,8	42,9
Без осенней обработки (стерня)	21,1	28,5	37,3	45,1

Многочисленные исследования, проведенные в последние годы в Зауралье, Сибири и Казахстане, показали, что на землях, чистых от сорняков и несильно уплотненных, после зерновых, которые высеивались по чистому пару, а также после хорошо обработанных пропашных и по обороту пласта многолетних трав осеннюю обработку почвы под яровые культуры можно ограничить лущением жнивья.

На уплотненных почвах необходимо дополнительное безотвальное рыхление на глубину пахотного слоя. На засоренных землях после безотвальной обработки увеличивается засоренность полей.

Многолетний опыт земледелия степной и лесостепной зоны Сибири и Казахстана показывает, что наиболее высокие урожаи яровой пшеницы дает при посеве ее по чистым парам. Однако эффективность

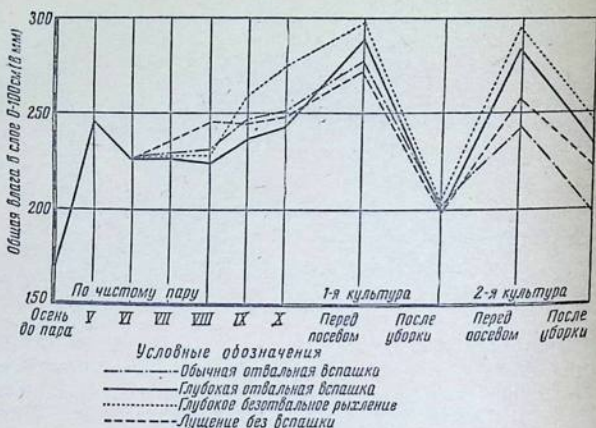


Рис. 82. Динамика общей влаги в паре и в последующие годы в зависимости от способа обработки парового поля.

чистых паров определяется приемами их обработки. Установлено, что основную обработку надо проводить весной — по типу раннего пара.

Преимущество раннего пара состоит в задержании снега стерней и увеличении запасов воды весной по сравнению с парами, вспахан-ными осенью. Кроме того, если вспашка пара будет перенесена на весенний период, полевые работы распределяются более равномерно.

Исследования опытных учреждений и передовая практика земледелия Северного Казахстана и Западной Сибири показали, что в условиях проявления ветровой эрозии чистые пары надо обрабатывать безотвальными орудиями типа плоскорезов. При этом удастся сохранить на поверхности пожнивные остатки в течение всего периода парования и облегчить их полезное влияние на водный режим почвы и урожай яровой пшеницы.

Безотвальная обработка пара создает лучшие условия для поглощения и сохранения зимних и весенне-летних атмосферных осадков (рис. 82).

Для уничтожения сорняков безотвальную обработку пара следует проводить на глубину до 30 см.

Для поверхностной обработки чистых паров также используют плоскорезные почвообрабатывающие орудия.

После уборки предшествующей культуры осенью почву следует обрабатывать культиваторами-плоскорезами на глубину 8—10 см. В период парования обработку повторяют теми же орудиями по мере

отрастания сорняков с постепенным углублением до 16—18 см. В августе или начале сентября необходимо провести основную обработку пара глубокорыхлителями или безотвальными плугами на полную глубину (25—27 см). На поверхности почвы при такой обработке сохраняются пожнивные остатки, защищающие почву от выдувания. Предпосевную культивацию проводят незадолго до посева.

На паровых полях с легкими почвами надо применять только плоскорезы. Дисковые орудия здесь используются только для мелкой обработки, с целью уничтожения сорняков.

В борьбе с ветровой эрозией в Северном Казахстане и Западной Сибири немалую роль играют стерневые кулисы при обработке почвы дисковыми луцильниками. Для этого в середине луцильника снимают 6—8 дисков, чтобы после каждого прохода орудия оставалась полоса стерни шириной 90—100 см. Наблюдения Всесоюзного института зернового хозяйства показали, что этот способ накопления снега не уступает обработке с сохранением стерни на всем поле. В одном из опытов снежный покров на поле с необработанной стерней к концу зимы был 43,4 см, а на взлущенном поле с оставлением стерневых кулис — 40,2 см. Так как при стерневых кулисах снег лежит плотнее, запасы воды в снеге на лущеной стерне были больше, чем на необработанной. В то же время при обычной зяблевой обработке толщина снежного покрова составила лишь 23,7 см.

Для достижения наиболее высокой эффективности приемов по борьбе с водной и ветровой эрозией их надо применять комплексно с учетом особенностей возделываемых культур, состояния полей и степени окультуренности почвы.

Глава XVI

ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ МОЩНОГО ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ

ПРИЕМЫ УГЛУБЛЕНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ, СЕРЫХ ЛЕСНЫХ И ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ

Одной из задач обработки почвы является создание глубокого культурного пахотного слоя. Выполняется эта задача применением различных принципов и приемов обработки почвы в соответствии с особенностями каждой почвенно-климатической зоны.

В настоящее время известно несколько способов углубления пахотного слоя почвы:

1) припахивание нижележащего слоя почвы с выносом его на поверхность. Для такой обработки используют обычный плуг с предплужниками на глубину до 30 см или плантажный плуг на большую глубину;

2) полное оборачивание пахотного слоя с одновременным рыхлением части подпахотного. Для этого применяют плуги с почвоуглубителями (рис. 83) или с вырезными отвалами (рис. 84), оборачивающими верхний слой и рыхлящие без оборачивания нижнюю часть обрабатываемой почвы;

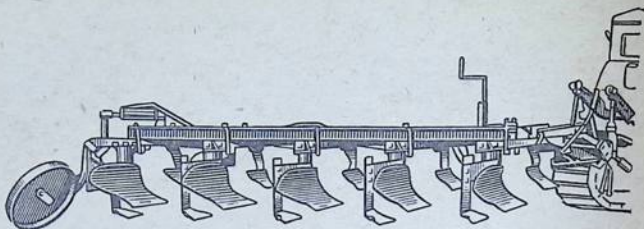


Рис. 83. Пятикорпусный плуг с предплужниками и почвоуглубителями.

3) рыхление почвы на установленную глубину без оборачивания плугом без предплужников и без отвалов;

4) взаимное и полное перемещение двух или трех смежных слоев почвы с одновременным их оборачиванием специальными ярусными плугами различных конструкций.

Мощный пахотный слой можно создать однослойной, двухслойной и трехслойной обработкой почвы. Однослойная обработка включает приемы с оборачиванием или без оборачивания почвы, но без перемещения различных по глубине слоев почвы, например рыхление плугом Т. С. Мальцева, чизель-культиватором, глубокорыхлителем-плоскорезом (без оборачивания почвы) и плантажным плугом (с оборачиванием почвы).

Двухслойную глубокую обработку выполняют обычным плугом с предплужниками, плугом с вырезными отвалами (корпусами), плугом с почвоуглубителем или двухъярусными плугами Утей и Чикалики.

Для трехслойной обработки применяются трехъярусные плуги Мосолова — Ботова, Дальского и Чикалики.

Трестьярусный плуг Мосолова — Ботова оборачивает верхнюю часть обрабатываемой почвы с оставлением ее на месте, средняя часть почвы перемещается на дно борозды, а нижняя в середину (рис. 85). Плуг Дальского верхнюю часть пахотного слоя сбрасывает вниз, нижнюю помещает в середину, а среднюю выносит наверх.

Плуг Чикалики верхнюю часть пахотного слоя перемещает вниз, средняя после оборачивания остается на месте, а нижняя поступает наверх.

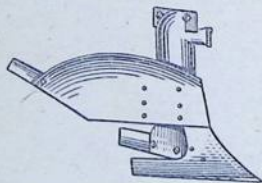


Рис. 84. Корпус с вырезным отвалом.

Основным приемом углубления пахотного слоя дерново-подзолистых почв является постепенная припашка некоторой части подзолистого горизонта с последующим перемешиванием его с перегнойной частью. Толщина припашиваемой части подзола зависит от окультуренности почвы, мощности ее перегнойного и подзолистого горизон-

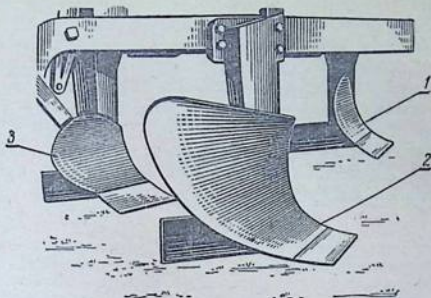


Рис. 85. Трехъярусный плуг Мосолова — Ботова:
1 — корпус первого яруса; 2 — корпус второго яруса;
3 — корпус третьего яруса.

тов, а также от механического состава почвы. Обычно оно составляет пятую часть мощности исходного пахотного слоя. При углублении пахотного слоя обязательно вносят органические и минеральные удобрения, а также известь. На почвах легкого механического состава используют сидераты (люпин).

Вывернутый подзол перемешивают с перегнойной частью пахотного слоя, органическими удобрениями и известью во время весенней перепашки зяби.

На почвах временно избыточного увлажнения — глеевых и глееватых — хорошие результаты дает углубление пахотного слоя плугами с почвоуглубителями (П-3-30П) или плугами с вырезными отвалами (П-3-30-V). В том и другом случае подзолистый слой рыхлится, но остается на месте.

Плуги с вырезными отвалами рыхлят почву на всю ширину захвата плуга, а почвоуглубительные лапы лишь среднюю часть борозды. При работе плуга с вырезными отвалами часть верхнего слоя почвы поступает в нижний (просыхает через вырезы) и улучшает его свойства. В обоих случаях в разрыхленный нижний слой лучше проникает воздух, повышается жизнедеятельность микроорганизмов и улучшается питание растений.

Исследования, проведенные П. М. Балевым на полях Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, показали, что при ускоренном окультуривании нечерноземных почв агротехническое и экономическое преимущество остается за вспашкой плугами с вырезными отвалами (ПУ-45-С-36) в сочетании с двухслойным внесением органических и минеральных удобрений и извести по сравнению с обычной вспашкой на 25 см, со вспашкой на 25 см + почвоуглубление на 15 см и со вспашкой плантажным плугом на 40 см. При двухслойном внесении удобрений половина их заделывалась при

основной вспашке, вторая половина — при весенней обработке отвальными лущильниками на глубину 12—14 см.

При однослойном внесении удобрений и извести под основную вспашку эффективность их снижается вследствие меньшего наличия питательных веществ и повышенной кислотности в верхнем слое почвы, что имеет большое значение для роста растений в начальных фазах.

Положительная реакция картофеля на окультуривание дерново-подзолистых почв установлена многими опытными учреждениями, где использовались почвоуглубители (табл. 31).

Таблица 31

Влияние углубления и окультуривания пахотного слоя дерново-подзолистой почвы на урожай картофеля

Учреждения	Почва	Урожай картофеля (с 1 га)	
		при вспашке на 22—23 см	при вспашке на 22—23 см + почвоуглубление
Чувашский сельскохозяйственный институт	Тяжелосуглинистая	165,7	192,1
Ленинградский сельскохозяйственный институт	Среднесуглинистая	232,6	386,3
Академия имени К. А. Тимирязева	Легкосуглинистая	149,5	175,7
Кировский сельскохозяйственный институт	То же	206,0	244,0

Одним из приемов так называемой коренной переделки дерново-подзолистых почв некоторыми авторами рекомендовалась вспашка плантажным плугом на глубину 50—60 см. Основанием такого приема является большое количество фосфора и калия в иллювиальном горизонте. Предполагалось, что перемещение его наверх улучшит питание растений. Однако при такой обработке перегнойный, наиболее плодородный слой перемещался вниз, поэтому резко ухудшалось азотное питание растений.

Наблюдения показали, что плантажный плуг не дает полного обрабатывания почвы. На одной и той же глубине размещаются прослойки подзолистого и перегнойного горизонтов. Это создавало неодинаковые условия для роста и развития растений. В результате изучения было сделано заключение, что плантажный плуг для коренной переделки почвы не пригоден.

К приемам коренной переделки дерново-подзолистых почв относится вспашка трехъярусным плугом Мосолова — Ботова. Этот способ перспективнее вспашки плантажным плугом, он находится еще в стадии разработки и испытания.

Как показали исследования Ленинградского сельскохозяйственного института (Г. Е. Козлов, 1962—1964), применение ярусной

вспашки на почвах, где элювиальный горизонт плодороднее, чем иллювиальный, не дает повышения урожая (табл. 32).

Таблица 32

Влияние приемов обработки почвы на урожай сельскохозяйственных культур

Прием обработки почвы	Урожай (ц с 1 га)	
	ичмень (зерно)	вино-овес (зеленая масса)
Вспашка трехъярусным плугом Мосолова—Ботова	13,6	130,0
Вспашка плугом с вырезными отвалами на 21 см	15,6	153
с рыхлением до 35 см		
То же, на 17 см с рыхлением до 35 см	15,1	148
Вспашка обычным плугом на 21 см	14,5	155
То же, на 17 см	14,3	145

На почвах с хорошо выраженным подзолистым горизонтом, где в иллювиальном горизонте много питательных веществ и нет камней, ярусная вспашка представляет производственный интерес.

Таким образом, в настоящее время приемами углубления дерново-подзолистых почв при обязательном внесении удобрений признаны вспашка с предплужниками, вспашка плугами с почвоуглубителями и плугами с вырезными отвалами.

Серые лесные почвы отличаются от дерново-подзолистых повышенным содержанием перегноя и отсутствием подзолистого горизонта. Подпахотный слой этих почв содержит больше элементов зольной пищи и имеет лучшие физические свойства.

При углублении пахотного слоя светло-серых лесных почв сначала проводят вспашку на глубину 20—22 см с внесением удобрений, а затем доводят ее до 25—30 см. Темно-серые лесные почвы имеют лучшие физико-химические свойства, чем светло-серые, поэтому такие почвы пашут сразу на глубину 25—30 см.

Горизонт A_2B этих почв имеет лучшую структуру, чем пахотный слой. Своевременное извлечение горизонта A_2B на поверхность способствует повышению плодородия. На сильно оподзоленных светло-серых почвах структура горизонта A_2B хуже, чем пахотного, строение верхнего слоя почвы при глубокой вспашке не улучшается.

Поэтому приемы углубления светло-серых и темно-серых лесных почв должны быть различными (В. П. Нарциссов).

Исследования Рязанского сельскохозяйственного института (С. А. Наумов) показали, что наиболее эффективным способом углубления пахотного слоя темно-серых суглинков и серых лесостепных почв тяжелого механического состава является постепенное припахивание подпахотного слоя (20—22 см, 23—25 см, 28—30 см). Внесение удобрений повышают эффективность глубокой вспашки.

Черноземные почвы имеют мощный перегнойный горизонт. Подпахотный слой этих почв содержит много перегноя, лучше острук-

турен и имеет почти такие же запасы питательных веществ, как и пахотный слой.

При создании культурного пахотного слоя на черноземных почвах углубление можно производить плугами с предплужниками. На маломощных и смытых почвах с залеганием щебенки на незначительной глубине лучшие результаты дает обработка плугами с почвоуглубителями без выворачивания нижнего слоя на поверхность. В Северном Казахстане и Западной Сибири, где распространена ветровая эрозия, широко применяют безотвальную обработку с оставлением стерни на поверхности.

Изучение трехслойной вспашки на черноземных почвах (плугами Дальского и Чикалики) не дало оснований рекомендовать ее для внедрения в производство.

На мощном черноземе Тамбовской опытной станции в среднем за 2 года (1953—1954) яровая пшеница, посеянная после трехслойной вспашки плугом Дальского на 45—50 см, дала такой же урожай, как и при посеве после обычной вспашки, а обработка почвы плугом Чикалики на ту же глубину понизила урожай на 2 ц с гектара.

На Балашовской опытной станции в среднем за 3 года (1958—1960) при посеве после трехслойной вспашки получен более высокий урожай зеленой массы кукурузы, зерна подсолнечника и озимой пшеницы, чем после обычной вспашки на 20—22 см, а также по сравнению с глубокой отвальной и безотвальной обработками. Трехслойная вспашка оказалась экономически выгодной.

Изучение условий наиболее эффективного применения трехслойной вспашки на черноземах следует продолжить.

ПРИЕМЫ УГЛУБЛЕНИЯ ПАХОТНОГО СЛОЯ КАШТАНОВЫХ, СОЛОНЦЕВАТЫХ ПОЧВ И СОЛОНЦОВ

Учитывая особенности отдельных разностей каштановых почв, мощность их пахотного слоя может быть доведена вспашкой с почвоуглубителями до 27—35 см. Темно-каштановые почвы можно обрабатывать с оборотом пласта глубже, чем каштановые и светло-каштановые.

Некоторые солонцеватые почвы и солонцы имеют малую мощность перегнойного горизонта, плохую структуру, плотный солонцеватый слой с высоким содержанием поглощенного натрия.

Сухая почва солонцов и солонцеватых пятен оказывает большое сопротивление почвообрабатывающим орудиям, при их обработке образуются крупные и плотные глыбы.

В весеннее время, а также после дождей солонцы заплывают и на них образуется плотная корка. Всходы на солонцах изрежены, урожай низкий, а иногда посевы погибают полностью.

По мощности надсолонцового горизонта солонцы условно делят на корковые (меньше 7 см), среднестолбчатые (7—15 см) и глубоко-столбчатые (больше 15 см).

Глубокостолбчатые солонцы лучше обрабатывать плугом с предплужниками, полностью захватывая надсолонцовый горизонт. В дальнейшем глубину обработки следует постепенно увеличивать, припашивая часть солонцового горизонта. На солонцовых комплексных почвах с преобладанием средне- и высокостолбчатых солонцов перемещение солонцового горизонта плугом с предплужниками ближе к поверхности недопустимо. Такие почвы в Кулундинской и Южно-Барабинской зонах обрабатывают на глубину до 25—28 см плугами со снятыми отвалами.

Для приведения этих почв в культурное состояние необходимо одновременно с углублением пахотного слоя удалять поглощенный натрий. Это можно сделать при помощи гипса, который вносят во время зяблевой вспашки или при подъеме черного пара. Одновременно с этим вносят навоз из расчета 20—30 т на гектар.

Для вытеснения натрия из несодовых солонцов можно использовать и углекислый кальций, часто залегающий под солонцовым горизонтом.

Внесение в солонцовую почву органического вещества усиливает жизнедеятельность микроорганизмов, способствует увеличению количества углекислоты, которая растворяет гипс.

Образование перегноя при разложении органического вещества при наличии катиона кальция улучшает структуру солонцовых почв.

При вспашке этих почв водопроницаемость увеличивается и подток воды по капиллярам ослабляется, что способствует удалению вытесненного натрия в нижележащие горизонты и предохраняет почву от повторного засоления.

Кальций гипса или извести проявляет свое действие лишь при попадании в солонцовый горизонт и перемешивании с ним. Так как солонцовый горизонт находится на разной глубине, то способы внесения гипса не могут быть для всех солонцов одинаковыми.

При вспашке на 20—22 см солонцовый горизонт глубокостолбчатых солонцов остается на месте. На таких полях всю дозу гипса нужно заделать плугом с предплужниками, чтобы приблизить гипс к солонцовому горизонту.

На среднестолбчатых солонцах, а тем более корковых, при той же глубине вспашки на поверхность выворачивается часть солонцового горизонта, поэтому здесь половину дозы гипса следует внести перед вспашкой и запахать, а другую — поверхностно после вспашки с последующим перемешиванием с вывернутой частью солонцового горизонта.

На гипсованных почвах надо ежегодно проводить снегозадержание, которое ускоряет процесс. Гипс вносят только на пятна солонцов. Если эти пятна занимают более 30% всей площади сильносолонцеватых почв, тогда гипсуют весь массив. Дозы гипса колеблются от 3 до 10 т на гектар.

При глубокой вспашке и гипсовании глинистый уплотненный слой почвы можно использовать для создания структурного пахотного слоя.

На солонцовых почвах Малоузенского опорного пункта (Саратовская область) лучшие результаты получены при вспашке паров на 35 см с почвоуглублением на 15 см (табл. 33).

Таблица 33

Урожай озимой ржи и яровой пшеницы при разной глубине вспашки солонцов

Способ и глубина вспашки	Озимая рожь		Яровая пшеница	
	ц с 1 га	%	ц с 1 га	%
Вспашка на 22 см	5,1	100	3,1	100
Вспашка на 35 см почвоуглублением на 15 см	9,5	186	5,6	180
Вспашка на 35 см и почвоуглублением на 15 см с последующей перепахкой	9,7	190	5,7	184
Вспашка плантажная на 50—55 см	9,0	176	5,1	164

Если в хозяйстве навоза нет, вместе с гипсом нужно внести суперфосфат по принятой норме. Азотные удобрения (сульфат аммония) применяют перед посевом или в качестве подкормки.

Гипсование улучшает почву на длительное время, но действие его проявляется не сразу. В исследованиях почвенной лаборатории Академии наук Украинской ССР (1936—1948) положительное действие гипса продолжалось в течение 12 лет. При этом с течением времени влияние его на урожай усиливалось.

Для средних и глубоких солонцов хорошие результаты дает трехслойная вспашка плугом Мосолова — Ботова.

Для коренного улучшения солонцовых почв вспашкой с перемещением почвенных горизонтов можно использовать трехъярусный двухсекционный плуг. При обработке этим плугом надсолонцовый горизонт сохраняется на поверхности пашни, а солонцовый, подсолонцовый и карбонатный меняются местами.

При такой вспашке происходит самомелиорация солонцов, сущность которой состоит в том, что кальций, находящийся в подсолонцовом слое, при взаимодействии с почвенным поглощающим комплексом солонцового слоя вытесняет из него натрий и тем самым улучшает физические свойства почвы.

Каждая секция трехъярусного плуга состоит из трех корпусов (см. рис. 85). Впереди устанавливается корпус первого яруса на глубину 10, 15, 20 см. За ним монтируют корпус третьего яруса на глубину пахоты до 50 см с выдвиганием его вправо на 30 см по отношению к переднему корпусу. Сзади на одном бруске с передним корпусом устанавливают корпус второго яруса на глубину до 30—40 см.

Технологический процесс трехслойной вспашки (рис. 86) состоит в следующем.

Черенковый нож, установленный впереди корпуса первого яруса, разрезает пласт в вертикальной плоскости, облегчая отрыв и оборот пласта верхнего слоя. Корпус первого яруса подрезает пласт в го-

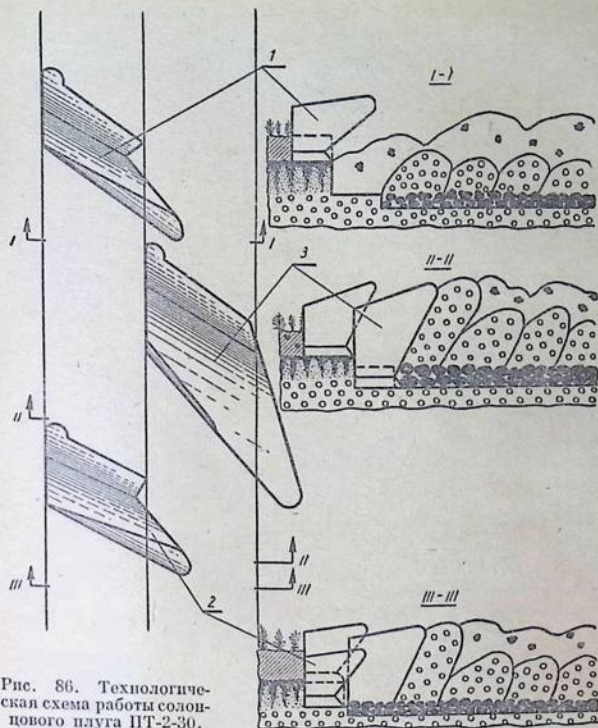


Рис. 86. Технологическая схема работы солонцового плуга ПТ-2-30.

ризонгальной плоскости на глубине 20 см, оборачивает его и укладывает на третий карбонатный слой. Корпус третьего яруса подрезает пласт почвы и поднимает его вместе с лежащим на нем слоем почвы — первого яруса. В это время корпус второго яруса подрезает солонцовый и подсолонцовый горизонты почвы на глубину 20—30 см, крошит пласт на отвале и сбрасывает его на дно борозды под отвал корпуса третьего яруса. Отвал третьего яруса сдвигает почву в борозду без оборота, которая осыпается на слой почвы, сброшенный корпусом второго яруса (рис. 87). Установка первого и второго корпусов на глубине зависит от разновидности солонцов.

При дальнейшем окультуривании, обогащении почвы коллоидами и солями кальция целесообразно к горизонту А припахивать часть смешанного слоя.

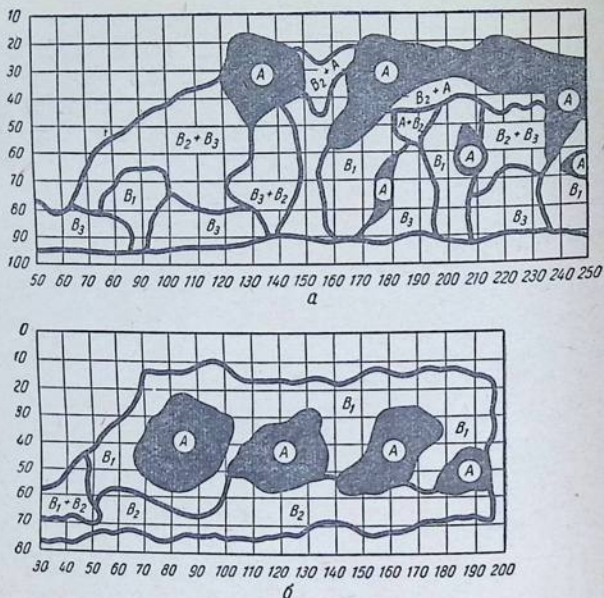


Рис. 87. Поперечный разрез слоя среднестолбчатого солонца после обработки:

а — солонцовым плугом ПТ-2-30; б — обычным плугом П-5-35П. Горизонты: А — верхний; B_1 — солонцовый; B_2 — подсолонцовый; B_3 — карбонатный.

На Волгоградской опытной станции было установлено, что при трехслойной обработке на глубину до 45—50 см создаются условия для мелиорации солонцового горизонта, улучшаются водный и пищевой режимы почвы и по сравнению с обычной вспашкой повышается урожай сельскохозяйственных культур.

На Аршань-Зельменском стационаре АН СССР, расположенном на Ергенинской возвышенности Калмыцкой АССР, в результате длительного (1956—1963 гг.) изучения приемов мелиоративной обработки почвы (вспашка на глубину 30—35 см с почвоуглублением на 10—15 см, трехслойная вспашка плугом Мосолова — Ботова на 40—50 см, плантажная вспашка на 40—50 см) установлено, что при углублении пахотного слоя прибавка зерна пшеницы составляет 3—5 ц, а сена житняка — до 5—10 ц на гектар, что значительно превышает прибавки урожая от химической мелиорации.

Наиболее высокий урожай обеих культур получен по трехслойной обработке и глубокой вспашке с почвоуглублением по сравнению с обычной вспашкой на 22—25 см.

Если карбонаты кальция залегают на глубине не более 40 см, а столбчатые солонцы имеют маломощный горизонт, для окультуривания можно использовать плантажную вспашку. При этом солонцовый горизонт перемешивается с верхним и нижним карбонатным горизонтом, в результате чего создается мощный однородный пахотный слой.

После трехслойной и плантажной вспашки, которую проводят один раз на много лет, почву обрабатывают на обычную глубину.

ПЕРЕМЕННАЯ ГЛУБИНА ВСПАШКИ

Глубокая вспашка — неперемное условие поддержания плодородия почвы на высоком уровне. Однако она требует больших материальных затрат. Поэтому важно правильно определить, как часто следует повторять глубокую вспашку на одном и том же поле.

Опытными учреждениями установлено, что на черноземных почвах глубина вспашки должна изменяться. Пахота на одну и ту же глубину сильно распыляет и уплотняет почву на границе обрабатываемого и подпахотного слоев и ведет к образованию так называемой плужной подошвы. Она препятствует передвижению воды вниз и увеличивает сток ее, особенно на склонах.

Исследования на черноземах Оренбургской и Саратовской областей показали, что там, где в течение трех лет проводилась вспашка на одну и ту же глубину (28—30 см), количество водопрочных комочков диаметром больше 0,25 мм было более или менее постоянным, на участке же с переменной вспашкой (20—22 и 28—30 см) количество их в пахотном слое заметно увеличивалось.

Периодическое применение глубокой вспашки, устраняя плужную подошву, благоприятно сказывается на поглощении талых вод и ливневых осадков, создает условия для более глубокого их проникновения в почву и уменьшает непроизводительное испарение.

Переменная по глубине вспашка является хорошим средством для уничтожения сорной растительности. При первой глубокой вспашке верхний (наиболее засоренный) слой сбрасывается на дно борозды. В течение последующих 3—5 лет, когда вспашка проводится на глубину 20—22 см, большая часть семян сорняков за время нахождения в необработанном слое теряет жизнеспособность.

Глубокой вспашкой создаются условия для развития микрофлоры в бывших подпахотных слоях и длительной высокой активности микроорганизмов в засыпанном ранее верхнем слое (Я. П. Худяков и Т. В. Тарвис). Положительное влияние глубоких обработок на микрофлору каштановой почвы проявляется около трех лет.

Эффективность периодического углубления почв на Северном Кавказе, Украине и в Молдавии доказана работами научно-исследо-

вательских и опытных учреждений, расположенных в этих зонах и республиках.

Всесоюзный институт сахарной свеклы рекомендует в течение 9—10-летнего периода проводить две вспашки на глубину 28—32 см под сахарную свеклу, две вспашки на 23—25 см под кукурузу и другие пропашные культуры, 4—5 обработок на глубину 20—22 см под остальные культуры.

Опытами на полях центральной части Молдавии (И. Г. Дикусар и И. Е. Бухар) установлено, что периодическое углубление вспашки способствует улучшению водного и пищевого режимов почвы, развитию мощной корневой системы культурных растений, уничтожению сорняков и повышению урожая сельскохозяйственных культур. Положительное влияние глубокой пахоты (30 см и более) на урожай культур сказывается в течение 3—4 лет. Вспашка на такую глубину рекомендуется под кукурузу, сахарную свеклу и другие пропашные культуры.

Периодичность глубоких вспашек на дерново-подзолистых почвах зависит от почвенных условий, системы удобрений и от отзывчивости сельскохозяйственных культур на углубление.

Глубокую вспашку целесообразно применять в первую очередь на полях, засоренных многолетними сорняками.

При создании мощного пахотного слоя обработку на 40—45 см применяют один раз в течение 8—10 лет и более. Периодически повторяемая глубокая вспашка (более 35 см) под полевые культуры, каким бы способом она ни производилась, с агротехнической и тем более с экономической стороны себя не оправдывает.

Глава XVII

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

ЗАДАЧИ И ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ОРОШЕНИИ

Оросительная вода оказывает многостороннее влияние на почву: изменяет физическое состояние пахотного слоя, меняет темп и направление химических и микробиологических процессов, а также условия разложения и накопления органических веществ.

Вследствие интенсивного воздействия оросительной воды на почву снижается общая и некапиллярная скважность, нарушается правильный газообмен между почвой и атмосферой, ухудшаются условия микробиологической деятельности.

Резкое уменьшение водопроницаемости поливных земель отмечено работами Уральской и Ак-Кавакской опытных станций.

Исследованиями Куйбышевского сельскохозяйственного института установлено, что с уплотнением пахотного слоя нарушается правильное использование оросительной воды (рис. 88). Пахотный слой перенасыщается, а это приводит к усиленной потере воды на испарение, особенно в первые дни после полива. Обильные поливы

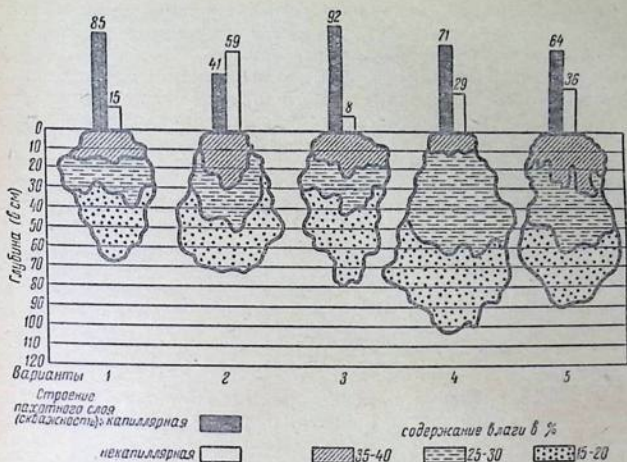


Рис. 88. Распределение воды в почве и быстрота водопроницаемости в зависимости от структуры и строения пахотного слоя. Водопроницаемость (см в час):

по первому варианту (плотный) — 6,8; по второму (рыхлый) — 8,2; по третьему (распыленный) — 7,9; по четвертому (комочки 1—0,25 мм) — 17,2; по пятому (комочки 1—3 мм) — 11,8.

могут вызвать потерю наиболее ценных питательных веществ (нитратов) вследствие их вымывания за корнеобитаемый слой почвы.

Однако при строгом соблюдении режима орошения и правильной агротехники можно полностью устранить отмеченные недостатки.

Первой задачей обработки орошаемых полей является придание пахотному слою комковатого состояния с одновременным увеличением общей и некапиллярной скажностности почвы, а также полное обрабатывание пласта при основной вспашке с периодическим вовлечением в обработку более оструктуренной части подпахотного слоя.

Улучшая водно-воздушный режим, обработка почвы способствует активизации микробиологических процессов, лучшему использованию воды и удобрений, а также повышает плодородие орошаемых земель.

Так как на орошаемых землях чистых паров не бывает, то для борьбы с сорняками здесь используются главным образом осенняя и весенняя обработка почвы, а также междурядная обработка пропашных культур.

Борьба с сорняками — вторая очень важная задача обработки орошаемых полей.

Обработка почвы имеет важное значение для устранения засоления заболачивания орошаемых земель и подготовки их к поливу путем проведения планировочных работ.

Планировка (выравнивание) земельного участка проводится для правильного распределения воды на поливаемой карте. При планировке устраняется последствие избыточных поливных норм, переувлажнение в пониженных местах рельефа, повышение уровня грунтовых вод, засоление, заболачивание, а также развитие водной эрозии почвы. Планировка облегчает проведение полива, улучшает механизацию полевых работ, способствует повышению производительности труда на поливах.

Условия зяблевой обработки почвы при орошении отличаются от тех, какие бывают на неорошаемых землях.

На богаре часто приходится обрабатывать пересушенную почву. При орошении благодаря наличию остаточной воды после уборки предшествующей культуры почва имеет влажность, близкую к оптимальной, потеря почвой влаги легко восстанавливается предпахотным поливом.

В условиях орошения не может быть единой системы обработки почвы даже под одну и ту же культуру на разных полях и поливных участках.

Применяемые способы орошения (поверхностное, дождевание, подпочвенное) и полива (предпахотный, влагозарядковый, провояционный и др.) вызывают необходимость дополнительной дифференциации способов обработки почвы.

Однако в обработке орошаемых земель имеется ряд общих способов и приемов.

В недалеком прошлом в районах орошаемого земледелия Средней Азии широко применялась система зяблевой обработки почвы с многократными предпосевными глубокими вспашками или рыхлениями. Но повторные глубокие рыхления оказались невыгодными.

После полива на орошаемых землях часто образуется почвенная корка. Для уничтожения корки междурядья рыхлят на глубину не более 10—12 см. При такой глубине обработки хорошо уничтожаются сорняки, разрушается почвенная корка, меньше испаряется влаги, чем при глубоких рыхлениях. Однако при промывках засоленных почв, при сильном оседании и заплывании почвы необходимы и более глубокие обработки.

Глубокие вспашки или рыхления без выноса на поверхность малоплодородного слоя почвы особенно полезны на луговых и лугово-болотных почвах с близким расположением горизонтов, содержащих вредные соли натрия, закиси железа и алюминия.

Предпахотный полив заметно улучшает качество обработки и облегчает ее проведение. При этом свободно достигается необходимая глубина вспашки и правильная работа предплужника.

Работами Д. С. Лысогорова установлено, что предпахотный полив активизирует микробиологическую деятельность и способствует повышению содержания нитратов в почве.

Для проведения предпахотного полива можно сохранить имеющуюся мелкую поливную сеть (полосы, борозды). Чтобы не разрушать поливную сеть, лущение жнивья в этом случае не проводят. На землях, сильно засоренных овсягом, для полива можно использовать существующую поливную сеть, а затем при появлении всходов овсяга поле пролущить. Сорняки, появившиеся после лущения, будут уничтожены основной вспашкой. Невзошедшие семена овсяга окажутся сброшенными на дно борозды, где они довольно быстро теряют всхожесть. Если поливной сети на поле нет, ее создают перед предпахотным поливом по предварительно валуцеленному полю.

Основой режима орошения на юго-востоке является *влагозарядковый полив*, который направлен на устранение почвенной засухи.

Сущность такого полива состоит в том, что после уборки урожая предшествующей культуры почву увлажняют повышенной нормой, чтобы создать большой запас влаги в корнеобитаемом слое для будущего урожая.

Для влагозарядкового полива во время пахоты делают валики или борозды. Валики создают удлинелным отвалом у предпоследнего плуга. Борозды могут быть созданы при удлинении второго и четвертого отвалов у четырехкорпусного плуга или при вспашке обычным плугом со специальными бороздильниками, прикрепленными к раме плуга.

После полива борозды выравнивают боронованием в два следа с последующей культивацией после появления сорняков. На чистых землях обработку ограничивают одним послеполивным лущением.

При влагозарядковых поливах пахут вдоль уклона, а затем канавокопателем нарезают выводные борозды поперек поливных борозд. Расстояние между выводными бороздами зависит от крутизны склона (150—400 м). Временные оросители нарезают канавокопателями в последнюю очередь и располагают по направлению поливных борозд.

Влагозарядковые поливы можно проводить затоплением. При этом поливной участок делят земляными валиками на чеки площадью до 3—5 га каждый. Чеки заливают водой на глубину 10—15 см.

Для борьбы с сорняками широко используют так называемые *провокационные поливы*. После уборки культур поле увлажняют для того, чтобы вызвать массовые всходы сорняков, а затем уничтожить их обработкой.

Провокационные поливы можно проводить в любое время, благоприятное для прорастания семян сорняков и их последующего уничтожения.

При засорении полей клубнекамышом *зяблевую вспашку* проводят на такую глубину, чтобы извлечь корневища на поверхность. Они частично погибнут зимой, а сохранившиеся будут уничтожены весной культивацией на 10—12 см за 5—6 дней до посева риса. Частуху уничтожают глубокой *зяблевой вспашкой*. Однако для уничтожения сорняков на орошаемых землях очень важное значение имеет высокий уровень всей системы агротехнических мероприятий.

УГЛУБЛЕНИЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Мощность пахотного слоя оказывает большое влияние на правильное использование поливной воды, вносимых в почву удобрений, на засоренность посевов и другие условия жизни сельскохозяйственных культур.

В исследованиях Всесоюзного научно-исследовательского института хлопководства (И. Ашурметов) урожай хлопка после глубокой основной обработки повышался на 3,5—4,2 ц с гектара. Наибольшая прибавка урожая получалась при двухслойной вспашке на 0—15, 15—30 см с одновременным почвоуглублением на 60 см.

Положительное влияние такого способа обработки почвы объясняется тем, что на типичных сероземах Ташкентской области при увеличении глубины вспашки с оборотом пласта, а также при комбинированной обработке (сочетание вспашки с почвоуглублением) значительно увеличивается рыхлость пахотного слоя. В среднем за 3 года при обычной вспашке на 30 см рыхлость (толщина слоя) почвы увеличилась на 9,3 см, при двухслойной вспашке на 40 см — на 15,2 см, а при комбинированной обработке — на 17,4 см. Увеличение рыхлости пахотного слоя означает повышение скважности и водопроницаемости почвы, что очень важно при возделывании хлопчатника.

Углубление пахотного слоя оказало существенное влияние на рост хлопчатника. Если при обычной вспашке его корневая система была в основном развита на глубине до 50 см, а главный корень с большими изгибами проникал в более глубокие горизонты, то при обработке на 30 см с рыхлением до 60 см основная масса корней хлопчатника достигала глубины 80 см, а главный корень свободно достигал глубины 100 см и больше. Более мощная корневая система лучше использовала поливную воду, питательные вещества и тем самым оказала большое положительное влияние на формирование урожая.

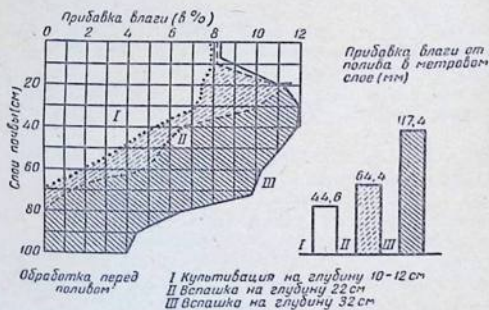


Рис. 89. Влияние глубины обработки почвы на ее увлажнение после полива (по С. Д. Лысогорову).

Углубление пахотного слоя двухслойной вспашкой и рыхлением подпахотного слоя на слабо окультуренных уплотненных почвах экономически вполне оправдывается. Увеличенные затраты на вспашку с избытком перекрываются стоимостью дополнительной продукции хлопка-сырца, полученной в результате почвоуглубления.

Положительное влияние глубокой обработки почвы на использование поливной воды показано работами Херсонского сельскохозяйственного института (рис. 89).

На полях учебно-опытного хозяйства того же института урожай зерна поливной кукурузы в среднем за 3 года (1959—1961) составили при вспашке на 20 см 58,5 ц, а на 30 см — 70,7 ц с гектара. Урожай сахарной свеклы повысился с 469,6 до 520 ц с гектара.

Опытами, проведенными на орошаемых полях Саратовского сельскохозяйственного института (табл. 34), показано, что при глубокой вспашке наблюдается быстрое поступление поливной воды до глубины 50—70 см.

Таблица 34

Влажность почвы после полива (% веса почвы) при разной глубине основной обработки (среднее за 3 года)

Способы обработки	Глубина взятия проб (см)	Под свеклой	Под кукурузой	Под озимой пшеницей
Вспашка на 22 см	50	29,8	29,2	29,5
» » 22 »	70	27,9	28,5	28,7
» » 32—35 см	50	32,6	31,1	30,3
» » 32—35 »	70	30,2	30,1	29,7
Рыхление на 32—35 »	50	31,6	30,4	—
» » 32—35 »	70	29,0	29,8	—

При таком распределении влаги предупреждается переувлажнение пахотного слоя и уменьшается испарение воды. Вследствие улучшения водного режима получают значительные прибавки урожая сельскохозяйственных культур (табл. 35).

Таблица 35

Урожай сельскохозяйственных культур в зависимости от глубины и способа обработки (ц с 1 га)

Способ и глубина обработки	Свекла (среднее за 5 лет)	Кукуруза (среднее за 5 лет)	Озимая пше- ница (сред- нее за 4 года)	Яровая пшеница (среднее за 3 года)
Вспашка на 20—22 см	646	398	27,5	20,2
Вспашка на 32—35 см	702	442	29,5	22,5
Рыхление на 32—35 см	637	404	26,0	21,4

Глубину обработки устанавливают в зависимости от почвенной разности с учетом биологических особенностей возделываемых культур, применяемых удобрений и других приемов агротехники.

На Безенчукской опытной станции установлено, что положительное влияние однократной глубокой вспашки на урожай проявляется

в течение четырех лет и что обработка с выворачиванием подпахотного слоя на поверхность дает более высокие прибавки урожая по сравнению с рыхлением этого слоя. Глубокую вспашку следует проводить как можно раньше, так как при посеве по свежевывернутому подпахотному слою всходы бывают изреженными.

На почвах тяжелого механического состава с высокими поливными нормами глубокую вспашку применяют через каждые 2—3 года, а на легких почвах и при невысоких оросительных нормах — реже.

По данным Азербайджанского научно-исследовательского института хлопководства (1952—1955), при переменной по глубине вспашке люцернового поля органическое вещество разлагалось медленно, сохранялась структура почвы и не снижался урожай хлопчатника (табл. 36).

Таблица 36

Урожай хлопка-сырца в зависимости от чередования глубины вспашки				
Чередование глубины вспашки по годам (см)	Урожай (ц с 1 га)			
	первый год после распахивания пласта (1952—1954)	второй год (1953—1955)	третий год (1954—1955)	четвертый год (1955)
24—24—24—24	35,0	45,5	46,7	37,9
30—30—30—30	38,1	46,9	47,2	37,6
30—24—24—30	38,1	47,4	47,4	39,1

В Средней Азии на тяжелых, быстро уплотняющихся почвах с высокими оросительными нормами при большом насыщении хлопчатником глубокую вспашку нужно проводить чаще с изменением глубины для предупреждения образования плужной подошвы.

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Для предпосевной обработки почвы используются бороны, культиваторы, луцильники и волокуши. Сильно уплотнившуюся почву рыхлят на большую глубину или перепахивают. К посеву поверхность почвы должна быть ровной, хорошо разделанной, чтобы обеспечить высокое качество посева и вегетационных поливов, лучше сохранить влагу и получить дружные всходы. При весеннем бороновании орошаемых земель задерживается вынос солей из нижних горизонтов на засоленных почвах.

Для очищения поля от сорняков и рыхления почвы применяют предпосевные культивации с боронованием.

Если почву готовят под культуру сплошного сева и будут орошать по полосам, предпосевную культивацию надо проводить на 3—4 см глубже обычной, так как риджер или валикоделатель, идущий впереди сеялки, снимает верхнюю часть разрыхленного слоя почвы для образования валиков. Поэтому семена будут заделаны на нормальную глубину. Более глубокая предпосевная культивация необходима и тогда, когда посев проводится по бороздам. На полях с осенним

влагозарядковым поливом глубокую культивацию следует заменять чизелеванием. В других случаях предпосевная культивация выполняется на глубину заделки семян.

При перекрестном посеве зерновых культур половинную норму семян высевают сеялками без валикоделателей и заделывают семена на 2—3 см глубже принятой глубины. Половину семян высевают поперек уклона, а вторую половину — в направлении уклона на установленную для данной культуры глубину заделки, применяя сеялку с валикоделателями. Посев без поделки поливных полос или борозд проводится поперек уклона. Борозды нарезают специальными бороздоделателями после посева, но до появления всходов.

Предпосевная обработка под поздние яровые культуры состоит из ранневесеннего боронования и нескольких культиваций.

Если после культивации наблюдается очень большая рыхлость и недостаточная влажность верхнего посевного слоя, целесообразно почву прикатать.

Исследования, проведенные в учебно-опытном хозяйстве Саратовского сельскохозяйственного института и в колхозе «Комсомолец» Краснопартизанского района Саратовской области, показали, что при возделывании кукурузы на орошаемых каштановых почвах в системе предпосевной обработки непременно должно быть одно рыхление на глубину 14—16 см. Урожай зеленой массы кукурузы (ВИР 42) в 1957—1958 гг. при такой обработке увеличился на 46,2 ц с гектара, или на 12%, по сравнению с рыхлением на 8—10 см.

Кроме того, прикатывание после глубоких рыхлений повышает урожай зерна кукурузы (Буковинская 2) на 4,8 ц с гектара, или на 14%.

Междурядную культивацию на орошаемых полях проводят глубже, чем на неорошаемых. Уничтожение сорняков необходимо сочетать с подготовкой поля к поливу (нарезка поливных борозд).

На полях с широкорядными, квадратно-гнездовыми посевами и посадками пропашных культур при влагозарядковых поливах сначала проводят перекрестную или продольную культивацию, а затем при необходимости вегетационные поливы. Для этого нарезают прямолинейные и параллельные борозды, чтобы не повреждать растения при междурядных обработках. На почвах легкого механического состава расстояние между бороздами устанавливают 50—60 см, среднего — 60—80 см и тяжелого до 70—90 см.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПРИ ЛИМАННОМ ОРОШЕНИИ

Лиманами называются большие понижения в степных районах, которые весной затопляются талыми водами.

Лиманное орошение относится к группе простых влагозарядковых поливов. Оно имеет большое распространение в Волгоградской, Саратовской и других областях Поволжья. В Западно-Казахстанской области естественные лиманы служат основной сенокосной площадью.

Весенняя влагозарядка при лиманном орошении не вызывает коренных изменений в системе обработки почвы, сложившейся для

неорошаемого земледелия этой же зоны. Но различный режим затопления обуславливает некоторые особенности.

При лиманном орошении зяблевая вспашка имеет большое значение даже в том случае, если весной потребуются ее перепахать.

Основную вспашку на лиманных землях производят в летне-осенний период на глубину до 27—30 см. В зависимости от уплотненности почвы, засоренности полей и состава культур глубокую вспашку следует повторять через 3—4 года.

Весеннюю обработку вспаханных осенью полей надо начинать с кольцеобразного боронования и культивации, двигаясь по мере подсыхания почвы от краев лимана к центру. Так как почвы лиманов часто заплывают, для культивации зяби необходимо применять лемешные лучильники без отвалов и обрабатывать почву на глубину 8—10 см с боронованием вслед.

На степных мелководных лиманах несолонцеватую почву обрабатывают культиваторами и бороной, как на неорошаемых участках. На иловатых падинах почва сильно сплывается, поэтому глубину предпосевной культивации здесь увеличивают до 10—12 см.

На бесструктурных солонцеватых почвах иногда полезна мелкая своевременная весенняя вспашка, так как даже при небольшом запоздании поверхность поля получается глыбистой.

Одним из важнейших приемов обработки на лиманных землях является прикатывание посевов, положительная роль которого в Заволжье установлена опытным путем (табл. 37).

Таблица 37

Урожай сельскохозяйственных культур (ц с 1 га) в зависимости от прикатывания

Варианты опыта	Рельеф, почва			Среднее по всем элементам рельефа
	склон, луговая темно-каштановая	равнина, осолодевшая	южный конец поля, лугово-каштановая солонцеватая	
Яровая пшеница				
С прикатыванием	7,5	6,0	6,2	6,6
Без прикатывания	6,5	3,0	3,7	4,4
Просо				
С прикатыванием	10,2	4,8	6,7	7,2
Без прикатывания	8,9	3,6	6,1	6,2

Однако прикатывание нельзя проводить без учета рельефа лиманной пашни.

В глубоких сырых низинах лимана при уплотнении, особенно на солонцеватой почве, может образоваться корка и погубить всходы.

Правильная обработка почвы на орошаемых землях в комплексе с другими мерами борьбы за высокий урожай обеспечивает значительное повышение производительности труда.

УЧЕНИЕ О СЕВООБОРОТАХ

Глава XVIII

СЕВООБОРОТ И БЕССМЕННЫЕ ПОСЕВЫ

В Программе КПСС в качестве одной из мер наиболее эффективного использования земли указано на необходимость в колхозах и совхозах освоить передовые методы агротехники с применением рациональных севооборотов.

Каждый севооборот имеет в своей основе определенную структуру посевных площадей. Но такая структура еще не составляет севооборота. Если та или иная культура из года в год возделывается на одном и том же месте, то это будут *бессменные посевы*. В отличие от них монокультурой называют возделывание в хозяйстве в течение длительного времени одной культуры.

Сущность севооборота составляет чередование культур, которое неразрывно связано со всеми агротехническими мероприятиями, в частности с системой удобрений, обработкой почвы, уходом за растениями и т. д. *Севооборот есть научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур во времени на территории хозяйства.*

Такое чередование должно способствовать пополнению и лучшему использованию питательных веществ почвы и удобрений, улучшению и поддержанию благоприятных физических свойств, предупреждению и уничтожению сорняков, вредителей и возбудителей болезней возделываемых растений. Представим себе, что на одном земельном участке требуется разместить четыре культуры: рожь, яровую пшеницу, картофель и клевер. Каждая из них занимает примерно равную площадь. Тогда земельный участок делят на четыре равные части (поля). Одно из полей занимают рожью, другое — яровой пшеницей, остальные картофелем и клевером. Чтобы на следующий год не сеять эти культуры на тех же полях, надо установить порядок их смены, так чтобы и в последующие годы каждая из них занимала такую же площадь, но высевалась в другом поле.

Допустим, что лучшим порядком смены указанных выше четырех культур будет такой: первый год — клевер, второй — рожь, третий — картофель, четвертый — яровая пшеница с подсевом клевера. На пятый год в этом поле снова будет клевер.

Последовательность чередования культур по годам на одном и том же поле называется *ротацией севооборота*, то есть *оборотом сева*. Отсюда произошло и самое название севооборота. Ротацию обычно изображают в виде перечня культур в порядке последовательной их смены по времени на одном и том же поле, как это сделано выше в нашем примере. Смену культур по всем полям показывают в виде таблицы, которую называют *ротационной*. Предположим, что на год освоения севооборота в первом поле размещается картофель, во втором — клевер, в третьем — яровая пшеница и в четвертом — озимая рожь. Тогда ротационная таблица примет следующий вид:

Годы	Поля			
	I	II	III	IV
1967	Картофель	Клевер	Яровая пшеница	Озимая рожь
1968	Яровая пшеница	Озимая рожь	Клевер	Картофель
1969	Клевер	Картофель	Озимая рожь	Яровая пшеница
1970	Озимая рожь	Яровая пшеница	Картофель	Клевер
1971	Картофель	Клевер	Яровая пшеница	Озимая рожь

Расположение культур по полям может быть любое, лишь бы все они ежегодно занимали по одному полю. По годам же надо придерживаться установленного порядка чередования.

Из таблицы видно, что в 1971 г. культуры будут расположены по полям так же, как и 4 года назад, то есть в 1967 г. Это значит, что в 1970 г. закончилась первая ротация севооборота и с 1971 г. началась вторая.

При установлении порядка чередования культур чаще указывают лишь группы культур, не называя конкретно каждую из них. Если в нашем примере вместо четырех перечисленных ранее культур поставить названия групп, к которым они относятся, то ротация примет такой вид: 1) многолетние бобовые травы, 2) озимые зерновые, 3) пропашные, 4) яровые зерновые.

Такое обозначение ротации, когда указывают чередование групп культур, называют *схемой севооборота*. Она отражает общие черты ряда сходных севооборотов с разным составом культур, но с одинаковым соотношением и чередованием групп культур. Этой схеме отвечает, кроме показанной раньше ротации, и такая: 1) эспарцет, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, 4) ячмень.

Несмотря на то, что здесь заменены все культуры, оба севооборота составлены по одной схеме, так как чередование групп культур идет в том же порядке. Однако и их соотношение. В обоих севооборотах зерновые занимают два поля, а пропашные и бобовые травы — по одному. В одном поле можно размещать две культуры и более, если они относятся к одной и той же группе. Например, в пропашном поле можно поместить картофель и сахарную свеклу, в поле яровых зерновых — яровую пшеницу и ячмень и т. д. Поля, в которых размещается две или более культур, называются *сборными*.

По мере развития и интенсификации земледелия структура посевных площадей улучшается. В связи с этим возникает необходимость изменить чередование культур. Оно может быть сделано даже при неизменной структуре посевных площадей, если наукой и опытом установлены преимущества нового чередования.

Смена культур в севообороте может происходить ежегодно и периодически. В последнем случае одну и ту же культуру высевают 2—3 года подряд и более, а затем ее заменяют другой культурой. Однако такие повторные посевы нельзя смешивать с бессменными, когда одна и та же культура длительное время (десятки лет) возделывается на одном и том же поле.

Повторные посевы представляют известный интерес для узкоспециализированных хозяйств, особенно при возделывании культур, имеющих важное народнохозяйственное значение, например зерновых, хлопчатника. Использование возможно большей части пахотной земли под эти культуры позволяет увеличить производство их и повысить доходность хозяйства.

Максимальное увеличение посевов таких технических культур, как сахарная свекла, картофель, вокруг перерабатывающих эти продукты предприятий позволяет уменьшить затраты на доставку малотранспортабельных продуктов к месту их переработки.

Некоторые культуры, занимающие небольшую часть пашни, предъявляют высокие требования к почвам и агротехнике. В то же время не все почвы хозяйства могут быть пригодны для возделывания этих культур. В таких случаях также целесообразно применять повторные посевы в специальных севооборотах или на постоянных высокоплодородных участках.

Длительное возделывание растений одного вида на одном участке имеет много недостатков. При длительном бессменном возделывании большей части полевых культур наблюдается одностороннее влияние данной культуры на почву и факторы среды, сказывающиеся отрицательно на последующих урожаях. При данном уровне развития науки и техники отрицательное влияние нельзя устранить, не прибегая к смене культур. В результате урожай снижается настолько, что дальнейшие посевы данной культуры становятся невыгодными.

Некоторые опытные учреждения в нашей стране и за рубежом проводили длительные опыты по возделыванию ряда полевых культур бессменно и в севооборотах. Так, на Опытной станции полеводства Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева с 1912 года сравниваются урожай озимой ржи, овса, картофеля, клевера и льна при бессменных посевах и в шестипольном севообороте с чистым паром. Средний урожай ржи в севообороте по пару был почти в 2 раза выше, чем при бессменном возделывании. Овес в севообороте повысил урожай по сравнению с бессменным посевом на удобренном фоне на 76%, а при ежегодном внесении минеральных удобрений — на 58%. Лен при бессменных посевах давал очень низкий урожай или полностью погибал. Лишь урожай картофеля мало снизился при бессменных его посевах (табл. 38).

Урожай сельскохозяйственных культур в севообороте
и при бессменных посевах

Культура	Удобрение	Урожай основной продукции (ц с 1 га)		Прибавка урожая от севооборота	
		в сево- обороте	при бес- сменных посевах	ц с 1 га	%
Озимая рожь	Без удобрений	14,1	7,3	6,8	93
»	По NPK	21,9	12,2	9,7	79
Овес	Без удобрений	13,9	7,9	6,0	76
»	По NPK	18,5	11,7	6,8	58
Картофель	Без удобрений	88,4	76,2	12,2	16
»	По NPK	160,1	154,2	5,9	4

Аналогичные результаты получены на Харьковской опытной станции, где в севообороте на неудобренном фоне урожай озимой пшеницы был в 2 раза, ржи в 2,8, овса в 1,4, свеклы в 3,3, картофеля в 1,7 раза выше, чем при бессменном возделывании (табл. 39).

Таблица 39

Урожай сельскохозяйственных культур при бессменных посевах
и в севообороте (ц с 1 га)

Вариант опыта	Озимая рожь (за 18 лет)	Озимая пшеница (за 15 лет)	Овес (за 16 лет)	Сахарная свекла (за 15 лет)	Карто- фель (за 16 лет)
Бессменно без удобрений	5,9	9,1	10,7	68,2	95,6
В севообороте без удобрений	16,2	18,5	14,8	222,8	167,4
Бессменно с удобрениями	45,4	14,6	16,6	261,2	145,5
В севообороте с удобрениями	26,8	24,0	18,5	311,8	189,0
Прибавка от севооборота (%):					
без удобрений	174,6	103,3	38,3	226,2	75,1
с удобрениями	74,0	64,4	11,4	19,4	29,9

На Ротамстедской опытной станции в Англии более 100 лет испытываются бессменные посевы озимой пшеницы. Урожай этой культуры на неудобренном фоне снизился почти в 2 раза. При ежегодном внесении органических или минеральных удобрений урожай удерживался на одном уровне, но он был намного ниже, чем в севообороте. Аналогичные результаты получены в опытах с бессменной культурой озимой ржи в Галле (Германская Демократическая Республика) (табл. 40).

На Полтавской опытной станции бессменные посевы ржи без удобрений во втором и третьем пятилетии снизили урожай вдвое по сравнению со средним урожаем за первые пять лет.

Таблица 40

Средние урожаи ржи при бессменном возделывании в зависимости от удобрений (ц с 1 га)

Годы	Удобрения		
	без удобрений	навоз 12 т на 1 га ежегодно	N — 40, P — 45, K — 90 кг на 1 га ежегодно
1879—1893	18,1	23,1	26,0
1894—1908	14,8	23,1	23,4
1909—1923	9,6	18,5	17,9
1924—1938	10,8	23,2	22,2
1939—1953	9,5	22,8	19,6
В среднем за 75 лет	12,6	22,1	21,8

Бессменные посевы хлопчатника на Ак-Кавакской опытной станции Научно-исследовательского института хлопководства на неудобренном фоне привели к значительному понижению урожая. При внесении удобрений наблюдалось небольшое снижение урожая, за исключением последнего трехлетия (табл. 41).

Таблица 41

Урожаи хлопка-сырца при бессменных посевах хлопчатника (Ак-Кавакская опытная станция СоюзНИИХИ, 1937—1954 гг.)

Годы	Без удобрений		По NPK	
	ц с 1 га	%	ц с 1 га	%
1937—1939	22,5	100,0	38,9	100,0
1940—1942	20,8	92,4	37,5	96,2
1943—1945	15,3	68,0	32,0	82,0
1946—1948	12,2	54,2	37,2	97,2
1949—1951	11,6	51,5	36,2	92,8
1952—1954	11,0	48,9	43,2	110,8

Опытными учреждениями СССР и зарубежных стран и практикой многих колхозов и совхозов доказана возможность и целесообразность возделывать кукурузу на пойменных и плодородных орошаемых почвах без снижения урожая в течение 4—5 лет на одном и том же поле.

Более длительные опыты в США показали, что средние урожаи кукурузы при бессменном возделывании снижались в 1,5—2,3 раза по сравнению с севооборотом — кукуруза — овес — клевер.

Длительные опыты по изучению влияния бессменных посевов и севооборота на урожай табака (табл. 42) показали резкое снижение урожая этой культуры при бессменных ее посевах как на неудобренном фоне, так по полному минеральному удобрению.

Урожай табака (ц с 1 га) при бессменном возделывании
и в севообороте

Место проведения опыта	Почва	Продол- житель- ность опыта (лет)	Без удобрений		Удобрено	
			бес- сменно	в сево- обо- роте	бес- сменно	в сево- обо- роте
Абинское опытное поле (предгорная зона Северного Кавказа)	Серый вторично оподзоленный суглинок	8	12,6	23,2	15,2	27,4
Абхазская опытная станция (зона влажных субтропиков)	Подзолистый суглинок	12	—	—	12,7	21,3
Лагодехская опытная станция (зона сухих субтропиков, при орошении)	Аллювиальный лесной суглинок	12	14,3	17,5	19,3	23,3
Экспериментальная база ВИТИМ (южная степная зона Северного Кавказа)	Мощный предкавказский выщелоченный чернозем	3	—	—	23,5	30,5

Внесение удобрений позволяет удерживать урожай хлопчатника, кукурузы, картофеля, ржи, пшеницы на более высоком уровне, чем без удобрений, но при тех же условиях урожай в севообороте всегда значительно выше.

В результате опытов выявлено, что в определенных условиях различные культуры неодинаково выносят повторные посевы. Так, лен и подсолнечник резко снижают урожай при повторных посевах или при частом возвращении на прежнее место. Зерновые культуры можно высевать 2—3 года подряд и чаще, возвращать на прежнее место. Хлопчатник, кукурузу, картофель при соответствующей агротехнике можно возделывать повторно более длительно. Одна и та же культура в неодинаковых экологических условиях различно реагирует на повторные ее посевы. Сахарная свекла в лесостепи Украины сильно страдает при посеве в течение двух лет подряд, а в Киргизской ССР в условиях орошения она дает высокие урожай при посеве на одном поле 3 года подряд.

Глава XIX

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЧЕРЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР

Необходимость чередования сельскохозяйственных культур давно установлена практикой земледелия. О пользе его писали еще римские агрономические деятели. Научное же обоснование чередования

культур появилось с развитием естественных наук. К первым попыткам такого обоснования относится теория швейцарского ботаника де Кандолля, согласно которой растения берут из почвы как нужные, так и ненужные им вещества. Последние, выделяясь обратно в почву, накапливаются в ней и задерживают развитие последующих посевов данной культуры. Эта теория была видоизменена Макером, полагающим, что растения выделяют через корни органические вещества, которые вредны для последующих посевов тех же растений, но не вредят другим растениям, а, напротив, служат им пищей. В начале XX в. американскими учеными были обнаружены токсические вещества, выделяемые корнями растений (возможно, микроорганизмами). При этом оказалось, что вещества, выделяемые корнями пшеницы, были вредны для этой же культуры, менее вредны для овса и не вредны для несходных по биологии с пшеницей культур. При удалении этих веществ плодородие почвы восстанавливалось. Аналогичные выводы были сделаны из опытов, проведенных в Казанском университете.

С развитием теории плодосмена необходимость чередования сельскохозяйственных культур стала обосновываться с точки зрения теории почвенного питания растений. Характерной чертой этих обоснований было деление растений на противоположные группы по их влиянию на плодородие почвы. До возникновения минеральной теории питания растений сельскохозяйственные культуры подразделялись на обогащающие и истощающие почву гумусом. К первой группе относили широколиственные пропашные, бобовые культуры и кормовые травы, а ко второй — зерновые. Либих, исходя из теории минерального питания, считал, что все полевые сельскохозяйственные культуры истощают почву, но делил их на три группы в зависимости от того, какой элемент питания относительно больше потреблялся данной культурой — фосфор, калий или кальций. Согласно этой теории, необходимо чередовать культуры с различной потребностью в зольных элементах пищи. Снижение урожаев при бессменном посеве одной и той же культуры объяснялось уменьшением в почве какого-либо элемента пищи.

С открытием симбиоза в питании бобовых культур чередование бобовых и небобовых культур получило новое обоснование. При бессменном возделывании бобовых культур азот, фиксированный клубеньковыми бактериями и накапливаемый в почве, не только не использовался последующим посевом того же бобового растения, но угнетал его развитие, тогда как посев после бобовой культуры растений других семейств позволял использовать накопленный бобовыми азот и получать высокие урожаи.

В этот же период начало развиваться другое направление в теории чередования культур, которое нашло свое полное выражение в трудах П. А. Костычева и В. Р. Вильямса. Сторонники этого направления объясняли падение плодородия почвы при возделывании однолетних зерновых культур не изменением химического состава почвы, а ухудшением ее физических свойств, в частности утратой ею прочной

структуры. В результате этого ухудшался водный и пищевой режимы почвы и снижалось ее плодородие. Из этой теории был сделан вывод о необходимости периодической смены культуры однолетних растений посевом смеси многолетних бобовых и злаковых трав. Главная роль в улучшении структуры отводилась злаковым травам. Эта теория легла в основу травопольных севооборотов.

Недостатком всех указанных выше теорий чередования культур была их односторонность и ограниченность. Верно подмеченная та или иная причина благоприятного влияния севооборота на урожай сельскохозяйственных культур вырывалась из всей совокупности взаимосвязанных причин, обуславливающих в конечном счете тот эффект, который наблюдался в практическом земледелии от чередования культур.

В современных теориях севооборота учитывается все многообразие причин, вызывающих необходимость чередования культур. Д. Н. Прянишников объединил эти причины в четыре группы: 1) причины химического порядка, касающиеся питания растений зольными элементами и азотом; 2) различное влияние сельскохозяйственных культур и их возделывания на физические свойства почвы; 3) причины биологические, то есть различное отношение культурных растений к другим растительным и животным организмам, особенно вызывающим болезни, и к насекомым-вредителям, а также к сорным травам; 4) причины экономического порядка. Рассмотрим первые три причины.

ЧЕРЕДОВАНИЕ КУЛЬТУР И ПОЧВЕННОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Одной из причин чередования различных культур в севообороте является особенность их почвенного питания. Потребность в зольных питательных веществах и азоте зависит от вида растений и высоты урожая. Зерновые культуры при урожае зерна 20 ц с гектара берут из почвы 25 кг фосфора и по 50 кг калия и азота. Для получения 250 ц корней сахарной свеклы с гектара требуется 40 кг фосфора, 170 кг калия и 100 кг азота. Такое же количество фосфора, азота и несколько меньше калия необходимо для получения 25 ц хлопко-сырца с гектара. Следовательно, сахарная свекла и хлопчатник требуют больше питательных веществ по сравнению с зерновыми культурами и иного соотношения между фосфором, калием и азотом. Если зерновые культуры для создания урожая извлекают из почвы одинаковое количество калия и азота, а фосфора — половину этого количества, то сахарной свекле необходимо калия в 1,7 раза больше, чем азота, и в 4,3 раза больше, чем фосфора. Но этим не ограничивается различие указанных культур. Хлопчатник, лен, конопля не дают материала для образования навоза. Из корней сахарной свеклы промышленность использует лишь сахар, который не содержит веществ, взятых растением из почвы. Все эти вещества остаются в заводских отходах и ботве, которые при правильной организации хозяйства могут быть возвращены в почву после скармливания их

животным (ботва, жом, патока) или непосредственно в виде удобрения (дефекационная грязь).

При возделывании зерновых культур часть взятых ими из почвы веществ возвращается с подстилочной или кормовой соломой. Почти все питательные вещества, взятые из почвы кормовыми культурами, поступают обратно в почву с навозом, корневыми и пожнивными остатками. Кроме того, чередование бобовых культур с небобовыми дает возможность использовать накопленный азот для получения высоких урожаев ценных культур и снижает потребность их в органических и минеральных азотных удобрениях, а следовательно, уменьшает себестоимость продукции.

Хотя ни одно растение и не обогащает почву зольными веществами, но свойство использовать эти вещества у разных растений неодинаково. Некоторые растения могут усваивать питательные вещества из труднодоступных соединений, тогда как для других необходимы легкодоступные формы. Так, люпин и гречиха не только извлекают для себя фосфор из малодоступных соединений, но оставляют для последующих культур больше легкодоступных соединений фосфора.

Подобные различия наблюдаются и в отношении использования питательных веществ из различных по глубине слоев почвы, что объясняется разной глубиной проникновения корневой системы. Крупнейшие русские исследователи корневой системы сельскохозяйственных культур В. Г. Ротмистров (1910) и А. П. Модестов (1915) для лучшего использования питательных веществ почвы предлагали чередовать растения с разной корневой системой (корнесмен). Чередование культур, усваивающих легкодоступные питательные вещества, и культур, способных извлекать их из труднорастворимых соединений, а также культур с различной корневой системой позволяет полнее использовать питательные вещества в почве.

При возделывании той или иной культуры в почве происходят одновременно процессы синтеза и накопления органического вещества и его разрушения. В период вегетации растений процессы накопления органического вещества преобладают над его разрушением. Но после уборки до посева следующей культуры в почве идет разрушение органического вещества. Конечный результат будет зависеть от количества и состава оставляемого после уборки культуры органического вещества в почве и на ее поверхности, от возврата питательных веществ с навозом, а также от условий разложения органического вещества в почве, то есть от климатических факторов.

Улучшение баланса органического вещества и физических свойств почвы составляет важную задачу правильного построения севооборота. Высокие урожаи возделываемых культур создают более благоприятный баланс органического вещества. Немаловажное значение в некоторых районах имеет внедрение промежуточных культур, увеличивающих выход продукции с гектара земельной площади и изменяющих соотношение между синтезом и разрушением органического вещества.

Промежуточными и называют также культуры, которые выращиваются в промежутках времени, когда поля свободны от основных культур. В зависимости от периода произрастания, сроков и сроков посева промежуточные культуры делят на три группы: 1) поукосные и пожнивные культуры, высеваемые летом после уборки основной культуры и используемые преимущественно на корм скоту или на зеленое удобрение осенью того же года; 2) подсевные культуры, высеваемые весной под покров основной культуры и продолжающие свое развитие после уборки покровной культуры до поздней осени; 3) озимые культуры, высеваемые летом или осенью после уборки основной культуры и убираемые на корм весной следующего года до посева основной культуры. В южных увлажненных и орошаемых районах можно получать два полноценных урожая в течение года.

В более северных районах можно возделывать различные культуры на силос. По данным Гомельской опытной станции, пожнивные посевы не только увеличивают выход продукции с единицы площади, но и улучшают баланс органического вещества, оставляя в почве до 40—50 ц корневых и пожневных остатков.

Запашка органических остатков пожневных культур вызывает на следующий год усиленную микробиологическую деятельность, в результате чего содержание нитратов увеличивается почти в 2 раза, улучшаются физические свойства почвы. Все это приводит к повышению урожая последующих культур.

При запашке всего урожая промежуточных культур на зеленое удобрение влияние их на урожай последующих культур еще более увеличивается. Исследования чехословацких ученых показали, что использование промежуточных культур на зеленое удобрение повышает урожай кукурузы на 23—38% (табл. 43).

Таблица 43

Влияние промежуточных культур как зеленого удобрения на урожай кукурузы

Промежуточная культура на зеленое удобрение	Количество сухого вещества в зеленом удобрении (ц с 1 га)	Урожай зерна кукурузы	
		ц с 1 га	%
Без зеленого удобрения	—	36,3	100,0
Синий люпин	22,5	44,6	122,9
Ишкарнатный клевер	14,4	46,1	126,8
Синий люпин с ишкарнатным клевером	28,2	49,9	137,9

Однако было бы ошибочным возлагать задачу поддержания баланса органического вещества только на растительные остатки в почве. С этой целью необходимо увеличивать внесение органических удобрений.

ВЛИЯНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПРИЕМОВ ИХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Немалую роль в регулировании питательного, водно-воздушного и теплового режимов почвы играют структура и строение пахотного слоя почвы. Особенное значение структуре почвы придавал В. Р. Вильямс.

Многочисленные исследования, проведенные в разных почвенно-климатических зонах в нашей стране и за рубежом, показали, что многолетние травы улучшают структуру почвы. Однако увеличение количества водопрочных агрегатов оказалось не столь значительным, как это предполагал В. Р. Вильямс. Он переоценил также и роль прочной структуры, считая ее главным условием плодородия почвы. Между тем в работах А. Г. Дояренко, П. А. Некрасова и др. было показано большое значение строения пахотного слоя, которое определяется соотношением прочных и непрочных агрегатов и первичных почвенных частиц и их взаимным расположением. Оно создается не только в результате улучшения прочной структуры, но и обработки почвы. Что касается водопрочной структуры, то она может создаваться смесью многолетних бобовых и злаковых трав, а также одними бобовыми, например клевером, люцерной и даже однолетними культурами. Посев промежуточных культур способствует увеличению запасов органического вещества и улучшению структуры. Большое значение для поддержания структурного состояния почвы имеет внесение органических удобрений.

В засушливых районах необходимо учитывать наличие влаги в почве на полях с различными предшественниками на разных отрезках вегетационного периода и так чередовать культуры, чтобы они меньше страдали от недостатка влаги.

Особенно важно размещать озимые культуры по таким предшественникам, после которых остается или накапливается в почве достаточно влаги для прорастания семян и первого периода развития растений. Значение физических свойств почвы возрастает там, где проявляется водная или ветровая эрозия почвы. Здесь применяют целый комплекс мероприятий для защиты почвы от разрушения, в том числе и специальные почвозащитные севообороты.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ЧЕРЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР

Различные культуры и приемы их возделывания создают неодинаковые условия для развития сорняков. Озимые и зимующие сорняки приспособлены к культуре озимых хлебов и при бессменном их возделывании засоряют посевы этих культур. Яровые же сорняки подавляются быстро растущими весной озимыми. При повторных посевах яровых непорочных культур они засоряются яровыми сорняками, особенно овсягом, дикой редькой, кураем, мышеем и др. Озимые сорняки, напротив, легко уничтожаются зяблевой и предпосевной обработкой почвы. Таким образом, при чередовании озимых

и яровых культур создаются неблагоприятные условия для обеих групп сорняков.

Еще более важная роль в борьбе с сорняками принадлежит пропашным культурам. Междурядная обработка способствует уничтожению сорняков в посевах, очищению верхнего слоя почвы от семян и вегетативных органов размножения многолетних сорняков и уменьшает опасность засорения последующих культур.

Особенное значение имеет смена культур, засоряемых и не засоряемых паразитными сорняками. Опасность засорения этими сорными растениями, например подсолнечника, вынуждает не только отказываться от повторных посевов, но прибегать к посеву данной культуры не ранее чем через 7—8 лет, когда семена сорняка-паразита, находящиеся в почве, теряют жизнеспособность. В настоящее время сорняки часто являются главной причиной снижения урожаев яровой пшеницы в Казахстане и Сибири при длительных повторных посевах зерновых культур. Внедрение рациональных севооборотов с чистыми парами и с пропашными культурами — важное средство очищения полей от сорняков в этих районах.

Не меньшую опасность при бессменных посевах многих растений представляют вредители и возбудители болезней сельскохозяйственных культур, многие из которых также повреждают определенные культуры или группу культур.

По данным Всесоюзного научно-исследовательского института лубяных культур, поражаемость конопли блохой при повторных посевах увеличивается в 4—6 раз, а стеблевым мотыльком — в 5—7 раз.

При возделывании сахарной свеклы на постоянных плантациях быстро размножаются нематоды, снижающие урожай и содержание сахара в корнях. В недалеком прошлом в зерновых районах Северного Кавказа при однообразной структуре посевных площадей с большим процентом посева пшеницы наблюдалось сильное размножение вредной черепашки, наносящей большой урон зерновому производству. Яровая пшеница при посеве в течение ряда лет на одних и тех же полях сильно повреждалась зерновой совкой.

В настоящее время в некоторых областях Украины в посевах озимой пшеницы распространилась жужелица.

Внедрение в зерновых районах чистых паров пропашных и бобовых культур послужит одной из мер повышения урожайности зерновых в результате уменьшения потерь урожая от вредителей.

Многие культуры при бессменном их возделывании и даже при частом возвращении на прежнее поле сильно поражаются различными болезнями, вызываемыми грибами-паразитами, бактериями и вирусами. Например, озимая пшеница сильно поражается ржавчиной и корневой гнилью, лен и конопля — фузариозом, картофель — фитофторой, подсолнечник — ложномучнистой росой, хлопчатник — вилтом и т. д.

Поражение болезнями часто является главной причиной, побуждающей вводить севообороты. Д. Н. Прянишников писал, что

с истощением почвы мы можем бороться внесением удобрений, с потерей ею должного строения — внесением органического вещества, извести и правильной обработкой, с размножением паразитов очень часто нельзя справиться без должного севооборота.

Между культурными растениями и низшими организмами, находящимися в почве, существуют наряду с симбиотическими антибиотические связи. При этом культурные растения могут страдать от антибиотических веществ, выделяемых различными почвенными организмами. Так, у табака наблюдались морфологические нарушения вследствие действия растворимых органических соединений, диффундировавших из бактериальных клеток. С другой стороны, корни растений могут выделять антибиотики, губительные для микроорганизмов. Наконец, антибиотические связи существуют также между отдельными видами грибов и бактерий. Если при этом уничтожаются патогенные организмы, вызывающие болезни культурных растений, то такие антибиотические связи могут быть использованы как средство подавления патогенных организмов. Например, бактерии родов *Pseudomonas* и *Achromobacter* подавляют развитие некоторых видов *Fusaria*, вызывающих фузариоз льна. Исследованиями советских ученых доказано, что почва из-под бессменного клевера была токсична для клубеньковых бактерий, что отдельные расы ризосферных бактерий угнетали то же растение при повторных его посевах и стимулировали развитие другого растения.

Видовой состав микрофлоры неодинаков не только у растений различных видов, но и разных сортов. Изучение видового состава микрофлоры на льне, иммунном и восприимчивом к фузариозу, проведенное в Канаде, показало, что сорта, восприимчивые к заболеванию, имеют увеличенный и более специфический состав ризосферы по сравнению с иммунными сортами. Предполагается, что растения иммунных сортов выделяют в почву больше синильной кислоты, которая подавляет развитие некоторых видов микрофлоры ризосферы, особенно патогенных почвенных грибов, и не влияет на непатогенные грибы.

Развитие низших организмов (грибов и бактерий-ингибиторов), угнетающих растения своими выделениями или паразитизмом на корнях, признается в настоящее время главной причиной почвоутомления, вызывающего резкое падение урожаев данной культуры и не оказывающего вредного влияния на другую культуру.

Особенно страдают от почвоутомления культуры, сильно поражающиеся грибными и бактериальными болезнями (лен, клевер, горох и др.).

Замена неустойчивых к болезням сортов устойчивыми позволяет удерживать урожай повторных посевов.

Одним из путей подавления патогенных грибов в ризосфере корневой системы растения является повышение активности бионаселения почвы. В условиях высокого плодородия почвы у многих растений повышается устойчивость против заболеваний или снижается вред от них.

Заделка в почву некоторых растений и органических удобрений изменяет соотношение различных групп ризосферных бактерий. Так, в одном из опытов заплата сои снижала численность потенциально патогенных грибов на корнях земляники. Такое же влияние оказывала глюкоза и другие углеводы. Эти опыты говорят о возможности использования промежуточных культур на зеленое удобрение для борьбы с болезнями растений и почвоутомлением.

Некоторые ученые считают причиной утомления почвы токсические вещества, выделяемые корнями растений. Э. Рассел (1955) полагает, что клевероутомление вызывается какими-то веществами, вырабатываемыми корнями клевера. Внесение больших количеств навоза в почву защищает вновь выращиваемые растения клевера от действия токсических веществ. Это защитное действие навоза более правильно можно объяснить изменением видового состава микроорганизмов в связи с внесением их с навозом и увеличением энергетического материала, что вызывает повышение общей активности микрофлоры и подавление патогенных грибов.

Видовой состав грибов и ризосферных бактерий в почве может меняться или вследствие смены возделываемых растений, или из-за перемены условий жизнедеятельности микроорганизмов. Следовательно, правильным чередованием культур или изменением агротехники можно достигнуть наилучших результатов в борьбе с почвоутомлением и в защите растений от болезней и вредителей.

В практике земледелия различных почвенно-климатических зон и в зависимости от биологических особенностей и технологии возделываемых культур в качестве главной причины снижения урожаев при повторных посевах выступает то один, то другой из рассмотренных выше факторов.

Однако общая закономерность состоит в том, что чередование культур тем больше сказывается на повышении их урожаев, чем значительнее различия в биологических особенностях и технологии возделывания этих культур. Чередование, например, яровой пшеницы и овса не может дать такого эффекта, какой получают от чередования этих же культур с растениями другой группы, например с пропашными или бобовыми. Это подтверждается итогами тридцатилетнего опыта (с 1910 по 1939 г.) на сельскохозяйственной станции штата Миннесота (США), где пшеница при чередовании с овсом повысила урожай по сравнению с бессменными посевами лишь на 1 ц с гектара, или на 8,5%, а в четырехпольном севообороте с кукурузой, овсом и клевером прибавка составила 5,1 ц, или 43,5% (табл. 44).

В зависимости от биологических особенностей и технологии возделывания сельскохозяйственных культур они по-разному реагируют также и на повторные посевы и на периодичность возвращения на прежнее поле. В качестве общей закономерности выявлено, что культуры, менее устойчивые к сорнякам, имеющие больше специфических болезней и вредителей, сильнее снижают урожай при повторных посевах и частом возвращении на прежнее место. В зависимости от структуры посевных площадей и главных причин, обуславливаю-

щих чередование возделываемых сельскохозяйственных культур, должны вводиться различные севообороты как по составу культур, так и по порядку их чередования. Исходя из этого, Д. Н. Прянишников (1945) подчеркивал, что самая мысль о том, будто имеется какой-то один тип севооборотов, пригодный во все времена и у всех народов, является антидиалектической, — таких универсальных севооборотов нет и быть не может.

Таблица 44

Урожай сельскохозяйственных культур (ц с 1 га) при бессменных посевах и в севооборотах

Севооборот	Удобрения	Культуры				Получено с 1 га	
		кукуруза	овес	пшеница	травы (сено)	зерна	сена
Монокultura	Удобрено	22,9	17,4	11,7	—	17,3	—
Кукуруза — овес	»	25,3	22,6	—	—	23,9	—
Пшеница — овес	»	—	18,3	12,7	—	15,5	—
Кукуруза — овес — травы	Без удобрения	23,3	22,4	—	44,7	15,2	14,9
То же	Удобрено	29,1	24,0	—	49,5	17,7	16,5
Кукуруза — овес — пшеница — травы	»	30,6	23,6	16,8	57,6	17,8	14,4

Глава XX

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И УРОЖАЙ ПОСЛЕДУЮЩИХ КУЛЬТУР

Культурные растения и приемы их выращивания, особенно удобрения, оказывают существенное и разнообразное влияние на физические, химические и биологические свойства почвы.

Наряду с особенностями в биологии и технологии возделывания между культурами и приемами их выращивания имеются сходства, по которым эти растения можно объединить в группы, более или менее резко различающиеся как по биологии, так и по влиянию на почву и урожай последующих культур (пропашные, зерновые не-пропашные, бобовые, по удобренному и неудобренному фону и т. д.). К особой группе предшественников относятся чистые пары. Выяснение характера влияния этих групп важно для оценки их как предшественников для других культур и для построения правильного чередования растений.

ЧИСТЫЕ ПАРЫ И ИХ РОЛЬ В СЕВООБОРОТЕ

Лучшим предшественником озимых хлебов, а в юго-восточных и восточных районах и яровой пшеницы являются чистые пары, которые дают возможность собирать более высокие урожаи, прежде

всего из-за лучшего обеспечения растений влагой. Поэтому наибольшие прибавки урожаев озимых культур и яровой пшеницы при посеве их по пару получаются в засушливых и ползасушливых районах (степные районы европейской части СССР и Сибири, Северный Казахстан). По многолетним данным Луганской метеостанции, количество продуктивной влаги в 20-сантиметровом слое почвы в августе и сентябре составляло на чистом пару от 18 до 23 мм, после кукурузы — от 5 до 8 мм и после озимых по чистому пару — от 6 до 10 мм.

В опытах Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (СибНИИСХоз, Омск) средний за 17 лет запас влаги в метровом слое почвы перед посевом яровой пшеницы составлял при посеве ее по чистому пару 160 мм, а после зерновых предшественников — 119 мм.

Чистые пары имеют большое значение для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями зерновых культур. В опытах СибНИИСХоза в период кущения яровой пшеницы, посеянной после зерновых, насчитывалось на 1 м² 67 сорных растений, а в посевах по пару — 14. По данным Крымской опытной станции, паровая обработка почти полностью освобождает поле от горчака розового.

Во время обработки пара в почве накапливаются большое количество доступных для растений форм питательных веществ.

Посевы озимых хлебов и яровой пшеницы по чистым парам в засушливых районах дают нередко вдвое большие урожаи по сравнению с урожаями после непаровых предшественников. На Херсонской опытной станции средний урожай озимой пшеницы за 35 лет по чистому пару составил 15,6 ц, а по зерновым колосовым — 7 ц с гектара. За последние годы на некоторых сортоучастках южных областей Украины урожай озимой пшеницы Безостая 1 по чистому пару были почти в 2 раза выше ее урожаев по непаровым предшественникам (табл. 45).

Таблица 45

Урожай озимой пшеницы Безостая 1 (ц с 1 га) по различным предшественникам

Наименование сортоучастка	Год проведения опытов	Предшественник		
		чистый пар	кукуруза на силос	озимая пшеница
Барваровский (Николаевская область)	1961—1963	46,8	26,6	—
Нижнесерогозский (Херсонская область)	1962—1963	30,8	11,7	—
Краснопереконский (Крымская область)	1960—1962	37,5	—	21,7

По данным научно-исследовательских учреждений и сортоиспытательных участков, в степных и лесостепных засушливых районах Сибири и Казахстана урожай яровой пшеницы по чистым парам на 30—50% выше, чем после зерновых предшественников. Так, по дан-

ным СибНИИСХоза, урожай яровой пшеницы в среднем за 17 лет по пару составил 18,1 ц, а после зерновых — 12,4 ц с гектара. В Красноярском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в среднем за 11 лет (1945—1955) собрано яровой пшеницы при посеве по пару 22,9 ц с гектара, а после пшеницы (вторая культура после пара) — только 16,2 ц.

Положительное действие чистого пара проявляется и на последующих культурах. Это объясняется главным образом чистотой полей от сорняков и большими запасами влаги в глубоких слоях почвы. Например, в опытах Белоцерковской опытно-селекционной станции Всесоюзного института сахарной свеклы запасы доступной для растений влаги в полутораметровом слое почвы перед посевом сахарной свеклы составляли в звене: чистый пар — озимая пшеница — свекла 229 мм, а в звене многолетние травы — озимая пшеница — свекла 206 мм. Урожай сахарной свеклы в среднем за 6 лет были в севообороте с чистым паром 341 ц, с паром, занятым эспарцетом или клевером, — 310—311 ц, в севообороте с паром, занятым горохом, — 275 ц.

В производственных посевах Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства Целиноградской области яровая пшеница по чистому пару в среднем за 1961 и 1962 гг. дала по 15 ц зерна с гектара, при посеве второй культурой после пара — 13 ц, третьей культурой — 11,6 ц, а при длительных повторных посевах — 8,5 ц. В сумме от трех урожаев по чистому пару получена прибавка урожая 14,1 ц, что с излишком возмещает недобор зерна в паровом поле.

В совхозе «Победа Ильича» Кокчетавской области при возделывании яровой пшеницы по чистому пару в течение трех лет получено 57,1 ц зерна с гектара, или в среднем по 14,3 ц с гектара, тогда как при непрерывном посеве зерновых в течение четырех лет собрано 44,4 ц, или в среднем по 11,1 ц с гектара.

Наряду с повышением урожаев чистые пары оказывают положительное влияние на качество зерна. По исследованиям К. Г. Шулмейстера в колхозе «Россия» Волгоградской области в зерне озимой пшеницы, высеваемой по пару, было 16,05% белка, а после других предшественников — от 14,2 до 14,7%. В опытах Научно-исследовательского института сельского хозяйства центральных районов нечерноземной полосы в зерне озимой пшеницы, высеваемой по черному удобренному пару, было 15,3% белка, по вико-овсяному — 13,2.

Научные исследования и производственные опыты показали целесообразность размещения части озимых культур и яровой пшеницы в севооборотах хозяйств зернового направления в районах недостаточного увлажнения по чистым парам. Однако даже в этих районах по чистым парам размещают не более $\frac{1}{3}$ озимой или не более половины яровой пшеницы от общей площади посева этих культур. В районах же, более обеспеченных влагой, площадь под чистыми парами следует еще больше ограничивать, вплоть до полной замены их занятыми парами.

Будучи хорошим предшественником, поле чистого пара не дает продукции и оправдывается экономически только тогда, когда этот недобор перекрывается прибавками урожаев сельскохозяйственных культур, высеваемых в течение ряда лет в этом поле после пара. По мере продвижения с востока к западу и с юга к северу прибавки урожаев от введения чистого пара по сравнению с занятым все более уменьшаются и их применение в севооборотах сказывается на снижении общего выхода продукции на гектар пашни и становится невыгодным. Этим и объясняется размещение преобладающей части посевов озимых культур и яровой пшеницы после других предшественников.

Рассмотрим отдельные группы культурных растений в качестве предшественников для других культур.

МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ

Прекрасным предшественником для большинства культур служат бобовые многолетние травы (клевер, люцерна, эспарцет) и смеси их со злаковыми.

Положительное влияние клевера и люцерны объясняется главным образом обогащением почвы органическим веществом и азотом.

Многолетние травы улучшают структуру и другие физические свойства почвы. Они выполняют санитарную роль, подавляя аэробный процесс и связанную с ним жизнедеятельность многих организмов, вызывающих болезни или повреждения растений.

Ценность бобовых трав как предшественников озимых культур обусловлена сравнительно ранней уборкой их, что позволяет возделывать эти травы в занятых парах даже в наиболее северных районах, где выбор предшественников озимых крайне ограничен. Этими причинами объясняются высокие урожаи озимых при посеве их после клевера одногодичного пользования, которые нередко превосходят урожаи по чистым парам. Так, на Лиепайской опытной станции Латвийской ССР озимая пшеница при посеве по клеверному пару в среднем за 9 лет дала 27,8 ц зерна с гектара, что на 7% превышало урожай по чистому пару. По данным Северо-Западного научно-исследовательского института сельского хозяйства, озимая рожь после клевера первого года пользования в среднем за 4 года дала 21,4 ц зерна с гектара при урожае по черному пару 22,1 ц.

Не меньшую ценность представляют бобовые травы как предшественники озимой пшеницы в Полесье и лесостепи УССР, а также в центрально-черноземных областях и в увлажненных районах Северного Кавказа.

На Винницкой областной опытной станции озимая пшеница, высеваемая после клевера одногодичного пользования, дала в среднем за 8 лет 36,8 ц с гектара при урожае по чистому пару 35,6 ц.

По мере продвижения в более засушливые районы бобовые травы все больше утрачивают свои преимущества как предшественники озимых культур. Уже на Эрастовской опытной станции Днепропет-

ровской области по пару, занятому аспарцетом, в среднем за 7 лет получено зерна озимой пшеницы лишь 19,1 ц с гектара, или на 8,5 ц меньше, чем по чистому пару, причем в засушливые годы урожай снижался еще больше, а в отдельные годы посевы пшеницы погибали.

Многолетние бобовые травы и смеси их со злаковыми являются ценным предшественником для льна, конопли, проса и яровых зерновых культур. Посевы льна по хорошему пласту многолетних трав меньше засоряются, мало страдают от болезней и вредителей, в результате чего повышается урожай льноволокна и семян. По данным Северо-Западного научно-исследовательского института сельского хозяйства, в посевах льна после клевера второго года пользования насчитывалось 77 сорняков на 1 м², тогда как в посевах после картофеля — 152 и после гороха — 314.

В опытах Всесоюзного научно-исследовательского института льна (Калининская область) при посеве льна после клевера с тимopheевкой второго года пользования в среднем за 8 лет получено по 8,2 ц волокна с гектара, а после картофеля 7,2 ц. При посеве овса после клевера второго года пользования урожай зерна повышался на 27—30% по сравнению с посевами его после картофеля.

По данным ряда научно-исследовательских учреждений нечерноземной полосы, яровая пшеница при посеве по пласту клевера, особенно смеси его с тимopheевкой двухлетнего пользования, снижает урожай по сравнению с посевами ее после картофеля или по обороту пласта. Объясняется это недостатком азота в почве в первый период жизни пшеницы, повреждениями ее посевов проволочником и рядом других причин.

Бобовые многолетние травы служат хорошим предшественником для некоторых пропашных культур.

По данным С. Н. Рыжова и И. А. Дормана, на Ферганской опытной станции наивысший урожай хлопчатника был получен при посеве после люцерны, затем он постепенно снижался и составил на неудобренном фоне на четвертый год после распахки люцерны лишь 73% первоначального. На удобренном фоне это снижение менее заметно (рис. 90). Люцерна оказывает большое влияние на урожайность хлопчатника, поэтому ее посевы рекомендуются в хлопководческих районах орошаемого земледелия.

По данным Горьковской, Московской и Владимирской опытных станций, урожай картофеля по пласту многолетних трав был значи-

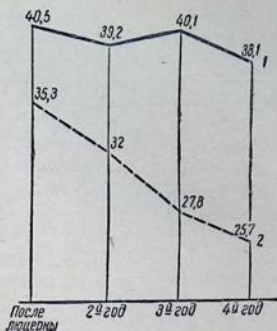


Рис. 90. Урожай хлопчатника (ц с 1 га) при повторных посевах после люцерны:

1 — по удобренному фону; 2 — без удобрений.

тельно выше, чем после других предшественников. Доказано также, что при использовании пласта многолетних трав под картофель урожаи последующих культур севооборота не снижаются. Таким образом, многолетние бобовые травы одногодичного и двухгодичного пользования являются прекрасными предшественниками в условиях достаточного увлажнения или орошения для озимых, льна, картофеля, хлопчатника, конопли и яровых зерновых культур.

При неустойчивом или недостаточном увлажнении многолетние травы служат хорошим предшественником для проса, бахчевых культур и яровой пшеницы при условии раннего подъема пласта и использования способов накопления влаги.

ЗЕРНОБОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Зернобобовые непропашные культуры (горох, вика на семена, чечевица, нут и др.) оставляют в почве сравнительно мало органического вещества в виде корней и пожнивных остатков, меньше, чем клевер и люцерна накапливают азота и не оказывают значительного влияния на улучшение физических свойств почвы. В то же время зернобобовые культуры имеют по сравнению с зерновыми алаковыми важное преимущество как азотонакопители. Некоторые зернобобовые культуры, например скороспелые сорта гороха, имеют короткий период вегетации, могут прорасти при минимальных температурах, быстро поспевают и освобождают поле для последующих культур. Ранняя уборка позволяет использовать их в южных районах достаточного увлажнения и при орошении в качестве предшественников для посева и получения урожая другой культуры в том же году, а также почти во всех зонах в качестве предшественников озимых культур. При оставлении поля под яровые культуры можно провести раннюю зяблевую обработку.

Ранние загущенные узкорядные посевы гороха сильно затеняют и угнетают сорные растения. Поэтому под зернобобовыми культурами сохраняется лучшее строение почвы, она меньше уплотняется и лучше сохраняет влагу в верхних слоях. Зернобобовые культуры, особенно люпин, при помощи ризосферных микроорганизмов и корневых выделений превращают труднодоступные фосфаты в растворимые, которые используются самими бобовыми растениями и последующими культурами.

Болезни и вредители бобовых культур в большинстве своем не опасны для зерновых или пропашных небобовых культур. Этим объясняется лучшее их влияние на урожай последующих культур по сравнению с зерновыми.

Зернобобовые культуры, в частности горох, являются хорошими предшественниками озимых хлебов в лесостепной и в южной части лесолуговой зоны. Урожай их при посеве после гороха мало снижается по сравнению с урожаем по чистому пару и не уступает посевам после других предшественников. Так, в опытах Винницкой областной опытной станции урожай озимой пшеницы, высеваемой

после гороха, в среднем за 8 лет составил 36,8 ц с гектара и равнялся урожаю по клеверному пару. На Мордовской опытной станции озимая рожь, посеянная после гороха, в среднем за 10 лет дала 18,7 ц зерна с гектара, или на 2,6 ц больше, чем по вико-овсяному пару. Общий урожай двух культур был на 880 кормовых единиц больше по сравнению со звеном вико-овсяная смесь — озимая рожь.

Очень ценными предшественниками являются также зернобобовые для яровых зерновых и пропашных культур. Прибавка урожая яровой пшеницы при посеве после гороха по сравнению с урожаем повторного посева на Сумской опытной станции составила 31%, на Чимшинской — 23%, на Безенчукской — 11%. На Казанской опытной станции в среднем за 4 года получено зерна яровой пшеницы при посеве ее после гороха 22,6 ц с гектара, или на 12% больше, чем после такого хорошего предшественника, как картофель. В северных условиях урожай овса, посеянного после гороха, по данным Северо-Западного научно-исследовательского института сельского хозяйства (1961—1965), значительно уступал урожаям при посеве после клевера и картофеля. На Шатиловской (ныне Орловской) опытной станции урожай картофеля после гороха был на 22% выше, чем после ржи, на 13% выше по сравнению с посевом после свеклы и на 10% выше по сравнению с урожаем при повторном посеве.

Сахарная свекла и кукуруза при посеве после зернобобовых на чистых от сорняков полях дает такие же урожаи, как и при посеве после озимой пшеницы.

Лен в опытах Западной опытной станции в среднем за 3 года дал урожай соломки после гороха 33,8 ц с гектара, или на 6,2 ц больше, чем после ячменя. Урожай семян также был выше по сравнению с другими предшественниками.

В ряде западных областей УССР и БССР, особенно на легких почвах, большое распространение среди бобовых культур получил кормовой люпин.

Кормовой люпин, убранный на зеленый корм, оказывает на урожай последующих культур почти такое же влияние, как и люпин, запаханный на зеленое удобрение. Так, в опытах Научно-исследовательского института сельского хозяйства центральных районов нечерноземной полосы в среднем за 5 лет при возделывании озимой пшеницы после люпина, запаханного на удобрение, получено 34,1 ц зерна с гектара, а после люпина, зеленая масса которого была снята на корм, — 33,5 ц.

Таким образом, зернобобовые культуры являются важным звеном севооборота и хорошими предшественниками зерновых, пропашных и технических культур. Повторные посевы или чередование одной бобовой культуры с другой не рекомендуются вследствие опасности распространения специфических болезней и вредителей, вызывающих утомление почвы, и менее продуктивного использования накопленного в ней азота.

ПРОПАШНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Пропашные культуры, объединенные в одну группу по способу возделывания, очень разнообразны по характеру продукции и биологическим особенностям. Общим для этих культур является их сороочищающая роль. При правильном уходе пропашные культуры в этом отношении приближаются к чистому пару. Вторым общим признаком можно считать повышенную микробиологическую активность почвы вследствие ее систематического рыхления в течение всего вегетационного периода. Поэтому под пропашными культурами активнее идет мобилизация подвижных питательных веществ в результате разложения органического вещества почвы и удобрений. Влияние пропашных зернобобовых культур, например кормовых бобов, сои и др., усиливается деятельностью клубеньковых бактерий, вследствие чего почва обогащается азотом.

Некоторые пропашные культуры, например кукуруза, развивают мощную корневую систему, проникающую в глубь почвы от 1,5 до 4 м; значительная часть ее корней на черноземных почвах (до 33% и более) находится в подпахотном слое.

Кукуруза и особенно сорго более экономно используют влагу, извлекая ее из глубоких слоев почвы. На полях, занятых пропашными культурами, влага летних атмосферных осадков хорошо проникает в рыхлую почву. Значительные запасы влаги в метровом слое почвы остаются после картофеля, мочковатые корни которого проникают всего на глубину 60 см. Сахарная свекла и подсолнечник оставляют после себя меньше влаги, чем кукуруза и картофель.

Хлопчатник по количеству оставляемого в почве органического вещества стоит ближе к кукурузе и подсолнечнику, чем к корнеклубнеплодам. Он использует значительные количества воды с глубины 100—150 см в период массового цветения.

Рассмотренные выше особенности биологии и приемов возделывания пропашных культур, и прежде всего хлопчатника, кукурузы, дают возможность выращивать их при условии высокой агротехники в повторных посевах в течение ряда лет.

Заслуживает внимания и производственной проверки рекомендация Д. Н. Прянишникова о включении между двумя посевами хлопчатника зимних промежуточных культур, в частности шадара, инкарнатного клевера и пажитника, для заправки их весной на зеленое удобрение с целью обогащения почвы органическим веществом и азотом или для зимней подкормки скота.

За последние годы ряд опытных учреждений, колхозов и совхозов получили достаточно убедительные доказательства возможности повторных посевов кукурузы (табл. 46).

Повторные посевы целесообразно применять в хозяйстве, где недостаточно плодородных почв, пригодных для возделывания кукурузы, например в нечерноземной полосе, а также в условиях засушливого климата, где кукурузу можно размещать на пониженных или орошаемых участках. Целесообразны повторные посевы в те-

ние 2—3 лет и в основных севооборотах с высокой степенью насыщения их кукурузой.

При орошении применяют повторные посевы сахарной свеклы. Однако возделывание этой культуры на одном и том же поле более двух лет подряд нежелательно в связи с опасностью распространения ее болезней и вредителей.

Таблица 46

Урожай кукурузы (ц с 1 га) в севооборотах и при бессменных посевах
(Всесоюзный институт кукурузы)

Предшественник	1958 г.	1960 г.	1962 г.	1964 г.	1966 г.
Озимая пшеница	47,0	28,3	31,7	27,2	33,6
Чечевица	46,2	22,8	25,8	29,3	28,6
Кукуруза	41,9	18,9	22,2	27,2	25,8
Подсолнечник	44,0	13,7	13,0	25,4	23,9
Ячмень	42,8	14,5	20,6	25,8	23,2
Бессменные посевы:	4-й год	6-й год	8-й год	10-й год	12-й год
без удобрений	42,4	24,6	19,4	29,2	23,6
навоз по 10 т на 1 га ежегодно	44,1	21,9	23,8	30,3	26,8

В специальных овоще-картофельных севооборотах возможны повторные посевы картофеля, но не более двух лет подряд.

Более строгие требования к чередованию необходимы при возделывании подсолнечника. Повторные посевы и частое возвращение подсолнечника на прежнее поле вызывают массовое распространение вредителей, болезней и сорняков-паразитов. Культуры, не поражаемые болезнями подсолнечника и заразной, можно с успехом высевать после него. При этом надо учитывать сравнительно небольшие запасы влаги в почве после подсолнечника и опасность засорения следующей культуры падалицей. В связи со значительным иссушением почвы и засорением верхнего слоя ее падалицей подсолнечника поле после него нередко оставляют под чистый или занятый пар.

После пропашных культур с успехом можно высевать другие растения из той же группы. Кукуруза дает примерно одинаковый урожай зерна при посеве ее после кукурузы и сахарной свеклы и выше, чем после подсолнечника. В нечерноземной полосе картофель является одним из лучших предшественников для кукурузы или сахарной свеклы. Подсолнечник хорошо удается после кукурузы, кориандра и других пропашных культур, не использующих влагу глубоких горизонтов почвы. Сахарная свекла как культура, иссушающая почву на значительную глубину, — менее ценный предшественник для подсолнечника и других пропашных культур.

Кукуруза на силос, подсолнечник, кормовые бобы, ранние сорта картофеля — хорошие предшественники озимых.

В южных увлажненных районах возделывания подсолнечника на семена, где его убирают раньше посева озимых, он может быть их

предшественником. Озимые культуры лучше яровых подавляют падалицу подсолнечника.

Пропашные культуры служат прекрасным предшественником для яровых зерновых, зернобобовых, крупяных культур, льна и конопли. В опытах Воронежского сельскохозяйственного института средний урожай проса за 3 года составил после кукурузы 20,8 ц и после подсолнечника 21,3 ц с гектара. На Рамонской опытной станции средний за 5 лет урожай проса после сахарной свеклы был на 1,6 ц, или на 10%, выше по сравнению с урожаем после зерновых предшественников.

В опытах Шатиловской (ныне Орловской) станции урожай проса после сахарной свеклы был на 29%, а после картофеля — на 87% выше, чем после ржи.

По 10-летним данным Научно-исследовательского института льна (1951—1960), при посеве льна после картофеля получен такой же урожай семян, как и после многолетних трав.

Высокую оценку получили пропашные культуры в качестве предшественника конопли.

Пропашные культуры служат ценными предшественниками яровых зерновых культур и в первую очередь пшеницы.

По данным семи опытных учреждений юго-востока Украины и РСФСР, прибавка урожая яровой пшеницы после пропашных культур (кукуруза, картофель, сахарная свекла, подсолнечник) была в среднем на 21% выше, чем при посеве ее после яровой пшеницы.

Хорошими предшественниками яровой пшеницы и ячменя являются сахарная свекла и картофель, а также подсолнечник при условии уничтожения падалицы обработкой почвы или гербицидами. Влияние пропашных распространяется и на вторую культуру.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НЕПРОПАШНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Особую группу предшественников представляют технические непропашные культуры (лен, конопля и др.).

Лен и конопля оставляют мало органического вещества в почве и почти не дают материала для навоза, поэтому повышение доли льна в посевах возможно лишь при условии применения достаточных количеств минеральных удобрений и культуры растений-азотосбирателей, а для повторных посевов конопли требуется ежегодное внесение органических удобрений.

По количеству питательных веществ, извлекаемых из почвы, лен и конопля занимают промежуточное положение между зерновыми культурами и корнеклубнеплодами. В отличие от льна конопля хорошо усваивает труднорастворимые соединения фосфатов.

Отношение льна и конопли к повторным посевам различно. Если конопля издавна считается растением, хорошо выносящим повторные посевы на плодородных почвах при внесении значительных количеств органических удобрений, то лен относится к культурам, наиболее

страдающим от повторных посевов и частого возвращения на прежние поля. Это объясняется сильным развитием патогенных грибов и бактерий-ингибиторов.

По данным Опытной станции полеводства Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, на шестой год посева льна урожай соломки снизился до 5,4 ц на навозном и до 4,7 ц на минеральном фоне, то есть в несколько раз. Снижение урожая семян наблюдалось на второй год.

В большинстве льносеющих хозяйств пока посевы льна размещаются в одном поле севооборота, занимая до 15% пашни. В этом случае поле после льна с успехом может быть использовано под посевы пропашных и зерновых культур, озимой ржи и пшеницы.

Ссылаясь на опыт Западной Европы, где уже давно после льна сеют озимую пшеницу в интенсивном трехпольном севообороте: 1) лен, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, с внесением под все культуры минеральных удобрений, Д. Н. Прянишников писал, что помещение льна в пару перед озимыми с успехом испытано на опытном поле Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева и рекомендовал использовать под лен хотя бы часть площади пара (при должном удобрении льна). Эта рекомендация полностью оправдалась. При своевременной уборке льна и посеве озимых культур с внесением удобрений урожай озимых получается не ниже, чем по чистому пару. В опытах Всесоюзного научно-исследовательского института льна (г. Торжок Калининской области) в среднем за 3 года урожай ржи при посеве ее после льна составили 28,4 ц зерна с гектара, а по черному пару — 27,5 ц.

Урожай повторных посевов конопли мало уступают урожаям после других предшественников. Так, в опытах экспериментальной базы Научно-исследовательского института лубяных культур на темно-серых оподзоленных суглинках повторные посевы конопли в течение четырех лет дали 7,8 ц волокна и 4 ц семян с гектара, или на 10% ниже, чем при посеве после смеси многолетних бобовых и злаковых трав второго года пользования. Однако при увеличении посевов конопли в севообороте с 40 до 60% к площади пашни урожай волокна не снизился, а производство волокна на гектар пашни увеличилось с 3,7 до 5,5 ц.

Однако длительные повторные посевы конопли требуют больше удобрений и усиливают поражение посевов вредителями (стеблевой мотылек, конопляная блоха) и болезнями (фузариоз). В связи с этим целесообразно посевы конопли периодически прерывать на 1—2 года пропашной культурой, многолетними травами или зернобобовыми. На хорошо заправленной удобрениями почве эти ценные культуры дают высокие урожаи и способствуют росту урожаев последующих посевов конопли. По данным Института лубяных культур, самые высокие урожаи конопли были получены по кормовому люпину и картофелю.

ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

В зависимости от видов и сортов озимых и яровых зерновых культур, от почвенно-климатических условий и применяемой агротехники вес сухих корней у зерновых культур составляет 15—30% от урожая надземной массы, а вместе с пожнивными остатками он достигает 25—40%, не считая отмирающих при жизни растений корневых волосков.

В зависимости от продолжительности послеуборочного периода, механического состава и физических свойств, температуры и влажности почвы процесс разложения органического вещества во время произрастания зерновых и после их уборки может быть меньше, равняться или преобладать над процессами его создания в почве растениями, удобрениями и микроорганизмами. Улучшение агротехники, особенно внесение органических удобрений, а также внедрение промежуточных культур и другие мероприятия способствуют большему накоплению органического вещества в почве.

Потребность зерновых культур в зольных элементах пищи и азоте несколько меньше, чем пропашных культур. Так как большая часть калия содержится в соломе, то она поступает обратно в почву с навозом. Азот пополняется из разлагающегося органического вещества почвы или удобрений, а также в результате фиксации атмосферного азота ризосферными бактериями, в частности азотобактером. Все зерновые культуры усваивают фосфор из его запасов в почве или из вносимых удобрений. Неодинаковая способность зерновых культур использовать труднорастворимые фосфаты связана с характером корневых выделений и продуктов жизнедеятельности ризосферных микроорганизмов. Так, для пшеницы требуются легкоподвижные формы фосфатов, тогда как гречиха может усваивать фосфор из труднодоступных соединений.

Рядом исследований доказано, что под однолетними зерновыми культурами заметно улучшается структура почвы в зоне наибольшего распространения корней.

Зерновые культуры, особенно озимые, потребляют значительное количество воды из почвы. В то же время озимые лучше используют влагу осенних и зимних осадков. Вследствие более ранней их уборки создаются лучшие условия для накопления осадков в послеуборочный период. Из яровых зерновых и крупяных культур влаги в почве остается после проса больше, чем после яровой пшеницы, ячменя или овса.

Озимые культуры вследствие быстрого развития затевают многие сорные растения, опережая их в росте. Больше страдают от засорения яровые, особенно пшеница и просо, поэтому нередко поля из-под этих культур выходят засоренными. На стерне зерновых и поверхности почвы могут оставаться насекомые-вредители, патогенные грибы, что также необходимо учитывать при оценке этих культур как предшественников.

Озимая рожь лучше выносит повторные посевы, чем пшеница. На станции полеводства Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева повторные посевы ржи в среднем за 4 года дали по 24,3 ц зерна с гектара при урожае по чистому пару 25,8 ц. Повторные посевы озимой пшеницы сильно поражаются корневыми гнилями. В опытах кафедры земледелия ТСХА в экспериментальном хозяйстве «Щапово» Московской области такие посевы в течение трех лет дали в среднем на неудобренном фоне 15,8 ц зерна с гектара, а на удобренном навозом и минеральными удобрениями — 25,8 ц при урожае в севообороте после клевера одногодичного пользования соответственно 28,1 и 35,1 ц.

Озимые зерновые культуры служат хорошим предшественником для яровых зерновых, пропашных и зернобобовых культур, особенно если озимые высевались по чистым парам или после пропашных культур. По данным Полтавской опытной станции, урожай зерна кукурузы после озимых был выше, чем после яровых зерновых и сахарной свеклы, уступая лишь урожаю после бобовых культур.

На Белоцерковской опытной станции сахарная свекла после озимой пшеницы, высеваемой по чистому пару, дала в среднем за 8 лет 365 ц корней с гектара, а по обороту пласта многолетних трав двухгодичного пользования (по пласту высевали озимую пшеницу) — 315 ц. Таким образом, при оценке озимой пшеницы как предшественника необходимо учитывать, в каком звене севооборота размещается пшеница.

После озимых культур можно размещать подсолнечник, картофель и лен-долгунец. В опытах Северо-Западного института сельского хозяйства (1962—1965) наивысший урожай картофеля (280 ц с гектара) получен после озимой ржи, клевера и кукурузы.

В южных районах достаточного увлажнения или при орошении поля после озимых культур следует использовать для получения второго урожая. Урожай зеленой массы кукурузы при летнем посеве после озимых достигает 400—500 ц с гектара. В более северных районах можно высевать пожнивно люпин, белую горчицу, рапс и другие культуры с использованием их на корм или на зеленое удобрение.

Яровые зерновые культуры как предшественники несколько уступают озимым, но оценка их зависит от предыдущей истории поля и применяемой агротехники. Яровая пшеница, посеянная по целине, после пропашных культур или по чистому пару — хороший предшественник для повторного посева и для других культур.

Опыты, проведенные в Северном Казахстане, показали, что повторные посевы яровой пшеницы хотя и снижают урожай по сравнению с посевами ее по чистому пару, но повышают общий выход зерна на гектар пашни.

Яровые зерновые, высеваемые после пропашных, являются также удовлетворительными предшественниками для других культур.

Однако повторные посевы яровой пшеницы и других зерновых культур в большинстве случаев несколько снижают урожай по сравнению с посевом их после других предшественников (пропашные,

бобовые). Так, если принять урожай яровой пшеницы после кукурузы за 100%, то урожай повторных посевов выразится следующими величинами (в процентах): Сумская опытная станция — 69, Херсонское опытное поле — 74, Донецкое опытное поле — 76, Донское опытное поле — 81, Саратовская, Плотнянская опытные станции и Бузулукское опытное поле — 83, Полтавская станция — 85, Безенчукская — 93.

Из крупных хорошим предшественником для многих культур является просо, посеянное по пласту целины или после многолетних трав. Урожай яровой пшеницы после этого предшественника почти повсеместно на 15—40% выше, чем после яровой пшеницы.

При оценке предшественников недостаточно знать предыдущую культуру, возделываемую в данном поле, но надо учитывать и культуры, высеваемые за последние 2—3 года, а также их агротехнику, виды и дозы внесенных удобрений, степень засорения сорняками, наличие вредителей и возбудителей болезней в почве, на ее поверхности или на остатках ранее возделываемых растений.

Следовательно, надо принимать во внимание все, что могло влиять на плодородие почвы. Отсюда вытекает необходимость ведения Книги истории полей.

Глава XXI

КЛАССИФИКАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ

Прежде, когда в нашей стране преобладали мелкие хозяйства, имеющие по несколько гектаров земли, они обходились одним севооборотом. Все полевые культуры размещались в этом севообороте, а овощные высеивали на отдельных садово-огородных участках поблизости к дому.

С организацией колхозов и совхозов, которые имеют по несколько тысяч гектаров пахотных земель и возделывают десятки различных сельскохозяйственных культур, возникла необходимость в более сложной организации полевого хозяйства. Одной из задач этой организации является такое размещение сельскохозяйственных культур на территории, при котором каждая из них находилась бы в лучших условиях произрастания, а участки пахотной земли использовались бы наиболее продуктивно. При этом возникает сложная и противоречивая задача: разместить культуры в соответствии с их требованиями и особенностями отдельных земельных участков, не допуская бессменных посевов и беспорядочного чередования культур. Важным требованием к организации полевого хозяйства является согласованность размещения сельскохозяйственных культур со структурой хозяйства, расположением населенных пунктов и хозяйственных центров, животноводческих ферм, дорог и водоемов.

Эти задачи могут быть разрешены при введении нескольких севооборотов и правильном их размещении на территории хозяйства.

Совокупность взаимосвязанных севооборотов в хозяйстве составляет систему севооборотов.

Большое разнообразие применяемых в практике земледелия севооборотов вызвало необходимость их классификации. В основу современной классификации положено несколько признаков, но основными из них являются два:

- 1) главный вид растениеводческой продукции, производимой в севообороте (зерно, технические культуры, корма, овощи и т. д.);
- 2) соотношение групп культур, различающихся по биологическим особенностям, технологии возделывания и по влиянию на плодородие почвы (зерновые и технические сплошного посева, бобовые, пропашные, а также чистые пары).

По первому признаку выделены три типа севооборотов: полевые, кормовые и специальные.

К *полевым* относятся севообороты, размещаемые на основных почвенных разностях и предназначенные для производства зерна и технических растений полевой культуры. Будучи основным типом, полевые севообороты вводятся обычно в каждом подразделении хозяйства (бригада колхоза или отделение совхоза). Если в подразделении имеются резко различные почвы, то на каждой из них следует вводить отдельный севооборот. В зависимости от главной товарной культуры, возделываемой в полевых севооборотах, они подразделяются на зерновые, свекловичные, хлопковые и т. д.

Кормовыми севооборотами называются такие, в которых преобладают кормовые культуры. В зависимости от места расположения и состава культур кормовые севообороты подразделяются на два подтипа: *прифермские* и *сенокосно-пастбищные*. Первые размещают вблизи животноводческих ферм и предназначаются для производства сочных, силосных и частично зеленых кормов. Сенокосно-пастбищные севообороты вводят на луговых угодьях для выращивания многолетних и однолетних трав на сено и устройства искусственных переменных пастбищ. Если расположение участка и почвенные условия позволяют с успехом возделывать все кормовые культуры, тогда вводят единый кормовой севооборот.

Специальные севообороты вводят для выращивания отдельных культур или их групп, которые по каким-либо причинам не могут выращиваться в полевых и кормовых севооборотах, например требуют высокоплодородных почв, орошения и т. д. К таким культурам относятся овощи и бахчевые, табак, махорка, конопля, рис и ряд других.

Особым видом севооборотов специального назначения являются *почвозащитные* или *противоэрозионные*, главную задачу которых составляет рациональное использование почв, подверженных водной и ветровой эрозии, сохранение их от разрушения и повышение плодородия.

Кроме того, небольшая часть пашни может оставаться вне севооборота, как резервный фонд для расширения плодово-ягодных насаждений или под планируемую застройку. Временно же эта пашня используется под посевы.

Каждый из рассмотренных выше типов севооборотов может принадлежать к разным видам. Виды севооборота определяются по второму признаку, то есть по соотношению культур, различных по технологии возделывания и воздействию на плодородие почвы. Среди современных севооборотов, применяющихся в СССР, можно выделить следующие виды:

а) паро-зерновые, б) паро-зерно-пропашные, в) зерно-пропашные, г) зерно-травяные, д) травопольные, е) травопольно-пропашные, ж) сидеральные, з) плодосменные, и) пропашные.

К *паро-зерновым* относятся севообороты, включающие несколько полей зерновых культур и одно поле чистого пара. Через 2—3 года посевы зерновых прерываются чистым паром, например: 1) пар, 2) яровая пшеница, 3) яровая пшеница, 4) овес и ячмень.

Паро-зерновые севообороты возникли давно. В России они уже применялись в XIV—XV вв. и оставались господствующими до 20-х годов текущего столетия. В южных районах применяли двух- и трехполье: пар — пшеница или пар — пшеница — пшеница, в северных — трехполье: пар — рожь — овес. В настоящее время паро-зерновые севообороты применяются в зерновых засушливых районах Северного Казахстана и степной части Сибири, где пропашные и бобовые культуры занимают незначительную часть пашни. Чистые пары здесь имеют большое значение для сохранения влаги и уничтожения сорняков.

Паро-зерно-пропашные севообороты отличаются тем, что, кроме зерновых и пара, они включают не менее одного поля пропашных культур. Зерновые культуры здесь занимают от 50 до 70% пашни. Примером может служить пятипольный севооборот: 1) пар, 2) зерновые, 3) зерновые, 4) пропашные, 5) зерновые.

Паро-зерно-пропашные севообороты возникли из паро-зерновых и представляют разновидность улучшенных зерновых севооборотов. В настоящее время они широко распространены в степных и лесостепных районах юга и юго-востока нашей страны (степные районы УССР, Среднее и Нижнее Поволжье, полузасушливые районы Северного Кавказа и Южного Урала). Меньшее применение они имеют в Северном Казахстане и Сибири. В северной полосе европейской части России улучшение паро-зерновых севооборотов происходило путем включения посевов многолетних бобовых трав (преимущественно клевера) или смеси их со злаковыми (тимофеевкой). Примером может служить волоколамский севооборот: 1) пар, 2) озимые с подсевом клевера, 3—4) клевер, 5) яровые зерновые или лен, 6) пар, 7) озимые, 8) яровые зерновые), получивший широкое распространение в начале XX столетия в центральных областях печерноземной полосы.

Такие севообороты в трудах некоторых ученых (В. Г. Бажаев, А. Н. Шишкин, В. Р. Вильямс и др.) получили название травопольных. В. Г. Бажаев писал, что сначала к травопольным относили многопольно-травяные, а также переложные севообороты, в которых многолетние травы (преимущественно злаковые) занимали половину и

более площади севооборота. В последующем травопольными стали называть севообороты, в которых высевались многолетние травы, независимо от занимаемой ими площади. Таким образом, в одну группу были объединены разные по составу культур и интенсивности севообороты (многопольно-травяные, улучшенные зерновые и плодосменные), что нельзя признать правильным. Севообороты с двухгодичным использованием трав без пропашного поля правильнее называть *зерно-травяными*, чтобы не смешивать с настоящими травопольными севооборотами, в которых травы занимают половину и более площади пашни, и с плодосменными, где травы используются 1—2 года и имеются пропашные культуры.

Зерно-травяные севообороты применяются и в настоящее время в хозяйствах нечерноземной полосы, где пропашные культуры занимают небольшую часть пашни и возделываются в отдельных севооборотах, например в некоторых хозяйствах льноводческого направления. В таких севооборотах зерновые культуры чередуются с многолетними травами и льном, например: 1) пар, 2) озимые, 3) яровые зерновые, 4—5) клевер, 6) лен, 7) озимые, 8) яровые зерновые.

Севообороты без чистых паров, в которых возделывают зерновые и пропашные культуры, причем последние занимают меньшую часть площади, называются *зерно-пропашными*. В таких севооборотах после пропашных культур следуют один или два года подряд зерновые, например: 1) пропашные, 2) зерновые или 1) пропашные, 2—3) зерновые. Эти севообороты имеют небольшое распространение в более увлажненных районах зернового производства, например на Северном Кавказе, в центрально-черноземных областях.

Травопольные севообороты имеют в своей основе такую структуру посевных площадей, в которой многолетние травы занимают половину и более всей площади пашни, а остальная ее часть отведена под однолетние культуры (зерновые, лен, однолетние травы и др.). В качестве основных они имели прежде некоторое распространение в приморских и горных странах с развитым животноводством. В настоящее время в нашей стране этот вид севооборота встречается среди кормовых и почвозащитных севооборотов. Приведем примерное чередование культур в таких севооборотах: 1) многолетние травы первого года, 2) многолетние травы второго года, 3) многолетние травы третьего года, 4) многолетние травы четвертого года, 5) зерновые или лен, 6) однолетние травы, 7) яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

Травопольно-пропашными севооборотами называются такие, в которых наряду с многолетними травами возделываются пропашные культуры преимущественно кормового назначения, занимающие до 50% площади севооборота.

В 20-х годах текущего столетия проф. А. Г. Дояренко писал, что травопольное хозяйство позволяет повысить производительность земледелия в результате рационализации и дает возможность подняться на следующую ступень травопольно-пропашного полеводства, повышающего интенсивность земледелия. Травопольно-про-

пашные севообороты наиболее распространены среди кормовых севооборотов, особенно на пойменных землях и осушенных торфяниках. Так, в совхозе «Капличчи» Гомельской области на торфяно-болотных почвах введен травопольно-пропашной севооборот с таким чередованием культур: 1—3) многолетние травы, 4) озимые, 5) сахарная свекла, 6) картофель, 7) кукуруза, 8) кукуруза и зернобобовые.

Сидеральные севообороты применяются на супесчаных и песчаных почвах. В них одно или несколько полей занимают сидеральными культурами (люпин, донник и др.), возделываемыми на зеленое удобрение. Эти культуры могут быть основными (сидеральный пар) и промежуточными (пожнивные посевы люпина, горчицы и других культур). В остальных полях размещаются зерновые и пропашные культуры. В настоящее время имеются безалкалоидные люпины, используемые на корм или семена. Если высевается безалкалоидный люпин, севооборот должен быть отнесен не к сидеральному, а к одному из других видов.

Плodosменные севообороты, как правило, включают зерновые, пропашные и бобовые культуры и не имеют чистых паров. Зерновые культуры занимают в них не более половины всей площади. В классическом плodosменном норфолькском севообороте под зерновые отводится 50% площади, под пропашные и бобовые травы — по 25%. При таком соотношении культур можно осуществить принцип плodosмена, то есть такое чередование культур, при котором друг за другом всегда следуют растения, относящиеся к разным группам по биологическим особенностям и технике возделывания, то есть между двумя колосовыми культурами помещают кормовую траву, пропашную, бобовую или техническую культуру.

Таким образом, плodosменный севооборот представляет комбинацию двухпольных звеньев, в которых одно поле занято колосовыми хлебами, а другое — одной из культур, относящихся к вышеуказанным группам. В практике преобладали севообороты с посевом бобовых трав, заменивших поле чистого пара. Это хорошо выражено в норфолькском севообороте, где после клевера идет озимая пшеница, за ней следует турнепс, а после него ячмень с подсевом клевера.

Переход к плodosменным севооборотам представлял новый крупный шаг интенсификации земледелия и ведения его на научной основе. Введение пропашных культур и клевера знаменовало новую эру в развитии земледелия. Как указывал Д. Н. Прянишников (1945), переход к плodosменным севооборотам в Западной Европе еще до применения минеральных удобрений вызвал удвоение урожая зерновых культур и увеличение общей продуктивности земледелия в 4 раза по сравнению с зерновым трехпольем.

Пропаганда плodosменных севооборотов в России началась в конце XVIII в., когда в Англии они уже занимали господствующее положение.

В конце XVIII в. в имении Полторацкого в Калужской губернии на ближних землях был введен такой плodosменный севооборот:

1) картофель, турнепс, морковь, бобы по навозу; 2) яровые хлеба с подсевом клевера; 3) клевер; 4) озимая рожь и пшеница.

Однако плодосменные севообороты английского типа не получили широкого распространения в дореволюционной России из-за ее экономической отсталости. Помещикам было выгоднее иметь трехпольные паро-зерновые севообороты, не требующие материальных затрат при использовании дарового труда крепостных крестьян. Лишь в старых районах свеклосеяния плодосменные севообороты нашли некоторое применение.

В настоящее время плодосменные севообороты распространены в нечерноземной полосе, в лесостепных районах европейской части РСФСР и УССР, в орошаемых условиях засушливых районов. Так, в колхозах Жашковского района Черкасской области введены следующие полевые плодосменные севообороты: 1) пар занятый, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, 4) ячмень и овес с подсевом многолетних трав, 5) многолетние травы, 6) озимая пшеница, 7) сахарная свекла, 8) горох и вика на зерно, 9) озимая пшеница и рожь, 10) кукуруза на зерно, просо, горох.

К *пропашным* севооборотам относятся такие, в которых пропашные культуры занимают более половины всей площади. При таком насыщении возникает необходимость посева пропашных два года и более подряд.

А. И. Скворцов (1890) указывал, что в хозяйствах, специализированных на выращивании этих культур, не только не допускали повторных посевов колосовых, но, наоборот, возделывали 2 или 3 года подряд пропашные культуры даже одного вида. Такие севообороты применялись еще в дореволюционной России в отдельных хозяйствах, специализировавшихся на выращивании хлопчатника, фабричной сахарной свеклы, заводского картофеля, овощных культур. Они представляют наиболее интенсивный вид севооборотов.

В современных условиях пропашной вид полевого севооборота применяют в увлажненных районах Северного Кавказа и Украины, где доля пропашных культур (сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза) превышает половину всех посевов. Примером такого вида может служить применяющийся в центральных районах Краснодарского края севооборот со следующим чередованием культур: 1) кукуруза на зерно, 2) подсолнечник, 3) зернобобовые, 4) озимая пшеница, 5) сахарная свекла, 6) кукуруза на зерно, 7) кукуруза на силос, 8) озимая пшеница, 9) сахарная свекла, 10) озимый ячмень с поздним посевом кукурузы.

В орошаемом земледелии Средней Азии пропашные севообороты имеют в своем составе 70—80% пропашных культур (хлопчатник, сахарная свекла). Этот вид севооборота широко распространен среди специальных (овощные, табачные и др.), а также прифермских кормовых севооборотов. Например, в совхозе «Торгашинский» Загорского района Московской области введен такой прифермский севооборот: 1) однолетние травы, 2) картофель и корнеплоды, 3) кукуруза, 4) силосные.

Классификация севооборотов нечерноземной зоны

Тип севооборота	Вид	Условия применения
I. Полевые	Зерно-травяные	На удаленных слабо окультуренных почвах в сочетании с пропашными севооборотами
	Сидеральные	На супесчаных и песчаных почвах
	Плodosменные	На средние и хорошо окультуренных почвах
	Пропашные	На хорошо окультуренных почвах в хозяйствах овощекартофельного направления
II. Кормовые: а) прифермские	Плodosменные	На средние окультуренных почвах
	Пропашные	На более окультуренных почвах
б) сенокосно-пастбищные	Травопольные	На луговых землях
	Травопольно-пропашные	На осушенных торфяниках и пойменных землях
III. Специальные: а) овощные, овоще-кормовые	Пропашные	На хорошо окультуренных приусадебных землях
	Травопольно-пропашные	На поймах
б) почвозащитные	Травопольные	На склонах, подверженных водной эрозии
IV. Участки вне севооборота	Повторные посевы отдельных культур Многолетние посевы	На почвах, отвечающих требованиям культур

Классификация севооборотов степных районов

Тип севооборота	Вид	Условия применения
I. Полевые	Паро-зерновые	В сильно засушливых районах
	Паро-зерно-пропашные	В засушливых районах в хозяйствах со значительной площадью пропашных культур
	Зерно-травяные	В районах сильной ветровой эрозии на легких почвах
	Зерно-пропашные	В менее засушливых районах или на орошаемых землях
	Плodosменные Пропашные	На орошаемых землях На орошаемых землях

Тип севооборота	Вид	Условия применения
II. Кормовые: а) прифермские	Зерно-пропашные Травопольно-пропашные Плодосменные	На более плодородных прифермских участках На средних по плодородию почвах при достаточном увлажнении или при орошении На плодородных почвах достаточного увлажнения или при орошении
III. Специальные а) овощные, овоще-кормовые б) рисовые в) почвозащитные	Пропашные Травопольно-пропашные Зерно-пропашные Зерно-травяные Травопольные	На участках высокого плодородия при усадьбах или на поймах На землях специального орошения На легких почвах, подверженных ветровой эрозии, а также на склонах с выраженной водной эрозией
IV. Участки вне севооборота	Повторные посевы отдельных культур Многолетние посевы	На почвах, отвечающих требованиям культур

Кроме указанных двух основных признаков, по которым определяют тип и вид севооборота, их различают также по числу полей. Однако этот признак не показывает качества севооборота. Число полей определяют, исходя из организационно-хозяйственных соображений и особенностей земельного участка, отведенного под севооборот.

В таблице 47 приводится схема классификации севооборотов для нечерноземной и степной зон европейской части СССР (принятая на межвузовской научно-методической конференции в 1967 г.). В ней более или менее полно отражены применяемые в этих зонах типы и виды севооборотов и их размещение на территории хозяйства в зависимости от почвенных и других условий.

В практике может быть различное сочетание типов и видов севооборотов, которое определяют в каждом хозяйстве.

Примером правильной организации территории и системы севооборотов в черноземной полосе может служить колхоз «Дружба» Россошанского района Воронежской области. Общая площадь земли в этом хозяйстве составляет 11 260 га, в том числе 6780 га пашни. В хозяйстве организовано четыре производственных участка. Разнокачественность почв, организационная структура хозяйства и характер землепользования обусловили число севооборотов и их размещение на территории.

На первом производственном участке на площади 1540 га введен следующий восьмипольный полевой севооборот: 1) пар чистый и занятый, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, 4) яровые зерновые, 5) горох, кукуруза на силос, 6) озимые, 7) кукуруза на зерно, 8) подсолнечник.

На смытых почвах на площади 206 га установлен четырехпольный почвозащитный севооборот: 1—2) эспарцет, 3) озимые, 4) яровые зерновые с подсевом эспарцета.

Во второй бригаде, где имеются легкие песчаные и супесчаные почвы, введены два полевых севооборота: основной на площади 1323 га и на легких почвах на площади 305 га.

В третьей и четвертой бригадах введено по одному полевому севообороту. Кроме того, в четвертой бригаде выделен небольшой кормовой севооборот. Размещение севооборотов и организация территории видны на рисунке 91.

Глава XXII

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ

Принадлежность севооборотов к тому или иному виду и типу в значительной мере предопределяет его ротацию и чередование культур. Тем не менее каждый вид и тип севооборотов имеет свои особенности, которые рассматриваются в настоящей главе.

ПОЛЕВЫЕ СЕВООБОРОТЫ

Ротацию многопольного полевого севооборота можно представить в виде двух или более звеньев, соединенных между собой. *Звеном севооборота называется часть ротации, включающая последовательно сменяющиеся 2—3 культуры, размещаемые после так называемых восстановительных полей или клиньев (пар, многолетние травы, пропашные и т. д.).*

Паровое звено севооборота. Звенья, в основе которых находится чистый пар, могут иметь следующий вид:

I	II	III	IV	V
1) пар	1) пар	1) пар	1) пар	1) пар
2) озимые	2) озимые	2) яровые зерновые	2) озимые	2) яровые зерновые
3) озимые	3) яровые зерновые	3) яровые зерновые		

Севообороты паро-зернового вида нередко представляют одно из указанных выше звеньев. В нашей стране в зерновых засушливых районах юго-востока и востока применяют четырех- и пятипольные паро-зерновые севообороты с одним полем чистого пара, одним сборным полем зернобобовых и крупяных культур и 2—3 полями яровых зерновых, преимущественно яровой пшеницы. В этом случае ротацию пятипольного севооборота можно представить в виде двух

звеньев: первое — 1) пар, 2) зерновые, 3) зерновые; второе — 4) зернобобовые и крупяные, 5) яровые зерновые. Удельный вес зерновых, зернобобовых и крупяных культур здесь достигает 80%. После пара следует высевать два года подряд яровую пшеницу, а после зернобобовых и крупяных — пшеницу и зернофуражные культуры.

В паро-зерновых севооборотах с озимыми культурами их высевают по чистому пару, при этом также часто применяют посев их два года подряд: 1) чистый пар, 2) озимые, 3) озимые.

Пропашное звено севооборота. В паро-пропашных севооборотах к паро-зерновому звену добавляется пропашное звено, например: 1) пропашные, 2) зерновые или 1) пропашные, 2) зерновые (зернобобовые), 3) зерновые. Сочетание разных паровых и пропашных звеньев дадут различные схемы паро-пропашных севооборотов:

- I. 1) пар, 2) зерновые, 3) пропашные, 4) зерновые.
- II. 1) пар, 2) зерновые, 3) зерновые, 4) пропашные, 5) зерновые.
- III. 1) пар, 2) зерновые, 3) зерновые, 4) пропашные, 5) зерновые, 6) зерновые.

В первом севообороте зерновые займут 50% всей площади, во втором — 60 и в третьем — 66,7%. Доля чистых паров и пропашных культур соответственно снижается. В юго-восточных и восточных степных и лесостепных районах РСФСР и в Северном Казахстане зерновые представлены преимущественно яровыми, но возможно и сочетание их с озимыми. В первом случае по чистому пару и после пропашных размещают яровую пшеницу, а при наличии озимых их сеют по чистому пару, размещая яровую пшеницу после озимых и пропашных, например: 1) пар, 2) озимые, 3) яровая пшеница, 4) пропашные, 5) яровая пшеница, 6) яровые зернофуражные.

В паро-пропашных и зерно-пропашных севооборотах на Северном Кавказе, Украине и в Молдавии, где пропашные культуры занимают два или более полей, предшественниками озимой пшеницы, кроме чистых паров, могут служить пропашные ранней уборки, а также озимые.

Посевы озимой пшеницы после кукурузы на зерно нередко запаздывают, отчего снижаются урожаи пшеницы. Поэтому чередование 1) кукуруза, 2) пшеница по типу двуполя менее рационально, чем 1) кукуруза, 2) кукуруза, 3) пшеница, 4) пшеница. В последнем случае в первом поле могут быть размещены позднеспелые гибриды и сорта кукурузы, во втором — раннеспелые сорта кукурузы или посевы ее на силос, а в засушливых районах — посевы с широкими междурядьями (2,1 м). Во всех случаях озимая пшеница будет иметь лучшего предшественника. В четвертом поле пшеницу высевают по хорошо обработанному полю, освободившемуся после пшеницы за 2—3 месяца до ее посева. В этом случае будет не ежегодная, а периодическая смена культур (2 года кукуруза — 2 года пшеница).

Травяное звено полевого севооборота. Зерно-травяные севообороты с чистыми и занятыми парами состоят из паровых и травяных звеньев. При их составлении надо также в первую очередь обеспечить хоро-

шими предшественниками озимые культуры. Как было показано выше, в нечерноземной полосе такими предшественниками могут быть чистые и занятые пары и многолетние травы. Для полевых севооборотов льноводческих районов типичны следующие звенья:

I. 1) пар чистый или занятый, 2) озимые.

II. 1) многолетние травы второго года, 2) озимые.

Третьей культурой в обоих звеньях могут быть яровые зерновые. Между этими звеньями включаются одно или два поля многолетних трав. Полная ротация будет иметь такой вид: 1) пар, 2) озимые, 3) яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 4) многолетние травы первого года пользования, 5) многолетние травы второго года, 6) озимые, 7) яровые зерновые.

В льноводческих районах после многолетних трав высевает лен. Если озимые культуры занимают также два поля, тогда в травяном звене севооборота их высевает после льна: 1) многолетние травы второго года пользования, 2) лен, 3) озимые, или в севооборот вводят второе паровое поле. Тогда получается восьмипольный севооборот с двумя полями пара, двумя полями трав и четырьмя полями зерновых, два из которых будут занимать озимые.

При структуре посевных площадей, характерной для плодосменных севооборотов, когда пропашные и бобовые культуры занимают половину площади, возможна ежегодная смена культур, относящихся к разным группам, например: 1) пропашные; 2) зерновые; 3) бобовые; 4) зерновые.

В типичных плодосменных севооборотах поле бобовых занимают многолетними травами (клевер, люцерна, эспарцет и др.). Использование их в течение двух лет в многопольном севообороте не нарушает плодосменности.

При той же структуре посевной площади возможно такое чередование культур, при котором культуры, относящиеся к разным группам, сменяются не ежегодно, а через два года, например: 1) пропашные, 2) пропашные, 3) зерновые, 4) зерновые, 5) многолетние травы, 6) многолетние травы, 7) зерновые, 8) зерновые. Такое чередование получило название *сдвоенного плодосмена*. Опытами проф. Кёнике в Галле (ГДР) установлено, что оно лучше обеспечивает борьбу с нематодами и корневыми гнилями.

В плодосменных севооборотах допускается также посев зерновых два года подряд при соблюдении ежегодной смены в остальное время, например: 1) клевер, 2) озимые, 3) пропашные, 4) яровые зерновые, 5) пар занятый, 6) озимые, 7) яровые зерновые с подсевом клевера.

Посевы яровых зерновых в седьмом поле после озимых не нарушают плодосменности всего севооборота. Кроме того, вместе с яровыми зерновыми в последнем поле высевает клевер, который уже в этом году оказывает известное влияние на почву.

В полевых севооборотах пропашного типа применяют посевы пропашных культур 2—3 и более лет подряд. При этом возможны повторные посевы одной и той же культуры, например хлопчатника и сахарной свеклы (при орошении), картофеля и кукурузы, сои и др.

Севообороты с выводным полем. В полевых севооборотах, равно как и в кормовых, нередко применяют так называемые выводные поля. Выводным называют поле, занятое ряд лет одной и той же многолетней или однолетней культурой и на этот период выведенное из севооборота. Чаще всего в выводных полях возделывают люцерну и другие многолетние травы и их смеси. Применяют также повторные посевы кукурузы.

Севообороты с выводным полем имеют две ротации: полную и неполную. Последняя представляет повторяющуюся часть полной ротации. Представим шестипольный севооборот с тремя полями зерновых, одним полем пропашных, одним полем чистого пара и одним полем люцерны. Чтобы осуществить шестилетнюю ротацию на всех шести полях, надо ежегодно распахать поле с люцерной первого года пользования и каждый год сеять ее на каком-либо другом поле. Это нерационально, так как люцерна дает максимальные урожаи на 2—3-й год пользования. Ежегодная же распахка лишает возможности получить такие травостои. Кроме того, ежегодные посевы увеличивают расходы на семена люцерны. Если же оставлять люцерну на 3—4 года при регулярном чередовании, то ею надо занять 3—4 поля, или от $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ всей площади севооборота, что противоречит задаче развития зернового хозяйства.

Введение севооборота с выводным полем люцерны позволяет ограничить площадь под люцерной одним полем и в то же время дает возможность пользоваться ею несколько лет. Если установить срок пользования люцерной, равный числу полей севооборота (в нашем примере 6 лет), то полная ротация севооборота займет 36 лет. Она составит из пяти пятилетних ротаций без люцерны: 1) пар, 2) зерновые, 3) зерновые, 4) пропашные, 5) зерновые и одной одиннадцатилетней с шестилетним использованием люцерны: 1) пар, 2) зерновые с подсевом люцерны, 3—8) люцерна, 9) зерновые, 10) пропашные, 11) зерновые. Ниже приводится полная ротационная таблица такого севооборота (табл. 48).

Как видно из таблицы, за полную ротацию люцерны проходит через каждое поле. Поле, занятое люцерной, выводится из севооборота на одну ротацию. Через 6 лет люцерновое поле распахивают, а вместо него выводят из севооборота другое поле, на котором в предыдущем году подсевалась люцерна. Подсев ее производят также один раз в 6 лет под зерновые культуры, идущие по пару.

Можно заранее не устанавливать срок, а пользоваться люцерной до тех пор, пока она дает достаточно высокие урожаи. Когда урожай снизится и дальнейшее использование люцерны в этом поле станет невыгодным, весной люцерну сеют в другом подходящем поле, а старую люцерну распахивают в том же году осенью. При неурегулированном заранее использовании люцерны полная ротация не имеет такой определенности, какая показана в таблице. Однако люцерна и в этом случае будет занимать ежегодно одно поле, а на остальных полях разместятся зерновые, пропашные и пар и осуществляется установленная пятилетняя ротация.

Ротационная таблица шестипольного севооборота с выводным полем люцерны

Год рота- ции	Поля						Год рота- ции	Поля					
	I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI
1-й	п	л ₁	пр	з	з	з	19-й	з	з	з	пр	п	л ₁
2-й	з	л ₂	з	з	пр	п	20-й	пр	п	з	з	з	л ₂
3-й	з	л ₃	п	пр	з	з	21-й	з	з	пр	п	з	л ₃
4-й	пр	л ₄	з	з	п	з	22-й	п	з	з	з	пр	л ₄
5-й	з	л ₅	з	п	з	пр	23-й	з	пр	п	з	з	л ₅
6-й	п	л ₆	пр	з + л	з	з	24-й	з	з	з + л	пр	п	л ₆
7-й	з	з	з	л ₁	пр	п	25-й	пр	п	л ₁	з	з	з
8-й	з	пр	л	л ₂	з	з	26-й	з	з	л ₂	п	з	пр
9-й	пр	з	з	л ₃	п	з	27-й	п	з	л ₃	з	пр	з
10-й	з	п	з	л ₄	з	пр	28-й	з	пр	л ₄	з	з	п
11-й	п	з	пр	л ₅	з	з	29-й	з	з	л ₅	пр	п	з
12-й	з + л	з	з	л ₆	пр	п	30-й	пр	п	л ₆	з	з + л	з
13-й	л ₁	пр	п	з	з	з	31-й	з	з	з	п	л ₁	пр
14-й	л ₂	з	з	пр	п	з	32-й	п	з	пр	з	л ₂	з
15-й	л ₃	п	з	з	з	пр	33-й	з	пр	з	з	л ₃	п
16-й	л ₄	з	пр	п	з	з	34-й	з	з	п	пр	л ₄	з
17-й	л ₅	з	з	з	пр	п	35-й	пр	п	з	з	л ₅	з
18-й	л ₆	пр	п	з	з	з + л	36-й	з	з + л	з	п	л ₆	пр

Условные обозначения культур: з — зерновые, з + л — зерновые с подсевом люцерны, пр — пропашные, п — пар, л_{1, 2, ..} — люцерна 1, 2, 3-го и т. д. лет пользования.

Число полей в полевом севообороте зависит от состава и пропорции культур, от общей площади и характера включаемых в севооборот земель. Чем разнообразнее состав культур, тем целесообразнее иметь многопольные севообороты, в которых легче предоставить для каждой культуры одно или несколько целых полей. Если они состоят из отдельных небольших участков, разделенных между собой естественными границами, то увеличение размеров полей не даст организационно-хозяйственных преимуществ. При наличии крупного единого земельного массива уменьшение числа полей и укрупнение их до определенных размеров дают значительные экономические выгоды, создавая лучшие предпосылки для использования техники и правильной организации труда.

Для обеспечения стабильности структуры посевных площадей необходимо, чтобы поля были одинаковы по площади. Однако это требование не должно вызывать создания мелких участков земли, отделенных от основного массива данного поля. Поэтому допускаются отклонения не более 5—7% как в сторону уменьшения, так и увеличения от средней площади поля.

Распределение площади между культурами может быть без их чередования, а при бессменности посевов — каждой из них. И в этом случае соотношение культур также скажется на продуктивности полеводства, как и при чередовании. Например, если выразить в кормовых единицах средние урожаи ржи, овса и картофеля, полученные в опыте Сельскохозяйственной академией имени К. А. Тимирязева (см. табл. 38), то увидим, что рожь оказалась более продуктивной культурой по сравнению с овсом, а картофель по выходу кормовых единиц значительно превысил обе зерновые культуры. Увеличение продукции картофеля в бессменных посевах как в абсолютных, так и в относительных величинах по сравнению с зерновыми даже выше, чем в севообороте. В опытах на Харьковской станции (см. табл. 39) урожай картофеля на удобренном фоне был в бессменных посевах на 2705 кормовых единиц выше урожая овса, а в севообороте разница составила 3820 кормовых единиц. Таким образом, разница в продуктивности сельскохозяйственных культур — результат их биологических особенностей и агротехники и не зависит от того, возделываются эти культуры в севообороте или бессменны. Эффективность севооборота как определенного чередования культур может быть выявлена только при сравнении важнейших экономических показателей, полученных опытным путем в севообороте и при бессменном возделывании или в севооборотах с различным чередованием культур при одной и той же структуре посевных площадей.

Таблица 49

Продуктивность некоторых полевых культур при бессменном возделывании и в севообороте

Культуры	Урожай основной продукции			
	кормовых единиц		в процентах	
	бессменно	в севообороте	бессменно	в севообороте
Без удобрений				
Овес	790	1390	100	100
Рожь	876	1692	110,9	121,7
Картофель	2286	2652	289,4	190,8
Всего кормовых единиц	3952	5630		
То же в %	100	142,5		
По NPK				
Овес	1170	1850	100	100
Рожь	1464	2628	125,1	142,0
Картофель	4626	4800,3	395,4	259,4
Всего кормовых единиц	7260	9278		
То же в %	100	127,8		

Как видно из таблицы 49, три перечисленные в ней культуры дали в сумме в севообороте на неудобренном фоне на 1678 кормовых единиц, или на 42,5%, больше, чем в бессменных посевах. На фоне NPK разница составила 2018 кормовых единиц, или на 27,8% больше.

Однако выход продукции в кормовых единицах не может служить достаточным показателем для оценки полевых севооборотов. Важным является производство основного вида продукции на гектар пашни, то есть продовольственного зерна для хозяйств зернового направления, хлопка для хлопководческих, кормов для животноводческих хозяйств и т. д. Необходимо также учитывать стоимость валовой и товарной продукции, затраты средств и труда на гектар пашни, себестоимость продукции и окупаемость затрат. Так как при одинаковой структуре посевных площадей и одной и той же агротехнике затраты на единицу площади будут мало отличаться, главным показателем экономической эффективности будет разница в урожайности одноименных культур в севообороте и при бессменном возделывании и при одинаковой агротехнике, а также изменение важнейших свойств почвы, определяющих ее плодородие.

КОРМОВЫЕ СЕВОБОРОТЫ

Кормовые прифермские севообороты отличаются от полевых меньшей долей или даже полным отсутствием зерновых и повышенным удельным весом посевов кормовых пропашных культур (силосные, корнеплоды), а также многолетних и однолетних трав. Как правило, прифермские севообороты не имеют чистых паров. Преобладающими видами кормовых севооборотов являются плодосменные, пропашные и травопольно-пропашные. Плодосменные могут состоять из пропашных и травяных двупольных звеньев, например: 1) пропашные — зерновые или однолетние травы, 2) многолетние травы — силосные, 3) многолетние травы — озимые на зеленый корм с последующим подсевом поукосных культур.

В совхозе «Жлобин» Гомельской области БССР введен прифермский плодосменный севооборот с таким чередованием культур: 1) озимые на зеленый корм с поукосным посевом люпина на зеленую массу, 2) картофель и свекла, 3) ячмень, 4) кукуруза на силос.

В этом севообороте вся площадь занята кормовыми культурами, причем 75% пашни отведено под сочные силосные и зеленые корма. При необходимости увеличить площадь под культурами на зеленый корм можно ввести пятое поле. В пятипольном плодосменном севообороте будет следующее чередование культур: 1) ячмень с подсевом клевера, 2) клевер, 3) кукуруза на силос, 4) озимые на зеленый корм с поукосным посевом люпина, 5) картофель и свекла.

Прифермские севообороты пропашного вида имеют наибольшее распространение. Пропашные культуры здесь занимают большую часть, а нередко и всю площадь пашни, и высеваются в течение двух и более лет подряд. Так, в одном из отделений совхоза «Заря коммунизма» Московской области введен четырехпольный прифермский севооборот с таким чередованием культур: 1) силосные, 2) корнеплоды, 3) силосные ранние, 4) озимые.

Прифермские пропашные севообороты при внесении достаточного количества органических и минеральных удобрений дают наиболее

высокий выход кормов на гектар пашни. Это подтверждается опытами Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева в экспериментальном хозяйстве «Щапово» Подольского района Московской области (табл. 50).

Таблица 50

Продуктивность прифермских севооборотов при различном насыщении их пропашными культурами

№ севооборота	Соотношение культур (%)			Получено кормовых единиц с 1 га (в среднем за ротацию)					
	пропашных	зерновых	бобовых	без удобрений		одинаковое количество удобрений		удобрения по выносу питательных веществ	
				ц	%	ц	%	ц	%
1	25	50	25	30,6	100	41,5	100	41,5	100
2	50	25	25	31,6	103,3	43,4	104,6	47,0	113,3
3	75	25	—	42,5	138,9	62,8	151,3	71,8	173,0
4	100	—	—	44,9	146,7	65,2	157,1	76,9	185,3

Как показали опыты в Латвийской ССР, в хозяйствах с удаленными, недостаточно окультуренными пахотными землями, пропашные культуры целесообразно возделывать в прифермском севообороте, исключив их из полевого (табл. 51).

Таблица 51

Продуктивность пашни (с 1 га за ротацию) при возделывании пропашных культур в общем полевом и отдельном прифермском севообороте

Севообороты	Окультуренная почва		Менее окультуренная почва	
	кормовых единиц	переваримого белка	кормовых единиц	переваримого белка
Один полевой севооборот с полем пропашных культур	308,1	26,2	215,0	16,5
Два севооборота: полевой без пропашных и прифермский	309,7	26,8	257,0	19,7
То же в процентах к первому варианту	100,5	102,4	119,5	119,4

По мере окультуривания всех пахотных земель и улучшения дорожной сети и транспортировки продукции пропашные культуры целесообразно вводить и в полевые севообороты, заменяя зерно-травяные севообороты плодосменными, а паро-зерновые — паро-пропашными.

При достаточном увлажнении или в условиях орошения в черноземной зоне в прифермских севооборотах сочетают производство сочных, силосных и зеленых кормов с организацией переменных искусственных пастбищ. Для этого вводят прифермские севообороты травопольно-пропашного типа. Характерным признаком такого типа служит явно выступающие два примерно равных периода ротаций: травопольного и пропашного. Поэтому как травы, так и пропашные культуры занимают около половины всей площади севооборота. Это наглядно представлено на приводимых ниже схемах травопольно-пропашных кормовых севооборотов, применяемых в некоторых хозяйствах: колхоз «Жибурис» Литовской ССР: 1) озимые с подсевом клевера, 2—3) клевер, 4) кормовые корнеплоды и картофель, 5) кукуруза, 6) кукуруза; колхоз «Борец» Московской области: 1) вико-овсяная смесь с подсевом многолетних трав, 2—3) многолетние травы, 4) силосные, 5) корнеплоды, 6) кукуруза, 7) корнеплоды; колхоз имени Ленина Ленинградской области: 1) однолетние травы на зеленый корм с подсевом многолетних трав, 2—3) многолетние травы, 4) силосные, 5) картофель, 6) однолетние травы на зеленый корм.

Доля пропашных культур в этих севооборотах колеблется от 33 до 57%, а однолетних и многолетних трав от 43 до 67%.

При построении таких севооборотов важно определить культуру, под которую будут подсеивать многолетние травы.

Кроме зерновых, здесь в качестве покровных используют однолетние травы, озимые на зеленый корм.

Затем в соответствии с намеченной для данного севооборота структурой посевных площадей устанавливают число полей под многолетними травами и сроки их использования. Обычно они составляют от двух до четырех лет. Дальнейшая задача при разработке схемы чередования культур состоит в правильном размещении пропашных. По пласту многолетних трав целесообразно высевать силосные культуры, требующие относительно больше азота и не страдающие от полегания. Хорошие урожаи по пласту многолетних трав дает кормовая капуста, картофель. По обороту пласта можно высевать кормовые корнеплоды, картофель и другие культуры. На третий год вновь возможен посев силосных культур или картофеля, а если нет необходимости расширять посевы пропашных, поле занимают однолетними травами или зерновыми культурами, как это предусмотрено в схеме севооборота колхоза имени Ленина Ленинградской области.

Сенокосно-пастбищные севообороты размещаются, как правило, на луговых угодьях, на поймах рек, осушенных болотных почвах. Здесь в основе чередования культур лежит развитая В. Р. Вильямсом теория о том, что длительное возделывание многолетних луговых трав на недренированных участках приводит к прогрессивному накоплению в верхнем слое почвы и на ее поверхности мертвого органического вещества, к увеличению влагоемкости и уменьшению водопроницаемости и аэрации. Одновременно с этим в почве затухает аэробный процесс разложения органического вещества, а анаэробный становится господствующим. Это приводит к изменению состава луго-

вой растительности, снижению урожая и ухудшению его качества. По данным Ярославской опытной станции, урожай сложной злаково-бобовой травосмеси резко снижался на восьмой год пользования, на Ланшевском опытном поле (лесостепь) на пятый год.

Однако опыт организации искусственных пастбищ в нашей стране и за рубежом показал, что на дренированных почвах при использовании минеральных удобрений, орошения, периодического подсева трав и соответствующего ухода за ними можно получать высокие и устойчивые урожаи в течение 20—30 лет и более. При таких условиях производство сена и зеленого пастбищного корма целесообразно организовать путем создания искусственных сенокосов и пастбищ долгосрочного пользования.

В сенокосно-пастбищных севооборотах ежегодно выделяют несколько травяных полей в качестве переменного пастбища краткосрочного пользования (от 2 до 5 лет). В первые два-три года жизни трав, когда еще не образовалась плотная дернина и есть опасность вытаптывания трав, их лучше использовать для скашивания на сено, сеновую муку или силос.

Через определенный период (4—7 лет) поле, находящееся под выпасом, распаивают и используют несколько лет под посевы однолетних культур.

Возделывание однолетних культур позволяет использовать накопленное многолетними травами органическое вещество, то есть содержащиеся в нем элементы пищи, для получения высоких урожаев. Ежегодные обработки почвы при культуре таких растений усиливают аэробный процесс, улучшают водно-физические свойства почвы и создают благоприятные условия для произрастания трав в последующий луговой период.

Продолжительность полевого периода должна быть достаточна для того, чтобы дернина многолетних трав до следующего их посева полностью разложилась. Для этого требуется не менее двух лет.

Таким образом, ротация сенокосно-пастбищного севооборота имеет два периода: луговой и полевой. Соотношение этих периодов может несколько колебаться. Обычно луговой период колеблется от 3 до 7 лет, а полевой от 3 до 4 лет.

При подборе компонентов травосмеси учитывают урожайность трав в связи с возрастом, пригодность для пастбищного или сенокосного использования, качество травы или сена. В таблицах 52 и 53 приводятся ориентировочные травосмеси для лесной, лесостепной и степной зон СССР. Каждое хозяйство устанавливает смеси, руководствуясь рекомендациями научно-исследовательских учреждений и опытом передовых хозяйств для данных почвенно-климатических условий.

Состав однолетних культур в луговых севооборотах зависит от места расположения его, удаленности от фермы, от типа почвы и других организационно-хозяйственных и агротехнических условий. В зависимости от состава культур полевого периода можно выделить два вида луговых севооборотов: травопольные и травопольно-пропашные.

Травосмеси для кормовых сенокосно-пастбищных севооборотов лесной зоны

Вид травы	Количество семян (кг на 1 га)				
	на сенокосных лугах при использо- вании на пастбище	на низинных лугах при использовании		на короткопосевных лугах при использо- вании	
		на укос	на выпас	на укос	на выпас
Люцерна желтая	—	—	—	3—4	—
» гибридная	—	—	—	4—5	—
Клевер красный	4—5	—	—	—	—
» розовый	—	4—6	3—4	—	3—4
» белый	4—6	—	4—6	—	4—6
Тимофеевка луговая	5—6	4—5	4—5	4—5	4—5
Овсяница луговая	6—7	5—6	5—6	5—6	5—6
Лисохвост луговой	—	4—5	4—5	—	4—5
Мятлик	6—8	—	6—8	6—8	5—6
Полевика белая	4—5	4—5	4—5	—	—
Костер безостый	—	5—6	—	5—6	—

Таблица 53

Травосмеси для кормовых сенокосно-пастбищных севооборотов лесостепной и степной зон

Вид травы	Количество семян (кг на 1 га)						
	на высе- лочных чернозе- мах лес- остепи	на обычно- вешних чер- ноземах		на южных черно- земах	на светло- каштановых почвах		на сол- онцеват- ых поч- вах
		первая смесь	вторая смесь		первая смесь	вторая смесь	
Клевер красный	7	—	—	—	—	—	—
Люцерна синегридная	5—7	4	2	4—5	3	3	4
Эспарцет	—	—	20	—	—	—	—
Донник	—	—	—	—	—	—	2
Тимофеевка луговая	5	—	—	—	—	—	—
Овсяница луговая	9	—	—	—	—	—	—
Пырей бескорневищный	—	—	—	—	—	—	4
Костер безостый	—	12	12	12	8	—	8
Житняк	—	4	4	3—4	6	4	3
Прутник	—	—	—	—	—	2	—

Первый вид вводится на менее плодородных почвах. Он отличается повышенной долей многолетних трав. В полевом периоде поля используют под зерновые, лен, однолетние травы и лишь небольшая площадь отводится под пропашные культуры.

К травопольно-пропашному типу относятся кормовые севообороты, вводимые на пойменных и мелиорированных землях. Высокая обеспеченность пойменных и болотных земель влагой и азотом поз-

воляет получать здесь высокие и устойчивые урожаи смеси злаковых и бобовых многолетних трав в течение более длительного срока, чем на обычных полевых землях. Большое количество органического вещества в этих почвах и оставляемого многолетними травами создают благоприятные условия для выращивания высокопродуктивных силосных и корнеплодных культур.

Порядок чередования однолетних культур остается такой же, как и для прифермских травопольно-пропашных севооборотов. Через 2—3 года возделывания пропашных необходимо прерывать их культурой сплошного посева.

Нередко применяются кормовые прифермские и сенокосно-пастбищные севообороты с выводными полями многолетних трав, топинамбура, кукурузы и других культур. Чередование культур в этих случаях такое же, как и в полевых севооборотах.

Состав и пропорция многолетних трав и однолетних культур в кормовых севооборотах должны обеспечить хозяйство достаточным количеством зеленого корма в те периоды, когда его нельзя получить на естественных и искусственных долгосрочных пастбищах или в других севооборотах. Для выявления таких периодов и необходимого количества зеленого корма составляют подекадный баланс зеленых кормов на весь пастбищный период, в котором указывается потребность в корме на каждую декаду и источники ее пополнения.

При оценке кормовых севооборотов главными показателями служат производство кормов на гектар пашни в кормовых единицах, выход сырого протеина и отдельных дефицитных аминокислот и витаминов, а также себестоимость одной кормовой единицы. В пределах каждой группы кормов предпочтение должно быть отдано более дешевым.

В кормовых севооборотах, где, кроме кормовых культур, выращиваются товарное зерно или сырье для промышленности, необходимо учитывать эту часть продукции и давать общую денежную оценку продуктивности с гектара пашни. Кормовую часть продукции рекомендуется оценивать по стоимости продукции, которую можно получить от скормливания 1 ц данного корма.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СЕВОБОРОТЫ

По хозяйственному назначению и составу культур специальные севообороты очень разнообразны. Наиболее распространенным типом являются *овощные* севообороты, предназначенные для выращивания овощных культур.

Многие из овощных культур при повторных посевах сильно повреждаются болезнями и вредителями, поэтому в овощном севообороте нельзя размещать подряд культуры, поражающиеся одними и теми же болезнями и вредителями.

По данным Ленинградской областной опытной станции, в четырехпольном севообороте: 1) капуста, 2) огурцы и томаты, 3) морковь и свекла, 4) ранний картофель и бобовые не было ни одной культуры,

которая не поражалась бы болезнями. В шестипольном же севообороте с двумя полями многолетних трав болезней овощных культур не наблюдалось.

Овощные севообороты размещают часто на пойменных землях, а при их отсутствии — на хорошо окультуренных участках вблизи населенных пунктов и водных источников, используемых для орошения. Посевы овощных культур в таких севооборотах обычно занимают от 50 до 100% площади севооборота. Это зависит от размера площади, которая пригодна для данного севооборота и от плана производства овощей. Если площадь севооборота ограничена, а другие условия благоприятны для возделывания овощных культур, то приходится максимально насыщать севооборот этими культурами. Чередование овощных культур тесно связано с внесением удобрений. Культуры, выращиваемые в условиях обильного азотного удобрения, одновременно расходуют много воды и часто возделываются при искусственном орошении.

В специализированных овощеводческих хозяйствах не ограничиваются одним овощным севооборотом, а вводят несколько. При этом учитывается отношение различных овощных культур к почвам, теплу и влаге. Ранние и теплолюбивые культуры (лук на перо, огурцы, ранняя и цветная капуста и др.) размещают на легких почвах южных склонов или пойм. Поздние и холодостойкие культуры целесообразно выделить в особый севооборот, расположенный в пониженных местах на плодородных почвах более тяжелого механического состава.

Большая часть овощных севооборотов относится к пропашному или травопольно-пропашному виду.

Примером пропашного типа может служить севооборот для *ранних культур*, введенный на орошаемых супесях и легких суглинках прирусловой части поймы в Софьинском отделении совхоза «Раменское» Московской области: 1) лук на перо и огурцы, 2) капуста ранняя и цветная, 3) столовые корнеплоды, 4) ранний картофель.

В овоще-молочном совхозе имени Тельмана под Ленинградом на дерново-подзолистых, супесчаных и легкосуглинистых почвах введены севообороты со следующим чередованием культур: 1) капуста, 2) столовая свекла, 3) морковь, 4) силосные, 5) морковь, 6) зеленые и прочие овощные культуры.

В обоих этих видах севооборотов все культуры относятся к пропашным.

Включение в пропашные севообороты многолетних трав значительно улучшает санитарные условия для овощных культур и дает *травяно-пропашной* вид севооборота, в котором через каждые 3—5 лет культура овощных (пропашных) растений прерывается на 2—3 года. В это время поле занимают многолетними травами, подсеваемыми под какую-нибудь покровную культуру. Такой севооборот будет иметь примерно следующий вид: 1) однолетние травы с подсевом клевера, 2) клевер, 3) клевер, 4) капуста, 5) лук и зеленные овощи, 6) огурцы и помидоры, 7) столовые корнеплоды, 8) капуста ранняя и средняя.

В южных районах состав овощных культур изменяется, однако основы чередования культур сохраняются.

На Донецкой овоще-картофельной опытной станции на орошаемых среднегумусных карбонатных черноземах лучшими предшественниками поздней капусты являются картофель, огурцы и томаты, для огурцов — люцерна, для томатов — огурцы, для лука репчатого — картофель и томаты. Многолетние травы здесь включаются преимущественно на орошаемых землях и в более увлажненных районах. Для степной и предгорной зоны Северного Кавказа рекомендуется такой севооборот: 1—2) люцерна, 3) томаты, 4) капуста, 5) огурцы, кабачки, тыква, 6) зеленый горошек с последующим посевом поздней капусты, 7) лук, чеснок, 8) корнеплоды, 9) ранние овощи с последующим беспорочным посевом люцерны.

В хозяйствах, специализированных на выращивании отдельных овощных культур, их чередуют с кормовыми или зерновыми культурами. Так размещают, например, лук, томаты и другие овощные культуры.

Если в специальных севооборотах сочетаются овощные и кормовые культуры, севооборот называют *кормо-овощным*.

В кормо-овощных севооборотах, кроме многолетних и однолетних трав, включают кормовые корнеплоды и силосные культуры, а также картофель. Эти культуры обычно занимают отдельные поля и чередуются с овощными. Но возможно и сочетание их в одном поле, например кормовые и столовые корнеплоды, кормовая и поздняя столовая капуста и т. д.

В совхозе имени Жданова Ленинградской области введено пять кормо-овощных севооборотов. Приведем чередование культур в одном из них: 1) однолетние травы с подсевом многолетних, 2—3) многолетние травы, 4) капуста, 5) столовые корнеплоды, 6) картофель, 7) кормовые корнеплоды и силосные. Такие севообороты относятся к травопольно-пропашным. Они имеют довольно широкое распространение на почвах высокого плодородия в условиях достаточного естественного увлажнения или орошения.

В районах развитого бахчеводства целесообразно введение специальных бахчевых севооборотов, в которых можно размещать и другие культуры.

Плодovitомнические, лесопитомнические и ягодные севообороты имеют большое значение для получения здорового посадочного материала этих культур. Такие севообороты строят так, чтобы плодовые культуры возвращались на прежнее поле не ранее чем через 2—3 года на подвойном участке и через 4—5 лет в севооборотах формирования саженцев. Для выращивания хороших подвоев и саженцев в севооборотах включают пропашные культуры (кормовые, овощные и бахчевые), многолетние травы, зерновые культуры и чистые пары.

Чередование этих культур должно быть таким, чтобы плодовые культуры шли по лучшим предшественникам, например по чистому или сидеральному пару, по обороту пласта многолетних трав.

Для севооборотов формирования в увлажненных районах северной и средней полосы рекомендуется примерно такое чередование культур: 1) яровые зерновые с подсевом бобовых многолетних трав, 2—3) многолетние травы, 4) ранние овощи, 5) подвой, 6) однолетки, 7) двухлетки, 8) пропашные или однолетние травы. В степных и засушливых лесостепных районах подвой размещают после чистого пара, в орошаемых условиях Среднеазиатских республик — после многолетних трав.

В хозяйствах средней полосы, специализированных на производстве конопли, вводят особые конопляные севообороты, чередуя посевы конопли с пропашной или бобовой культурой, например: 1) яровые зерновые с подсевом многолетних бобовых трав, 2) многолетние травы, 3) конопля, 4) конопля, 5) картофель, 6) конопля, 7) конопля. В конопляных севооборотах можно возделывать махорку, которая займет место пропашной культуры. На песчаных почвах в конопляные севообороты следует вводить люпин, например: 1) кормовой люпин, 2) конопля, 3) пропашные, 4) конопля. В южной зоне коноплесеяния коноплю следует размещать в полевых севооборотах после озимых, идущих по чистому или занятому удобренному пару.

Специальные севообороты пропашного или травяно-пропашного типа вводят также для табака. Для предохранения табака от болезней его не рекомендуется высевать более двух лет подряд. Лучшим будет такое чередование, когда табак высевают через два года на третий.

Лучшими предшественниками, предупреждающими заболевания табака, во всех табакосеющих районах являются зерновые колосовые и травы, а в северных районах и конопля.

В южной зоне табакосеяния от уборки до посадки табака проходит 200 и более дней, из которых около 100 дней имеют среднесуточную температуру выше 5°.

Еще больше теплого времени остается после уборки озимой пшеницы. Это создает благоприятные условия для посева промежуточных культур, используемых на корм и зеленое удобрение.

В опытах Всесоюзного института табака и махорки озимая вика, люпин, высеваемые после уборки табака, давали дополнительную продукцию и повышали урожай и качество табака. В то же время промежуточные культуры служат средством борьбы с водной эрозией. В зоне субтропиков вводят табачные севообороты без многолетних трав.

В других районах (УССР, Северный Кавказ, Средняя Азия) в табачные севообороты следует включать многолетние травы на 1—2 года пользования. По данным Абинского опытного поля, они повышают урожай табака, снижают его себестоимость. В этих районах рекомендуются пяти-семипольные севообороты с двумя полями табака, 1—2 полями клевера, 1—2 полями пропашных культур и 1—2 полями зерновых, например: 1) зерновые с подсевом клевера, 2) клевер, 3) табак, 4) кукуруза, 5) табак.

В США табак возделывают в трехпольных севооборотах с пшеницей и клевером.

К специальным относятся *рисовые* севообороты. По исследованиям Всесоюзного научно-исследовательского института риса, повторные посевы риса на третий год после люцерны резко снижают урожай. Если урожай риса по травяному пласту принять за 100%, то на второй год он составит 80—90%, на третий — 70 и на четвертый — 50—60%. К рисовым севооборотам предъявляются особые требования. Они должны давать возможность проводить планировочные работы, то есть выравнивание поверхности чеков (ограниченные валиками участки, которые заливают водой). Это вызывает необходимость иметь в севообороте агрономическое поле. В связи с господством анаэробных процессов в период затопления чеков в почве накапливаются ядовитые закисные соединения. Для их окисления необходимо в периоды, свободные от риса, создавать аэробные условия в почве. Поэтому большое значение имеет включение в рисовые севообороты чистых паров и пропашных культур. На таких полях можно успешно вести борьбу с сорняками, которые наносят большой ущерб рисовому производству.

Большое значение для снабжения риса питательными веществами и поддержания хороших физических свойств почвы имеет обогащение ее органическим веществом. Эта задача успешно решается введением в рисовые севообороты многолетних трав, преимущественно клевера, лучше переносящего затопление.

Таким образом, в рисовые севообороты необходимо включать многолетние травы, чистый пар или пропашную культуру. После каждой из этих культур можно сеять рис 2 года подряд, а при использовании удобрений и гербицидов до трех лет. Паровое поле может одновременно выполнять задачу планировки. Если поля с чистым паром нет, планировочные работы проводят в специальном агрономическом поле — особом виде занятого пара. Половину этого поля осенью после уборки риса засевают зимующими сортами гороха и вики. На второй половине с ранней весны до середины лета проводят планировочные работы и полупаровую обработку. После снятия урожая зернобобовых первую половину поля подвергают планировке, а на второй высевает бобовые. В середине сентября заканчивают планировку на первой половине поля и снимают урожай зеленой массы бобовой смеси на второй. Затем все поле засевают той же бобовой смесью и снимают два укоса: осенью и весной. После весеннего укоса поле обрабатывают и засевают рисом. Опыт рисового совхоза «Красноармейский» показал, что урожай риса после такого предшественника выше, чем по чистому пару и после люцерны.

В результате длительного изучения в Научно-исследовательском институте риса пришли к выводу о преимуществе в условиях Краснодарского края семи-восьмипольных севооборотов с люцерной, занятым паром и повторными посевами риса после этих предшественников, например: 1—2) травы, 3—4) рис, 5) занятый пар (агро-

мелиоративное поле), 6—7) рис; или трех-четырепольных паро-зерновых севооборотов, например: 1) пар занятый, 2—3) рис; 1) пар занятый, 2—4) рис.

Аналогичные севообороты применяют в рисосеющих хозяйствах Дальнего Востока, включая чистый пар и в некоторых случаях сою.

Особый вид специальных севооборотов представляют *противоэрозионные почвозащитные* севообороты, основная задача которых — предохранение почвы от водной и ветровой эрозии и рациональное использование подверженных эрозии земель.

Специальные севообороты для защиты почвы от водной эрозии вводят обычно на склонах крутизной более 5°. В этих севооборотах исключают чистые пары, пропашные культуры размещают поперек склона полосами шириной 30—60 м, которые чередуются с полосами многолетних трав или однолетних культур сплошного загущенного посева. По данным Научно-исследовательского института сельского хозяйства центрально-черноземных областей (И. А. Скачков), смыв почвы с поля, занятого многолетними травами первого года пользования, сокращается по сравнению с полем, вспаханным на зябь, более чем в два раза, а в последующие годы пользования травами совсем прекращается. На травяных полях или полосах задерживается почва, смытая с выше расположенных по склону полей. В борьбе с водной эрозией большую помощь оказывают смешанные уплотненные посевы, например кукурузы с тыквой, соей или люпином, а также посев промежуточных культур (подсеваемых, покосных и пожнивных).

На склонах крутизной более 10—12° необходимо вводить травопольные севообороты с удельным весом многолетних трав более 50% всей площади.

Исследования Украинского научно-исследовательского института земледелия в колхозе имени Жданова Винницкой области на склоне крутизной 8° на темно-серых оподзоленных смытых почвах показали, что при внесении удобрений можно получать высокие урожаи многолетних трав, проса, кукурузы и зерновых культур.

На землях, сильно подверженных водной эрозии, в лесостепной зоне рекомендуются примерно такие севообороты: 1—3) многолетние травы, 4) озимые (с оставлением травяных полос), 5) кукурузы или смесь ее с тыквой при полосном размещении с полосами трав, 6) зернобобовые с последующим посевом пожнивных культур, 7) озимые и яровые с подсевом многолетних трав.

В Полесье на глинисто-песчаных почвах и склонах небольшой крутизны, по данным Полесской опытной станции, хорошо предохраняют почву от водной эрозии севообороты с таким чередованием культур: 1) люпин на зеленое удобрение, 2) озимая рожь + пожнивной люпин, 3) картофель, 4) кормовой люпин, 5) озимая рожь + пожнивной люпин, 6) кукуруза, 7) гречиха. При внесении на гектар пашни 9—10 т органических и до 2,5 ц минеральных удобрений здесь получены урожаи ржи 17—20 ц, картофеля 200—226 ц, зеленой массы люпина 280—330 ц с гектара.

Поля почвозащитного севооборота располагают длинной стороной поперек склона. По границам полей создают почвозащитные лесные полосы, как это сделано в опытном хозяйстве Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (рис. 92).

Полосное размещение культур еще большее значение имеет в борьбе с ветровой эрозией. Защитные полосы из донника, житняка, люцерны, стерневых посевов озимой ржи и других растений, образующих плотный растительный покров, и даже полосы, оставленные без обработки стерни, предохраняют почву соседней полосы от выдувания.

Полосы располагают поперек господствующих ветров. Ширина полос на легких почвах должна быть не более 50 м, а на более тяжелых до 100—150 м.

Для почв, подверженных ветровой эрозии, Павлодарская опытная станция по защите почвы от эрозии рекомендует севооборот с десятилетней ротацией: 1—5) многолетние травы, 6—7) яровая пшеница, 8) кулисный пар, 9—10) яровая пшеница. Каждое поле состоит из нескольких полос. В первую половину ротации много-

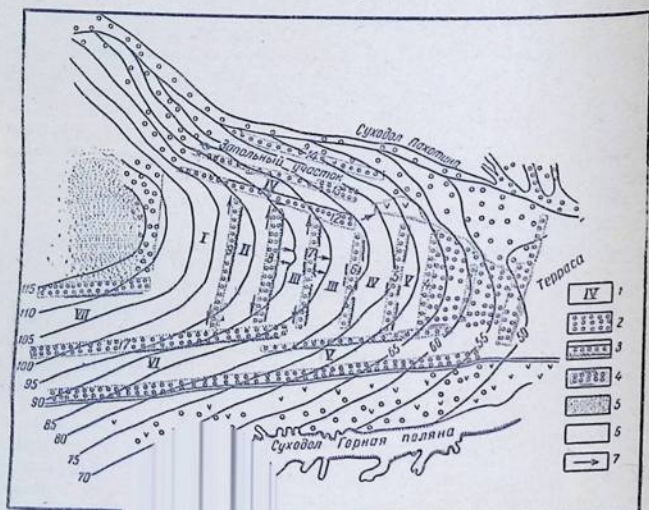


Рис. 92. Поле почвозащитного севооборота

1 — посев
полоса
ошун

почвозащитного севооборота и лесных полос в опытном хозяйстве ВНИИЛМИ (г. Волгоград):

1 — садом, лесные полосы; 2 — лесная полоса в ложбине по верхней и нижней границам; 3 — естественная травянистая площадь; 4 — направление стока.

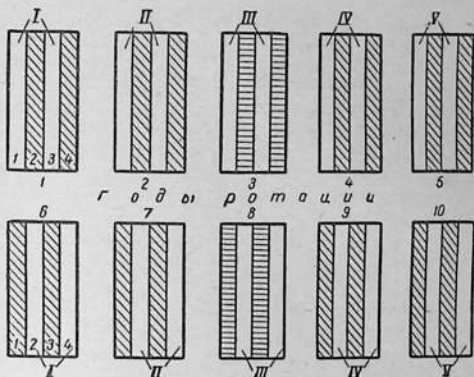


Рис. 93. Схема чередования культур в одном поле десятипольного почвозащитного севооборота при полосном размещении посева:

римские цифры — многолетние травы первого, второго и т. д. лет пользования; косая штриховка — яровая пшеница; поперечная штриховка — кулисный пар.

летние травы занимают нечетные полосы, а яровая пшеница и кулисный пар четные; во вторую половину ротации травы постепенно переходят на четные полосы. Чередование культур во времени на одном и том же поле, разделенном на 4 полосы, показано на рисунке 93.

Глава XXIII

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВВЕДЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕВООБОРОТОВ

Система севооборотов в хозяйстве отражает организацию полевого хозяйства и касается лишь пахотных земель. Но в каждом хозяйстве, кроме пашни, имеются и другие сельскохозяйственные угодья (естественные кормовые угодья, земли под многолетними плодовыми и лесными насаждениями и т. д.).

Вопрос об организации полевого хозяйства нельзя решать раньше, чем будет составлен план использования всех сельскохозяйственных угодий. Рациональное использование земель в хозяйстве и способы повышения плодородия почвы составляют задачу системы земледелия. Но и система земледелия может быть выбрана только тогда, когда установлена специализация хозяйства и соотношение отдельных его отраслей.

Таким образом, разработку севооборотов надо начинать с определения основного направления хозяйства, его специализации.

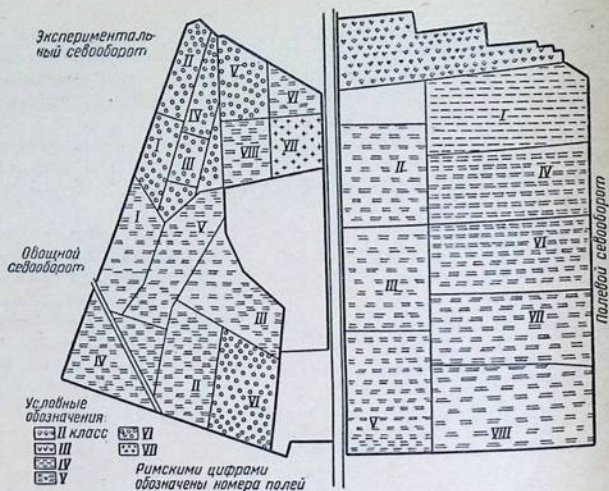


Рис. 94. Картограмма усредненной оценки земель опытного хозяйства СевНИИГиМ для зерновых культур по полям севооборота.

После определения специализации хозяйства можно приступить к составлению плана организации сельскохозяйственной территории, в котором предусматривается продуктивное использование всех земель. Этот план осуществляется в виде проекта внутрихозяйственного землеустройства. Чтобы составить такой проект, надо провести большую подготовку.

Прежде всего потребуется обследовать все почвы, составить почвенную карту и картограммы, отражающие наличие в почве питательных веществ, степени кислотности или засоленности и т. д. Имея эти материалы и сведения по истории отдельных земельных участков, можно сделать оценку земель, разделить их на несколько групп по уровню плодородия.

Такие картограммы позволяют более правильно решить вопрос о расположении разных севооборотов. Так, в опытном хозяйстве Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации пахотные земли разделены на 6 классов. На землях IV и V классов размещен полевой севооборот. Под овощной севооборот отведен участок земли V и VI классов и под экспериментальный VI и VII классов (рис. 94).

Необходимо иметь общий план землепользования с нанесением на нем границ всех земельных участков, выявить недостатки землепользования, в частности наличие мелких участков, чересполо-

сину и пр. и наметить меры по их устранению. Такими мерами могут быть укрупнение участков пашни путем распашки расположенных между пашней непахотных земель; частичный обмен землями с соседними хозяйствами для устранения чересполосицы, удаленности отдельных земельных участков и т. д.

Одновременно проводят агромелиоративное и водохозяйственное обследование земель для того, чтобы на основе его результатов составить план мелiorативных мероприятий и мер по борьбе с водной и ветровой эрозией.

На естественных кормовых угодьях проводят геоботаническое обследование, то есть определяют состав растительности и продуктивность сенокосов и пастбищ. Материалы этого обследования нужны для составления плана по улучшению и лучшему использованию кормовых угодий. При разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства необходимо также определить размещение населенных пунктов, хозяйственных центров, животноводческих ферм, искусственных водоемов, дорог и т. д. Располагая этими материалами, можно приступить к составлению плана трансформации угодий, то есть перевода менее ценных угодий в более ценные, например распашку части лугов, отвод земли под сады, виноградники и т. д. Это можно сделать только тогда, когда предполагаемые для нового использования земли будут детально изучены и появится уверенность в их пригодности для более продуктивного использования. В практике были случаи, когда в пашню переводились мало-пригодные земли (сильно засоленные, подверженные эрозии, заболоченные и т. д.), на которых нельзя было получить достаточно высоких урожаев полевых культур.

Возможны и такие случаи, когда часть пахотных земель придется отвести для других целей, например под застройку, плодовые и лесные насаждения, под дороги. Земли на склонах и подвергающиеся смыву лучше засеять многолетними травами и использовать как сенокосные угодья или вводить на них специальные почвозащитные севообороты. Отдельные мелкие участки пашни, вклинившиеся в луговые земли и не имеющие возможности для расширения, можно превратить вместе с прилегающими естественными лугами в искусственные луга и пастбища.

Однако выбывшая площадь пашни должна быть восполнена и даже расширена за счет других угодий.

План трансформации сельскохозяйственных угодий определяет площадь каждого из них, в том числе и пашни. Теперь можно приступить к составлению плана организации полевого хозяйства, то есть к разработке структуры посевных площадей.

Структура посевных площадей разрабатывается непосредственно в хозяйстве с участием самих колхозников и рабочих совхоза, с учетом конкретных условий и возможностей каждого хозяйства.

Государственными планирующими организациями колхозам и совхозам доводится задание — сколько и каких видов продуктов им следует продать государству, а сколько и каких культур посеять,

как рациональнее использовать землю, — решают сами колхозники и работники совхозов.

Главным критерием рациональности структуры посевных площадей служит количество продукции, выраженное в сопоставимых показателях (например, в денежной оценке), произведенной с каждого гектара пахотных угодий при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции.

Сельскохозяйственные культуры обладают различной способностью к накоплению сухого вещества в одних и тех же условиях. С другой стороны, одна и та же культура в разных природно-климатических условиях показывает неодинаковую продуктивность.

Наивысшая продуктивность каждого растения может быть достигнута в том случае, если наличные почвенные и климатические условия и применяемая агротехника наиболее соответствует их требованиям.

Среди сельскохозяйственных растений есть такие, для которых от прорастания до созревания требуется 60—70 дней; для другой группы растений необходимо 85—90 дней, а для третьей — 100 и более. Естественно, что в северных условиях могут успешно возделываться растения с коротким периодом вегетации, а на юге предпочтительнее выращивать растения с продолжительным периодом, которые лучше используют лучистую энергию солнца.

Неодинаково относятся растения к длине светового дня. Растения длинного дня, например рожь, ячмень, овес, при продвижении на север ускоряют свое развитие и быстро созревают. Многие южные культуры (кукуруза, просо, соя и др.), напротив, в этих условиях задерживают созревание.

Для южных растений необходима повышенная температура. Оптимальная температура для роста и развития подсолнечника, проса, кукурузы на зерно находится в пределах 20—25°. Еще больше требуется тепла для хлопчатника, риса, арахиса и некоторых других культур. Озимая рожь обладает более высокой устойчивостью к морозам по сравнению с озимой пшеницей. Поэтому ее возделывают в более северных и восточных районах. Здесь она надежнее и выгоднее озимой пшеницы, которая будет продуктивнее в южных районах или в средней полосе с хорошим снежным покровом.

Различно отношение растений к влаге. Некоторые из них могут возделываться в условиях недостаточного увлажнения, например сорго, суданская трава, просо, пшеница и др. Большее количество влаги необходимо для гороха, кормовых бобов, льна-долгунца, сои, люпина, бобовых культур, гречихи, клевера, риса, хлопчатника и др. Умеренное и равномерное увлажнение требуется для большей части зерновых культур, картофеля и др.

По-разному относятся сельскохозяйственные растения и к почвам. Некоторые из них, например картофель, озимая рожь, кукуруза, люпин и т. д., требуют хорошо аэрированных прогреваемых супесчаных и легкосупесчаных почв, другие культуры (пшеница, клевер, сахарная свекла, лен) лучшие урожаи дают на более связ-

ных и влажных почвах. Большинство растений лучше развиваются при реакции почвы, близкой к нейтральной, но некоторые (люпин, рожь, картофель) хорошо произрастают и на почвах со средней кислотностью.

Попытки возделывания некоторых культур в не соответствующих для них условиях всегда кончались неудачами. Так был опровергнут жизнью проект создания крупной базы хлопководства на Северном Кавказе и на юге Украины, где не вызревали даже скороспелые сорта хлопчатника. В последние годы многие районы потерпели неудачу с возделыванием кормовых бобов, кукурузы вследствие недостаточного увлажнения или несоответствующих для данной культуры тепловых условий, с другой стороны, в некоторых районах необоснованно вытеснялись многолетние травы, овес как малоурожайные культуры.

При оценке сельскохозяйственных культур надо пользоваться фактически полученными за последние пять лет урожаями в хозяйстве, в ближайших совхозах и колхозах, опытных хозяйствах научно-исследовательских учреждений и на сортоучастках области. При этом необходимо учитывать принятую в этих хозяйствах агротехнику и возможности ее внедрения в своем хозяйстве, имея в виду, что более урожайные в хороших условиях культуры при низкой агротехнике могут стать малопродуктивными и невыгодными. Кроме величины урожая, надо учитывать качество продукции и ее назначение. Можно сравнивать одну зерновую культуру пищевого назначения с другой того же назначения или кормовые культуры между собой, но сравнение культур разного назначения может привести к неправильным выводам. Таким образом, при разработке структуры посевных площадей прежде всего надо установить соотношение между различными группами культур (товарные зерновые, технические, кормовые, овощные и т. д.). Это соотношение зависит от системы хозяйства, его специализации.

В пределах каждой группы подбирают наиболее продуктивные и выгодные культуры. При этом необходимо учитывать также качество продукции, например содержание в кормах протеина, аминокислот, витаминов, а для зеленых кормов — время их поступления.

В структуре посевных площадей необходимо предусматривать возможность научно обоснованного чередования культур. Особенно важно иметь достаточную площадь так называемых восстанавливающих плодородие почвы полей (пары, многолетние бобовые травы, пропашные культуры).

Для экономической оценки севооборотов недостаточно сравнивать между собой отдельные культуры, а нужно давать оценку различным структурам посевных площадей, чтобы выбрать лучшее сочетание культур. Для хозяйств зернового направления важно определить наилучшее соотношение между зерновыми культурами, с одной стороны, и незерновыми и чистыми парами — с другой. При специализации на производстве технических культур надо установить разумные пропорции между этими ведущими культурами,

с одной стороны, и зерновыми и кормовыми — с другой. В хозяйствах животноводческой специализации прежде всего нужно установить общую площадь посева кормовых культур и их состав.

При разработке структуры посевных площадей и размещении культур на территории, кроме выхода продукции, надо учитывать, как при том или ином сочетании высокопроизводительно используются трудовые ресурсы и техника, как они повлияют на себестоимость и чистый доход, какое действие они могут оказать на плодородие почв и устойчивость урожаев при длительном применении данного севооборота. При сочетании озимой пшеницы, кукурузы и гороха создается равномерность в затратах труда и в использовании техники, поскольку время посева и уборки этих культур не совпадает, тогда как время ухода и уборки сахарной свеклы и картофеля, наоборот, совпадают.

Соотношение площадей под кормовыми культурами с учетом их урожайности и продовольственными и техническими культурами служит важным показателем влияния данного севооборота на плодородие почв, поскольку оно определяет уровень развития животноводства и накопления органических удобрений.

Важным экономическим требованием к севообороту является также размещение сельскохозяйственных культур на территории, которое обеспечивало бы наилучшее использование земли, техники и труда. Культуры следует размещать достаточно крупными массивами, позволяющими хорошо использовать тракторы и сельскохозяйственные машины.

На основе разработанной структуры посевных площадей и детального изучения почв пахотных угодий определяют число севооборотов, их площадь, состав, пропорцию и чередование культур в каждом из них.

Чтобы установить число полей, надо детально изучить конфигурацию земельного массива, отведенного для севооборота. Если земельный массив расчленен естественными границами (речки, балки, перелески, железные и шоссейные дороги и т. п.) на более мелкие участки, то объединение их в одно поле не дает выигрыша в использовании техники. В этом случае поля могут иметь меньшую площадь. Уменьшенные размеры полей допускают также для специализированных и прифермских севооборотов, охватывающих площадь которых бывает небольшой.

Важно, чтобы каждая культура или их группа могла разместиться в одном или нескольких целых полях, если для каждой культуры близка к 10 или кратному числу процентов, то достаточно иметь 5 или 10 полей в севообороте.

Когда вопрос о числе полей решен, можно установить чередование культур в каждом севообороте. При этом надо учитывать выводы научных учреждений и опытных хозяйств о влиянии предшественников для каждой культуры. Наиболее целесообразные из них целесообразно использовать по лучшим предшественникам, руководствуясь основными принципами построения севооборотов.

севооборотов, изложенными в предыдущей главе. Учитывая качество почв и план по урожайности, выявив имеющиеся возможности, основываясь на выводах научных учреждений и опыте передовых хозяйств, расположенных в таких же природных условиях, составляют систему обработки почвы в каждом поле, а также систему удобрений. При этом указывают способы и сроки обработки посева и внесения удобрений, виды и дозы удобрений, систему ухода за растениями, меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями растений, машины и орудия для проведения намеченных работ.

ВВЕДЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ

Разработкой плана агротехнических мероприятий заканчивается составление проекта введения севооборотов. Его обсуждают на совещаниях специалистов, колхозного или совхозного актива, рассматривают на заседании правления колхоза или производственного совещания совхоза.

После внесения поправок, принятых при обсуждении и утверждении проекта в вышестоящих сельскохозяйственных органах, проводят землеустройство, то есть устанавливают границы севооборотов и полей. При этом возможны некоторые отклонения от намеченных размеров площадей севооборотов и полей, вызванные особенностями землепользования и стремлением создать лучшие условия для полевых и транспортных работ. После землеустройства севообороты считаются введенными. Дальнейшая задача заключается в том, чтобы освоить их в возможно короткое время. После землеустройства размещение культур по полям каждого севооборота будет не таким, какое предусмотрено проектом. Часто вместо одной культуры в поле окажется 3—4 и более. Это значит, что севообороты еще не освоены.

Освоенными называют такие севообороты, в которых каждая культура занимает положенное ей число полей, соблюдается установленное чередование их и намеченная агротехника. Для освоения севооборотов составляют особый план или так называемую *переходную таблицу*. В ней записывают по порядку поля и площадь каждого из них, все культуры, которые высевались в каждом поле за последние два года, с указанием занимаемой площади, а также включенные в состав поля неосвоенные земли. Чтобы было видно, как размещались культуры в каждом поле, полезно составить карту предшественников. Затем намечают размещение посевов на ближайшие 2—3 года и более лет, пока не будет освоен севооборот. В эти годы порядок культур может отличаться от установленного чередования, так как и их размещение по полям. Но то и другое с каждым годом должно будет приближаться к предусмотренному проектом. Составление плана освоения севооборота изложена в учебнике «Практикум по земледелию» *. Кроме того, составляют

с одной стороны, и зерновыми и кормовыми — с другой. В хозяйствах животноводческой специализации прежде всего нужно установить общую площадь посева кормовых культур и их состав.

При разработке структуры посевных площадей и размещении культур на территории, кроме выхода продукции, надо учитывать, как при том или ином сочетании высокопроизводительно используются трудовые ресурсы и техника, как они повлияют на себестоимость и чистый доход, какое действие они могут оказать на плодородие почвы и устойчивость урожаев при длительном применении данного севооборота. При сочетании озимой пшеницы, кукурузы и гороха создается равномерность в затратах труда и в использовании техники, поскольку время посева и уборки этих культур не совпадает, тогда как время ухода и уборки сахарной свеклы и картофеля, наоборот, совпадают.

Соотношение площадей под кормовыми культурами с учетом их урожайности и продовольственными и техническими культурами служит важным показателем влияния данного севооборота на плодородие почвы, поскольку оно определяет уровень развития животноводства и накопления органических удобрений.

Важным экономическим требованием к севообороту является также размещение сельскохозяйственных культур на территории, которое обеспечивало бы наилучшее использование земли, техники и труда. Культуры следует размещать достаточно крупными массивами, позволяющими хорошо использовать тракторы и сельскохозяйственные машины.

На основе разработанной структуры посевных площадей и детального изучения почвы пахотных угодий определяют число севооборотов, их площадь, состав, пропорцию и чередование культур в каждом из них.

Чтобы установить число полей, надо детально изучить конфигурацию земельного массива, отведенного для севооборота. Если земельный массив расчленен естественными границами (речки, балки, перелески, железные и шоссейные дороги и т. п.) на более мелкие участки, то объединение их в одно поле не дает выигрыша в использовании техники. В этом случае поля могут иметь меньшую площадь. Уменьшенные размеры полей допускают также для специализированных и прифермских севооборотов, охватывающих площадь которых бывает небольшой.

Важно, чтобы каждая культура или их группа размещались в одном или нескольких целых полях, если для каждой культуры близка к 10 или кратному числу процентов, то для каждой 5 или 10 полей в севообороте.

Когда вопрос о числе полей решен, можно установить чередование культур в каждом севообороте. При этом надо учитывать выводы научных учреждений и опытных хозяйств о влиянии предшественников для каждой культуры. Наиболее целесообразные из них целесообразно использовать по лучшим предшественникам, руководствуясь основными принципами построения

севооборотов, изложенными в предыдущей главе. Учитывая качество почвы и план по урожайности, выявив имеющиеся возможности, основываясь на выводах научных учреждений и опыте передовых хозяйств, расположенных в таких же природных условиях, составляют систему обработки почвы в каждом поле, а также систему удобрений. При этом указывают способы и сроки обработки посева и внесения удобрений, виды и дозы удобрений, систему ухода за растениями, меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями растений, машины и орудия для проведения намеченных работ.

ВВЕДЕНИЕ И ОСВОЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ

Разработкой плана агротехнических мероприятий заканчивается составление проекта введения севооборотов. Его обсуждают на совещаниях специалистов, колхозного или совхозного актива, рассматривают на заседании правления колхоза или производственного совхоза.

После внесения поправок, принятых при обсуждении и утверждении проекта в вышестоящих сельскохозяйственных органах, проводят землеустройство, то есть устанавливают границы севооборотов и полей. При этом возможны некоторые отклонения от намеченных размеров площадей севооборотов и полей, вызванные особенностями землепользования и стремлением создать лучшие условия для полевых и транспортных работ. После землеустройства севообороты считаются введенными. Дальнейшая задача заключается в том, чтобы освоить их в возможно короткое время. После землеустройства размещение культур по полям каждого севооборота будет не таким, какое предусмотрено проектом. Часто вместо одной культуры в поле окажется 3—4 и более. Это значит, что севообороты еще не освоены.

Освоенными называют такие севообороты, в которых каждая культура занимает положенное ей число полей, соблюдается установленное чередование их и намеченная агротехника. Для освоения севооборотов составляют особый план или так называемую *переходную таблицу*. В ней записывают по порядку поля и площадь каждого из них, все культуры, которые высевались в каждом поле за последние два года, с указанием занимаемой площади, а также включенные в состав поля неосвоенные земли. Чтобы было видно, как размещались культуры в каждом поле, полезно составить карту предшественников. Затем намечают размещение посевов на ближайшие 2—3 года и более лет, пока не будет освоен севооборот. В эти годы порядок культур может отличаться от установленного чередования, так как и их размещение по полям. Но то и другое с каждым годом должно будет приближаться к предусмотренному проектом. Составление плана освоения севооборота изложена в учебнике «Практикум по земледелию» *. Кроме того, составляют

проблем и др. Практикум по земледелию. «Колос».

план агротехнических мероприятий (обработка почвы, удобрения), в котором предусматривают постепенный переход от существующей в хозяйстве агротехники к запланированной на год освоения севооборота. Особенное внимание обращают на те поля или участки, где планом предусмотрены посевы по плохим предшественникам.

Составление плана — лишь начало работы по освоению севооборотов. Затем его надо выполнять. Для этого необходимо обеспечить хозяйства семенами, удобрениями, машинами и орудиями. Особенно важно решить вопрос о производстве семян многолетних и однолетних трав, ранних сортов картофеля и других парозанимающих культур.

Выполнение плана освоения севооборотов надо контролировать проверкой фактического размещения посевов по окончании весеннего сева и осенью. Если размещение посевов частично изменено, то в план надо внести поправки не только на этот год, но и на последующие. Точно так же проверяют выполнение агротехнических мероприятий.

СОБЛЮДЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ

Контроль за соблюдением севооборотов необходимо проводить и после их освоения, при этом сличают фактическое размещение культур с запланированным согласно ротационной таблице. При ежегодном размещении культур в освоенном севообороте возможны отклонения от установленного чередования культур. Наряду с неоправданными нарушениями проекта могут быть и необходимые изменения, внесение которых подсказывается самой практикой. Так, если по каким-либо причинам в поле погибли озимые или многолетние травы, то такие поля после соответствующей обработки засевают другими культурами из той же группы.

Иногда возникает необходимость переменить поля для посева культур одной и той же группы, например поле, предназначенное под яровую пшеницу, занять ячменем или овсом, а на поле, где предполагалось разместить эти культуры, посеять пшеницу.

Бывает, что посевы клевера после одного года пользования выпали, а по принятой схеме севооборота предусмотрено двухгодичное использование клевера. В этом случае поле, где должен быть клевер второго года пользования, целесообразно распахать весной, когда выяснится, что урожай ожидать безнадежно. Вместо этого можно оставить в другом поле клевер на третий год, если он находится в хорошем состоянии, а ту культуру, которую нужно было сеять на этом поле, возделывать после выпавшего клевера по распаханному полю. В случае, если клевер на третий год не обещает хорошего урожая, распаханное ранее положенного срока клеверное поле можно занять однолетними травами, а в последующие годы высевать культуры, предусмотренные схемой севооборота.

Так как изменение в размещении культур по полям севооборота в одном году оказывает влияние и на последующие годы, необходимо, так же как и в период освоения, 2 раза в год сличать фактическое размещение посевов с установленными по проекту севооборотов.

В случае каких-либо расхождений надо вносить поправки на последующие годы. Если этого не делать, то допущенные однажды отклонения от плана размещения культур повлекут за собой все больше и больше изменений и приведут к нарушению севооборота. Так же проверяют выполнение плана агротехнических мероприятий и вносят необходимые поправки, вызванные или изменениями в размещении культур, или другими причинами.

Чтобы правильно решать вопросы о размещении сельскохозяйственных культур и о приемах их возделывания, необходимо знать историю каждого поля и земельного участка за ряд лет. Для этой цели в каждом хозяйстве надо иметь *Книгу истории полей*. В нее записывают отдельно по каждому севообороту и полю прежде всего сведения о свойствах почвы, содержании в ней питательных веществ. Эти сведения берут из материалов почвенного и агрохимического обследования. В книгу заносят сведения о том, какие культуры и где именно, то есть на какой части поля, возделывались в этом году, сколько и каких внесено удобрений под каждую культуру, как и когда обрабатывали почву, какие проводились меры по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений и какие получены урожаи по каждой культуре. Особенно тщательно отмечают те участки, где проведены коренные мероприятия по улучшению почв, например известкование, гипсование, дренаж и т. д. Ежегодно, а еще лучше несколько раз в год, следует проводить учет засоренности посевов и распространения вредителей и возбудителей болезней. Результаты учета записывают в книгу и наносят на план соответствующего поля, чтобы было видно, какая часть поля больше засорена или заражена и какими сорняками, вредителями и возбудителями болезней.

Книгу истории полей ведут и хранят в конторе совхоза или колхоза. На отделениях или в бригадах ведут агротехнические паспорта, в которые записывают те же сведения за год, и по окончании работ сдают в контору. Записи в книге и заполнение агропаспортов ведут агрономы, а где их нет, — бригадир или управляющий отделением по мере выполнения работ. Откладывать это не следует потому, что через некоторое время многие детали проведенных мероприятий не удержатся в памяти и записи будут неточными. С помощью агрохимических лабораторий периодически через 5 лет необходимо повторять обследование почв, чтобы выяснить, какие изменения произошли в их свойствах и содержании основных питательных веществ, и чтобы ввести те или иные поправки в агротехнику на будущее время.

Знание истории каждого поля позволит лучше планировать размещение культур, внесение удобрений и другие агротехнические мероприятия, проводимые в последующие годы.

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Глава XXIV

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Возникновение и смена систем земледелия неразрывно связаны с развитием производительных сил общества, особенно с промышленным производством и научно-техническим прогрессом. Как и на любое производство, на развитие земледелия и смену его систем активно воздействуют производственные отношения. Наличие частной собственности на землю и монополии частновладельческого хозяйства препятствуют прогрессу в земледелии и задерживают переход к высшим системам его.

В социалистическом обществе, где земля является собственностью государства, создаются неограниченные возможности для интенсификации земледелия и перехода к высшим формам организации и технологии.

В конце XVIII в. первые русские агрономы-ученые А. Т. Болотов, И. М. Ковов и др. предприняли попытки дать научное определение и обоснование системе земледелия применительно к условиям нашей страны. Они отличали одну систему земледелия от другой по способу восстановления плодородия почвы (залежь, пар, лесная поросль). Решающим условием подъема урожайности они считали правильное сочетание хлебопашества со скотоводством, посевов зерновых культур с кормовыми. И. М. Ковов (1788) писал: «Главный к совершенству земледелия способ есть скотоводство, чем больше скота, тем больше навоза и хлеба будет». Все агрономы дореформенного (до 1861 г.) периода трактовали систему земледелия как способ разведения культурных растений на полях ради прибыли и называли ее способом пивоводства, системой хлебопашества, системой полеводства и т. д.

Такой взгляд на систему земледелия имел широкое распространение и в пореформенной России, в условиях развития капиталистических отношений, так как при капитализме любая система земледелия служит целям извлечения наибольшей прибыли.

А. П. Людоговский, А. В. Советов, И. А. Стебут, А. С. Ермолов и другие ученые пореформенного периода считали главными призна-

ками системы земледелия соотношение между земельными угодьями (лугами и пашней) и различными группами культур, а также способ поддержания и повышения плодородия почвы.

Определение системы земледелия как особого понятия впервые было дано А. В. Советовым (1867), который писал, что «разные формы, в которых выражается тот или другой способ земледелия, принято называть системами земледелия».

С развитием капитализма, торгового земледелия и специализации сельского хозяйства во второй половине XIX в. возникло понятие «система хозяйства», имеющее более широкое, преимущественно экономическое содержание, включающее в себя производственное направление хозяйства и систему земледелия. Системы хозяйства различали по главному рыночному продукту, от реализации которого получается основная часть дохода.

В. И. Ленин писал, что процесс специализации, который отделяет один от другого различные виды обработки продуктов, создавая все большее и большее число отраслей промышленности, проявляется и в земледелии, создавая специализирующиеся районы земледелия (и системы земледельческого хозяйства), вызывая обмен не только между продуктами земледелия и промышленности, но и между различными продуктами сельского хозяйства.

С возникновением понятия «система сельского хозяйства» система земледелия стала рассматриваться как ее составная часть, подчиненная целому.

А. С. Ермолов под системой земледелия, или полевого хозяйства, подразумевал способ использования территории для производства растительных продуктов. Основными признаками различных систем он считал способы поддержания или восстановления производительных сил земли, соотношение между зерновыми, техническими и кормовыми культурами, возделываемыми на пашне.

Д. И. Менделеев и К. А. Тимирязев считали важным признаком системы земледелия применение удобрений, особенно минеральных.

Д. Н. Прянишников системой полеводства, или земледелия, называл способ использования земли теми или иными культурами. Она зависит от системы хозяйства и определяется соотношением площадей под кормовыми, техническими и зерновыми культурами или образующими и не образующими навоз растениями.

В. Р. Вильямс сузил понятие системы земледелия. Он считал основным средством восстановления почвенного плодородия наличие деятельного перегноя и прочной структуры почвы, а под системой земледелия подразумевал систему восстановления плодородия или прочной структуры почвы. Он ошибочно полагал, что в условиях социалистического государства не могут существовать различные системы хозяйства и системы земледелия, должна быть одна социалистическая плановая система хозяйства и одна система земледелия — травопольная. В определении Вильямса упускалась экономическая сторона системы земледелия, то есть соотношение земельных угодий

и структуры посевных площадей, а также слишком узко рассматривалась задача повышения плодородия почвы.

В настоящее время под системами земледелия понимают формы земледелия, выражающие способы сельскохозяйственного использования пахотной земли, повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Способ использования земли в различных системах земледелия выражается в соотношении между собой земельных угодий и в структуре посевных площадей, а способ повышения эффективного плодородия почвы — в комплексе агротехнических и мелiorативных мероприятий в соответствии с составом возделываемых культур. Признаками всех систем земледелия, как ранее существовавших, так и существующих в настоящее время, является соотношение земельных угодий, структура посевных площадей и соответствующий ей способ поддержания и повышения плодородия почвы. Эти признаки определяют интенсивность и рациональность системы, они взаимно связаны между собой.

Изменение способа восстановления и повышения плодородия почвы создает условия для расширения посевов более требовательных и продуктивных культур и пересмотра прежнего их соотношения. С другой стороны, новая структура посевных площадей требует применения более высокой агротехники.

Внутренней движущей силой развития систем земледелия и перехода от низших форм к высшим является противоречие земли как естественного исторического тела и как основного средства сельскохозяйственного производства. Природные свойства почвы консервативны, трудно поддаются изменению и ограничивают плодородие. Этот консерватизм преодолевается в процессе деятельности человека и использования земли как средства сельскохозяйственного производства, и эффективное плодородие почвы повышается.

Такой процесс идет непрерывно и находит отражение в скачкообразно сменяющихся формах или системах земледелия.

История развития систем земледелия показывает, что они отражают различные фазы интенсивности земледелия. Это проявляется как в использовании земли, так и в способах поддержания и повышения плодородия почвы.

Научно обоснованная система земледелия в условиях планового социалистического хозяйства в период построения коммунизма должна гарантировать обществу производство в необходимых количествах всех видов сельскохозяйственной продукции, требующейся для создания изобилия высокого качества продуктов для питания населения, кормов для животноводства и сырья для промышленности.

Современные системы земледелия в нашей стране должны представлять способ наиболее производительного использования земли и повышения ее плодородия, обеспечивающий получение в конкретных природных и экономических условиях наибольшего количества сельскохозяйственных продуктов с каждого гектара земли при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции.

Научно обоснованная система земледелия должна способствовать освобождению сельского хозяйства от вредных воздействий стихийных сил природы, повышению плодородия почв, освоению передовых методов агротехники с широким применением техники, орошению, рациональных севооборотов, посевов культур лучшим семенным материалом. На этой основе будут достигнуты высокие и все возрастающие урожаи.

Сельскохозяйственное производство, как никакая другая отрасль народного хозяйства, требует всестороннего учета природных и экономических условий, столь разнообразных на обширной территории нашей страны. Поэтому нельзя развивать земледелие по какому-либо единой схеме, одинаково пригодной для всей страны. Такой единой системы нет и не может быть.

По степени интенсивности все системы подразделяются на три группы: примитивные, экстенсивные и интенсивные.

ПРИМИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Примитивные системы характеризуются малой долей обрабатываемой под посевы земли (25% и менее). Плодородие почв восстанавливается под воздействием природных процессов, под влиянием естественной луговой или лесной растительности. К этой группе относятся подсечно-огневая или лесопольная, залежная и переложная системы земледелия.

В северной части нашей страны при освоении земель, заросших лесом, человек использовал стихию огня. Сжигание древесных остатков служило вместе с тем средством быстрой мобилизации зольных питательных веществ и повышало плодородие почв. К этому способу освоения новых земель человек пришел в результате наблюдений за естественной растительностью на оставшихся после лесных пожаров участках (палы). На них развивалась пышная естественная травянистая растительность, хорошо росла тимopheевка (отсюда ее народное название — палощник); после очень примитивной поверхностной обработки хорошо удавались посевы зерновых, льна. Такая система земледелия, когда после вырубки и корчевки леса лесные остатки сжигались, а освободившаяся площадь использовалась под посевы культурных растений, получила название *подсечно-огневой системы*.

На землях, выходявших из-под леса, в результате обогащения их золой, не только доставлявшей элементы питания, но и способствовавшей нейтрализации обычно кислой реакции этих почв, в первые годы выращивались высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Необходимый азот получался в результате разложения лесной подстилки, остатков травянистой растительности, а также жизнедеятельности микроорганизмов, фиксирующих азот воздуха и обогащающих им почву.

После снятия 1—2 урожаев почва из-под леса быстро утрачивала свое плодородие. Ухудшались ее физико-химические свойства, затухали микробиологические процессы. Чтобы продлить использование

освоенных из-под леса участков, в некоторых случаях стали оставлять площади на год-два без посева, а также вносить навоз в той мере, в какой позволяло слаборазвитое животноводство. Однако это не предотвращало падения урожаев возделываемых культур. Когда урожай падал до такого уровня, который не обеспечивал минимального вознаграждения за труд, земледелец оставлял этот участок и осваивал другой, а прежний вновь зарастал древесной растительностью.

С возникновением частной собственности на землю, по мере увеличения площади пашни появилась необходимость возвращаться к участкам, которые раньше уже использовались под посевы, затем были оставлены и вновь поросли лесом.

Возвращение к возделыванию под посевы прежних участков, стремление к использованию хозяйственно ценного лесоматериала привели к замене подсечно-огневой системы *лесополюной*.

В степных районах, где под пашню осваивались земли, занятые травянистой (степной) растительностью и обладающие высоким естественным плодородием (черноземы, каштановые почвы), сложились *залежная и переложная системы земледелия*.

А. В. Советов писал: «Переложная система прямо вылилась из способа заселения степей, из кочевого характера народов, в них обитавших, из избытка поземельного пространства сравнительно с народонаселением, из беспримерной производительности степного чернозема».

При залежной системе земледелия участки целины распахивались под ценные зерновые хлеба. Иногда по распаханной целине сеяли масличный лен, а в некоторых районах — бахчевые культуры. Чтобы обеспечить мобилизацию питательных веществ и накопить влагу, целину поднимали пораньше и некоторое время оставляли для парования. При повторном возделывании зерновых культур урожай их постепенно снижался. Стало более выгодным оставлять участок под залежь и осваивать новый участок степной целины. Участок, оставленный под залежь, сначала зарастал бурьянами, а затем, спустя 15—20 лет после появления на нем характерной для целины растительности, его вновь распахивали и использовали под посевы. Возвращение к распашке прежних участков земли привело к эволюции залежной системы в *переложную*.

Залежная и переложная системы земледелия были распространены в ряде стран, имеющих степные земли. В России они широко применялись в черноземной полосе. Ко времени Великой Октябрьской социалистической революции залежная и переложная системы земледелия применялись в Сибири, Казахстане, Заволжье, реже на юге страны.

С развитием естественных наук, особенно теории питания растений, изменилось и научное обоснование обеих этих систем земледелия. При господстве гумусовой теории питания повышение плодородия почвы под естественной травянистой растительностью объясняли накоплением гумуса (Тэер, И. М. Комов, М. Г. Павлов). С открытием

теории питания растений минеральными веществами снижение урожая зерновых при посеве их в течение ряда лет после распахки целины стали объяснять обеднением почвы фосфором и другими питательными веществами (Либих и его последователи). С выяснением процессов азотного питания растений повышение плодородия почвы под залежью стали объяснять восстановлением в ней запасов азота.

П. А. Костычев, исследуя образцы черноземных почв с целины и старопахки, констатировал отсутствие резкой разницы между ними по их химическому составу. Старопахотные черноземные почвы содержали также значительное количество гумуса. Вместе с тем целинные земли обладали значительно лучшей структурой почвы, чем старопахотные. Однако П. А. Костычев не считал, что утрата структуры почвы была единственной причиной падения урожаев однолетних зерновых культур после распахки целины. Землю оставляли в залежь не потому, что земля истощалась, а из-за того, что начинали одолевать сорные травы, бороться с которыми обычной обработкой невозможно, поэтому было гораздо выгоднее перейти на новый степной участок.

Краткосрочные залежи, по мнению П. А. Костычева, не достигают цели, так как после их распахки поля сильно зарастают сорняками. Однако под влиянием хозяйственно-экономических условий срок залежи все более уменьшался, а в связи с этим сокращалась и длительность использования распаханной залежи под посевы сельскохозяйственных культур.

Для подавления сорняков и лучшего использования земли под посевы стали вводить паровую обработку почвы. Так, между посевами зерновых появилось паровое поле, а переложная система местами превратилась в переходную форму переложно-паровой, затем она перешла в паровую, которая относится уже ко второй группе.

ЭКСТЕНСИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Экстенсивные системы земледелия характеризуются тем, что все пахотнопригодные земли или большая их площадь превращены в пашню, значительная часть которой отведена под пары. В посевах преобладают зерновые культуры, высокопродуктивных кормовых и технических культур нет или ими заняты незначительные площади. Плодородие почвы поддерживается здесь природными факторами, направляемыми в той или иной мере человеком (посев трав, обработка паров) и в меньшей степени — средствами производства, доставляемыми промышленностью (машины, минеральные удобрения и др.), а также мелиорацией.

К экстенсивным системам относятся паровая, зерно-травяная, травопольная.

Паровая система земледелия. В основных сельскохозяйственных районах страны переложная система земледелия сменялась паровой в результате постепенного сокращения периода перелога до одного года.

Переход от примитивных систем к паровой был крупным шагом по пути интенсификации земледелия. Улучшилось использование земли. Значительно расширились посевы зерновых культур и производство зерна.

Обработка почвы в паровом поле, особенно в сочетании с навозным удобрением, представляла уже активное вмешательство человека в естественные процессы, происходящие в почве, и позволяла поддерживать урожаи зерновых культур на более высоком уровне по сравнению с примитивными системами.

Паровая система земледелия характеризуется более высоким процентом посева зерновых, занимающих от половины до $\frac{2}{3}$ и больше площади пашни. Остальную ее часть занимают чистые пары.

Наиболее распространенными севооборотами паровой системы были двупольный (пар — зерновые), трехпольный (пар — зерновые — зерновые), реже четырехпольный (пар — 3 года зерновые).

Однако паровая система не создавала благоприятных условий для развития животноводства. Кормовые культуры на полях, как правило, не возделывались.

Распашка природных кормовых угодий заставила использовать пар для выпаса скота, что резко снизило агротехническую роль этого поля и в то же время не разрешило кормового кризиса. Продуктивное животноводство не имело прочной основы и получило название *навозного*. Но и задача производства достаточного количества навоза не могла быть осуществлена в связи с увеличивающейся площадью пашни и паров. В результате средний урожай зерновых удерживался на уровне 5—7 ц с гектара, а в засушливые годы не собирали даже семян.

В центральных районах России паровая система земледелия стала применяться еще в начале XVI в. Она получила широкое распространение и оставалась господствующей системой вплоть до Великой Октябрьской социалистической революции. В. И. Ленин называл ее консервативнейшей системой земледелия.

В Западной Европе паровая система земледелия уже давно оставлена. Сохранилась она в зерновых хозяйствах засушливых районов США, Канады, Австралии и ряда других стран, где эта система экономически себя оправдывает.

В современных условиях в нашей стране паровая система отличается от дореволюционной высокой техникой, более современными приемами обработки почвы, применением удобрений, лесомелиоративных и противоэрозийных мероприятий, посевом лучших сортов. Она применяется в засушливых районах Северного Казахстана и степной части Сибири, где возделывание пропашных и бобовых культур ограничено.

С конца 90-х годов XIX в. и особенно в начале XX в. в связи с развитием капитализма в сельском хозяйстве России появились и другие системы земледелия.

Замена паровой более интенсивными системами земледелия происходила в районах, где развивалось молочное животноводство или

внедрялись посевы технических культур, главным образом в помещичьих хозяйствах. Здесь возникли разнообразные формы более интенсивного земледелия. В помещичьих свекловичных хозяйствах нередко применялись севообороты плодосменной системы земледелия. В крестьянских хозяйствах паровая система земледелия сменялась зерно-травяной в нечерноземной полосе, паро-пропашной — в черноземной зоне.

Зерно-травяная система земледелия. Внедрение в паро-зерновые севообороты многолетних кормовых трав на 2—3 года пользования привело к новой — зерно-травяной системе земледелия.

В зерно-травяных севооборотах зерновые культуры занимали от половины до $\frac{2}{3}$ пашни, 15—25% ее отводилось под чистые пары и 20—30% — под многолетние травы. Пропашных и зернобобовых не было или они занимали незначительные площади. Плодородие почвы поддерживалось многолетними травами, паровой обработкой, применением удобрений, преимущественно навоза.

В Западной Европе севообороты, относящиеся к такой системе земледелия, были широко распространены в Германии, Австрии, в ряде районов Франции.

В дореволюционной России зерно-травяные севообороты получили распространение в нечерноземной полосе. Таково, например, ярославское четырехполье с одним клеверным полем и подсевом клевера через год или волоколамское восьмиполье: 1) пар, 2) озимые с подсевом клевера с тимофеевкой, 3—4) клевер с тимофеевкой, 5) лен, 6) пар, 7) озимые, 8) яровые зерновые. Зерно-травяные севообороты отличаются от паро-зерновых наличием полевого травосеяния.

Травопольная система земледелия. В некоторых приморских и горных странах с развитым животноводством возникла многопольно-травяная, или выгонная, система. Ограниченная часть земельной площади выделялась при этой системе под зерновые и другие культуры и не менее половины площади оставалось под естественными сенокосом и выпасом. Для повышения продуктивности естественные травы заменяли сеянными, используемыми первые годы на укос, а затем как выгон. В связи с двояким использованием многолетних трав А. С. Ермолов считал более правильным называть эту систему не выгонной, а многопольно-травяной.

Примером выгонной системы может служить мекленбургская система, возникшая в середине XVIII в. в Германии из паровой.

В странах и районах с более континентальным климатом выгонная система оказалась менее выгодной по сравнению с плодосменной и другими системами с возделыванием ценных кормовых культур.

Многопольно-травяные севообороты получили некоторое применение в сочетании с паро-зерновыми в нечерноземной полосе. Например в хозяйстве А. Н. Энгельгардта в Смоленской области применялся такой севооборот: 1—6) многолетние травы, 7) лен, 8) пар, 9) рожь, 10) яровые, 11) пар, 12) рожь, 13) яровые, 14) пар, 15) рожь.

На ферме Петровской академии (ныне Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева) с 1871 по 1897 г. применялся 12-поль-

ный севооборот Марковского, в котором шесть полей было занято многолетними травами.

В последующем многопольно-травяные севообороты с применением удобрений переходили в более интенсивные путем сокращения травяного периода и увеличения периода зерновых культур. На этой ступени многопольно-травяная система совершенно сливается с зерно-травяной.

Многопольно-травяная система земледелия применяется и в настоящее время в многоземельных малонаселенных странах, например в Австралии, с плотностью населения один человек на 1 км².

Большие площади посева самоосеменяющихся бобовых трав (люцерны и клевера) позволяют вести земледелие без азотных удобрений. Однако уровень производства продукции на 100 га пашни при этой системе невысок.

В связи с развитием полевого травосеяния и возникновением ряда систем земледелия с посевом многолетних трав на полях появились стремления к объединению этих систем под названием *травопольного хозяйства*. В. Г. Бажаев (1900) считал, что этот термин родствен немецкому *Feldgrasswirtschaft*, под ним в Германии подразумевали систему полеводства, когда пахотная земля ряд лет используется под однолетние культуры, а несколько лет служит кормовой площадью. «Это понятие, — писал В. Г. Бажаев, — обнимает как переложную систему, так и выгонную». С течением времени под это понятие были подведены и другие системы с возделыванием кормовых трав на полях, в том числе и улучшенная зерновая или зерно-травяная.

А. Н. Шишкин (1894) также рассматривал травопольное хозяйство как тип (группу) систем полеводства. «Лишь с заведением на полях травосеяния, — писал Шишкин, — простые зерновые системы переходят в системы травопольные — улучшенную зерновую, выгонную и плодосменную» *.

Рассматривая зерновую систему хозяйства, А. И. Скворцов (1890) подразделил ее по системам полеводства на три вида: с парозерновой, с травопольной и с плодосменной системой. Под травопольной он подразумевал многопольно-травяную, ственную переложную.

Таким образом, в конце XIX в. под травопольным хозяйством (или системой) понимали ряд систем, резко различных по интенсивности и основным признакам.

Дальнейшее развитие травопольная система земледелия получила в учении В. Р. Вильямса, который объединил зерно-травяную систему с многопольно-травяной в одну травопольную систему с двумя севооборотами: полевым и луговым. Такое сочетание имело прогрессивное значение, особенно в период организации крупных коллективных и государственных хозяйств со значительной площадью сельскохозяйственных угодий. Организация севооборота с посевом многолетних трав и однолетних растений на лугах в несколько раз повышала продуктивность естественных кормовых угодий. Развитие

* А. Н. Ш и ш к и н. Сельскохозяйственная экономия. С.-Петербург, 1894.

животноводства на этой основе способствовало увеличению навоза и повышению урожайности сельскохозяйственных культур в полевом зерно-травяном севообороте.

В период восстановления сельского хозяйства от разрухи, вызванной первой мировой войной и интервенцией молодой Советской страны, было необходимо поднять продуктивность земледелия введением рациональной системы без существенных затрат. Введение травосеяния в паровозерновые севообороты и в луговое хозяйство служило одним из важных средств такой рационализации.

А. Г. Дояренко в 1928 г. писал, что травопольное хозяйство резко повышает производительность исключительно путем рационализации и позволяет подняться без увеличения затрат на следующую ступень травопольно-пропашного, более интенсивного полеводства.

Теоретической основой травопольной системы земледелия послужили представления о природном процессе почвообразования под естественной растительностью.

П. А. Костычев и В. В. Докучаев в 80-х годах прошлого столетия в результате наблюдений за последствиями распашки степных черноземных почв после забрасывания участка в залежь пришли к выводу о том, что плодородие почвы восстанавливается под воздействием естественной, последовательно сменяющейся травянистой растительности. Степная растительность способствовала накоплению перегноя в почве и образованию прочной зернистой структуры. Структурная почва, по мнению П. А. Костычева, может создаваться только на целине и залежи. Улучшение структуры должно было улучшить водный режим почвы.

Признавая отрицательные стороны переложной системы, состоящие в большой длительности самого процесса восстановления условий плодородия, то есть структуры почвы, Костычев и Вильямс сделали вывод о том, что его можно ускорить. Первую фазу дернового процесса почвообразования — фазу бурьянистого перелога — можно заменить обработкой почвы, так как в течение этой фазы создается грубая структура.

Вторую и главную фазу, то есть образование мелкокомковатой структуры под воздействием корневой системы рыхлокустовых злаков, можно сократить посевом этих злаков на полях.

«Значение третьей фазы, — писал В. Р. Вильямс, — сводится к приданию структурным элементам прочности и к обогащению почвы перелога элементами зольной пищи растений и азотом глубоко укореняющимися бобовыми. Тот же эффект и в этой же мере может быть достигнут в культуре одновременным и совместным посевом рыхлокустовых злаков в многолетних бобовых... Таковы три основных положения, на которых базируется травопольная система земледелия».

В. Р. Вильямс переоценил роль биологических факторов в повышении плодородия почвы, положив их в основу системы земледелия.

С тех пор как почва стала использоваться как средство сельскохозяйственного производства, эффективное плодородие создается не

только природными процессами, но и деятельностью человека, при помощи техники, которой он располагает.

Существенной ошибкой В. Р. Вильямса была переоценка водопропрочной макроструктуры почвы. Не приводя никаких фактических доказательств, он утверждал, что бесструктурные почвы не могут поглотить более 7—8% воды от количества годовых осадков, тогда как структурные почвы поглощают до 85% воды и надолго сохраняют ее. Он сузил понятие о структуре почвы до комков, не размывающихся в воде и имеющих диаметр от 1 до 10 мм. Содержание комков данного размера должно быть не менее 65—70%. Однако подобное структурное состояние почв практически недостижимо, особенно на дерново-подзолистых почвах и сероземах.

В. Р. Вильямс придавал слишком большое значение не только роли прочной структуры, но и многолетним травам, считая их единственным средством воссоздания структуры. Как результат этого следовал тезис об обязательном посеве смеси многолетних злаковых и бобовых трав, так как одни бобовые якобы не могут решить эту задачу. Это противоречило многим фактам и мнению ряда ученых, в частности Д. Н. Прянишникова, который считал, что у бобовых в отличие от злаковых соединяются два полезных влияния: улучшение структуры и обогащение почвы азотом. Поэтому клевер и люцерна при нормальном развитии являются гораздо лучшими предшественниками, чем многолетние травы из семейства злаковых. Это подтверждалось результатами длительных опытов Сумской, Носовской, Безенчукской, Горьковской и других опытных станций.

Основные положения о прочнокомковатой структуре как главном условии плодородия почвы, о смеси рыхлокустовых злаковых и бобовых трав как единственном средстве улучшения структуры почвы не получили подтверждения и в последующих опытах. Исследованиями научных учреждений и практикой земледелия была доказана необоснованность требования о недопустимости посева озимых и пропашных культур по пласту многолетних трав.

На Украине, Северном Кавказе, в центральных черноземных областях, нечерноземной полосе и в некоторых других районах озимая пшеница и рожь были и остаются наиболее урожайными и главными зерновыми культурами, которые и по травяному пласту дают урожай намного выше, чем яровая пшеница.

Наряду с севооборотами в травопольной системе земледелия большое значение отводится обработке почвы. Особенно широкое распространение получила система зяблевой обработки почвы, состоящая из лущения жнивья и вспашки. Значительно повысилось качество обработки почвы благодаря применению плуга с предплужником и углублению пахотного слоя, особенно на дерново-подзолистых почвах.

В то же время из опасений разрушения структуры почвы, без оснований отрицались некоторые приемы и орудия обработки, например дисковые культиваторы для предпосевной обработки. Зубовые бороны и катки рекомендовались только для ухода за растениями.

Некоторое развитие получила система удобрений, особенно необходимость сочетания органических и минеральных удобрений. Вместе с тем В. Р. Вильямс допускал ошибку, считая бесполезным применение минеральных удобрений на бесструктурных почвах, а также рекомендуя употреблять навоз в виде перегной-сыпца. Несмотря на критику этой системы со стороны ряда ученых (Д. Н. Прянишников, Н. М. Тулайков, Н. С. Соколов и др.), травопольная система в 30-х и 40-х годах пропагандировалась и насаждалась повсеместно как единственно правильная и прогрессивная система.

Однако по мере ее внедрения все более и более обнаруживались ее ограниченность и непригодность во многих районах.

Паро-пропашная система земледелия. В черноземных районах России паровая система улучшалась путем введения посевов пропашных культур (сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза и др.). Такие же изменения претерпевала паровая система в картофелеводческих районах центральных областей. Введение пропашного поля в паро-зерновые севообороты привело к возникновению паро-пропашной системы земледелия.

В паро-пропашных севооборотах под зерновые культуры отводилось от 50 до 70% пашни, под пропашные, зернобобовые и крупяные — 15—25%, чистые пары занимали 15—25%. Поддержание и повышение плодородия почвы осуществлялось интенсивной обработкой паровых и пропашных полей, внесением удобрений, применением мер по сохранению и накоплению влаги. Задача борьбы с сорняками здесь возлагалась на паровые и пропашные поля.

Примером пропашного севооборота может служить четырехполье, которое П. А. Стебут рекомендовал, например, для хозяйства со значительным удельным весом картофеля: 1) пар, 2) озимые, 3) картофель, 4) яровые. В районе свеклосеяния применяли аналогичное четырехполье с посевом после озимых сахарной свеклы.

После Великой Октябрьской социалистической революции получило широкое распространение паро-пропашное пятиполье, где по пару высевались две зерновые культуры (две яровые культуры в Сибири и Казахстане, два озимых хлеба на юге Украины или озимое и яровое на юго-востоке), затем пропашные и яровые зерновые.

В настоящее время паро-пропашная система широко применяется в зерновых районах юга, юго-востока европейской части СССР, меньше в Сибири и Северном Казахстане. В этих условиях она является наиболее интенсивной и может быть отнесена к следующей группе.

ИНТЕНСИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В интенсивных системах земледелия пахотнospособные земли используются под посевы ценных зерновых, зернобобовых, технических и высокопродуктивных кормовых культур. Оставшаяся луговая площадь обращается в высокопродуктивные сенокосы и пастбища. Состав культур и их соотношение устанавливаются в зависимости от специализации хозяйства и природно-экономических условий.

Чистые пары применяются лишь периодически. Многолетние, преимущественно бобовые травы в основных севооборотах занимают сравнительно небольшую долю пашни или не возделываются. На участках, подверженных водной или ветровой эрозии, доля трав возрастает.

Повышение плодородия почвы при интенсивных системах земледелия осуществляется усиленным круговоротом питательных веществ, внесением органических и минеральных удобрений, хорошей обработкой почвы, регулированием микробиологических процессов, применением химических и других средств борьбы с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, проведением мелиоративных мероприятий, а также высоким уровнем механизации земледелия.

В странах Западной Европы в связи с бурным развитием капитализма переход от залежной и паровой зерновой систем земледелия к более интенсивным системам совершался значительно быстрее, чем в России. Наибольшее распространение из них получила плодосменная система.

Плодосменная система земледелия. Начало этой системе было положено во Фламандии и Фландрии (теперешние Бельгия и Голландия) в XVI и XVII вв. Она быстро заняла господствующее положение в Англии, а затем во Франции (XVIII в.) и несколько позднее в Германии (XIX в.).

Важнейшими признаками плодосменной системы считались: 1) распашка естественных кормовых угодий и превращение их в пашню, за исключением части высокопродуктивных лугов; 2) возделывание кормовых, наиболее выгодных культур на полях; 3) ликвидация чистых паров и замена их бобовыми травами; 4) чередование культур, истощающих и обогащающих почвы (плодосмен).

В. И. Ленин высоко оценил прогрессивную роль плодосменной системы в Западной Европе. Комментируя книгу Каутского по аграрному вопросу и отмечая гигантскую революцию, которую произвел в земледелии капитализм, В. И. Ленин писал: «Трехполье заменилось плодосменной системой, улучшилось содержание скота и обработка почвы, повысились урожаи, сильно развилась специализация земледелия, разделение труда между отдельными хозяйствами» *.

Эта система земледелия характеризуется тем, что чисто зерновое хозяйство уступило свое место хозяйству с развитым животноводством (Англия, Дания и др.) и возделыванием технических (сахарная свекла, картофель) и других пропашных культур. Развитие животноводства побудило расширить посевы клевера и других бобовых трав и кормовых корнеплодов.

В Англии сложился типичный для многих ее районов порфолькский севооборот: 1) озимая пшеница, 2) кормовые корнеплоды, 3) ячмень с подсевом клевера, 4) клевер. В этом севообороте выра-

* В. И. Ленин. Соч., изд. 4-е, т. 4, стр. 98.

жено наиболее типичное для плодосменной системы земледелия соотношение культур: зерновые — 50%, пропашные — 25 и бобовые — 25%. Характерным для плодосмена была отмена от чистого пара, чему способствовали климатические условия Западной Европы: достаточное количество осадков и довольно продолжительный период вегетации, допускающий проведение хорошей подготовки почвы под озимые после уборки клевера, заменившего паровое поле. Внедрению плодосменных севооборотов в ряде случаев способствовали также неудачи с возделыванием на постоянных участках сахарной свеклы (Франция), корни которой поражались нематодами, жившими в почве во все больших количествах. В результате свеклу стали вводить в севооборот как пропашную культуру.

Пытаясь приспособить плодосмен к условиям России, А. В. Советов подчеркивал, что плодосменная система земледелия обладает большой гибкостью и что особенности отдельных стран, где они вводились, «дали мало-помалу прежней плодосменности более широкие формы, так что в настоящее время плодосменную форму соединяют с формой так называемого многопольного хозяйства». В Германии и Австрии, в частности, внедрение плодосменной системы земледелия не сопровождалось столь значительным, как в Англии, сокращением площади посева зерновых; в связи с этим здесь как отступление от жестких требований плодосмена в севооборотах допускается двукратный посев зерновых (двух озимых или озимого и ярового). Реже допускается (в животноводческих хозяйствах) оставление клевера на 2 года пользования (Дания, Англия). Чаще всего одно из полей в плодосменных севооборотах занимают клевером и другими бобовыми травами, однако встречаются севообороты и без многолетних трав с посевом однолетних бобовых растений, убираемых на зеленый корм, или на сено (вика, различные однолетние мешанки), или на зерно (горох, бобы, фасоль и др.).

Включение в севооборот сахарной свеклы, кормовых корнеплодов, картофеля как культур, требовательных к более глубокой обработке почвы, заставляло применять и более глубокую вспашку, а также вспашку плугами с почвоуглубителями. Навоз вносили под пропашную культуру, наиболее высоко оплачивающую это удобрение, вместе с тем последствие навоза сказывалось положительно и на всех культурах севооборота.

Переход от парозернового трехполья к плодосменной системе земледелия в сочетании с усиленным удобрением и более глубокой обработкой почвы способствовал тому, что средние урожаи пшеницы в Западной Европе с 7—8 ц (XVIII в.) поднялись до 16—17 ц с гектара (1840—1880), а использование минеральных удобрений на фоне плодосмена повысило урожай до 25—30 ц с гектара (1900—1930) и до 35—40 ц в последнее десятилетие.

Большая заслуга в пропаганде плодосменной системы принадлежит Артуру Юнгу (Англия, XVIII в.), Оливье де Серру (Франция, XVIII в.), И. Шубарту и Альбрехту Тееру (Германия, начало XIX в.).

В России плодосменная система стала пропагандироваться уже в конце XVIII в. (Номов, Самборский и др.). Горючими защитниками ее были в начале и середине XIX в. М. Г. Павлов, А. В. Советов и др.

В дореволюционной России плодосменная система земледелия применялась успешно лишь в отдельных помещичьих хозяйствах (главным образом свекловичных). В условиях одностороннего зернового и даже зерново-животноводческого хозяйства она оказывалась неподходящей. Крестьянские хозяйства не могли перейти к плодосмене из-за отсутствия необходимых экономических условий. Этому мешало и общинное землепользование. После Великой Октябрьской социалистической революции с предложениями о преимуществе плодосменных севооборотов выступал Д. Н. Прянишников.

По современным агрономическим представлениям, в плодосменных севооборотах наиболее совершенно разрешены задачи повышения плодородия (внесение навоза, посевы бобовых трав, глубокая обработка почвы) и борьба с сорняками (более совершенная обработка почвы и уход за пропашными культурами).

В нашей стране плодосменная система может применяться в хозяйствах различного направления и в разных зонах. В плодосменных севооборотах зерновыми колосовыми занимают примерно 50% пашни, другую половину площади отводят под бобовые и пропашные культуры (кормовые и технические). Удельный вес бобовых (не пропашных) может изменяться в пределах до 25%, пропашных — от 25 до 50%. Чистые пары отсутствуют. Применяют посевы промежуточных культур. В плодосменных севооборотах обычно вводят посевы многолетних бобовых трав для одногодичного пользования. Реже вместо бобовых трав используют зернобобовые или пропашные культуры. Особенность комплекса агротехнических мероприятий при плодосменной системе состоит в более строгом чередовании культур, усиленном применении органических и минеральных удобрений. Важной задачей агротехники является борьба с водной эрозией почвы.

Зерно-пропашная система земледелия. При всех положительных качествах плодосменной системы она малоприменима для зерновых районов нашей страны в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. Основными системами здесь остаются паровая и паропропашная.

В районах, обеспеченных влагой, и в условиях орошения возможно применение зерно-пропашной системы, при которой большую часть пашни занимают зерновыми культурами (60—70%), а остальную площадь пропашными и другими незерновыми. Так же как и в паро-пропашной системе, здесь применяют повторные посевы зерновых.

Примером севооборотов зерно-пропашной системы в южных областях УССР и юго-востока могут служить следующие: 1) кукуруза на зеленый корм, 2) озимая пшеница, 3) озимая пшеница, 4) подсолнечник, 5) озимая пшеница, 6) кукуруза на зерно, 7) зернобобовые и одуванчатые травы, 8) озимые и яровые зерновые или: 1) пропашные,

2) яровая пшеница, 3) яровая пшеница, 4) *зернобобовые*, 5) *яровая* *зернофуражные*.

В комплексе агротехнических мероприятий *особое значение приобретают специальные приемы обработки почвы, меры по повышению и сохранению в ней влаги, по борьбе с сорняками.*

Пропашная система земледелия. Изучая развитие *русского земледелия* в России, В. И. Ленин писал, что в районах *овощеводства*, в которые входило 55 селений Ростовского уезда Ярославской губернии, вся земля, кроме выгона и лугов, занята *издавна огородами, то есть овощными культурами*. Такой же промышленный характер принимала в некоторых хозяйствах система земледелия в районах *сахарного производства*. «Введение в севооборот такого *выращивания*, как свекла, — писал В. И. Ленин, — неразрывно связано с переходом к более совершенной системе полеводства, с улучшением обработки земли и корма скота и т. д.» * Интенсивная промышленно-заводская система земледелия применялась также в районах *картофельводства*.

Ряд крупных ученых агрономов и экономистов дореволюционной России считали высшей по интенсивности *промышленно-заводскую, или огородную (овощеводческую), систему*, основанную на применении большого количества труда, на достаточном внесении удобрений и почти не зависящую от климата и почвы. В 1890 г. А. И. Скворцов писал, что в хозяйствах технических плодосменная система земледелия принимает резко выраженный характер, «здесь не только не допускают последовательного возделывания двух злаков, но чаще, наоборот, допускают возделывание двух корнеплодов, даже одного вида».

Однако эта система в дореволюционной России находилась лишь в зачаточном состоянии, была еще менее распространена, чем плодосменная система.

В настоящее время во многих хозяйствах Северного Кавказа, Украинской ССР и центральных черноземных областей и особенно в орошаемом земледелии Средней Азии и Закавказья пропашные культуры занимают большую часть площади пашни. При такой структуре посевных площадей практикуются посевы пропашных культур в течение 2—3 и более лет подряд с применением повторных посевов одной и той же культуры, например кукурузы, хлопчатника.

Систему земледелия, в которой большая часть пашни используется под пропашные культуры, можно назвать *пропашной*. Это наиболее интенсивная система. Она применима в хозяйствах, выращивающих технические и высокопродуктивные кормовые культуры (хлопчатник, сахарную свеклу, подсолнечник, кукурузу, сою, кормовую морковь и др.), а также в специализированных овощекартофельных совхозах и колхозах. В этой системе широко применяются повторные посевы пропашных культур. Чистые пары отсутствуют. Получают распространение посевы вторичных и промежуточных культур. Большое значение для повышения плодородия почвы

* В. И. Ленин. Соч., изд. 4-е, т. 3, стр. 249.

в пропашной системе земледелия имеют более интенсивная обработка почвы, внесение значительных количеств органических и минеральных удобрений, орошение земель в засушливых районах и осушение в избыточно увлажненных, борьба с эрозией почвы, особенно с водной.

В хозяйствах, специализированных на производстве одного вида продукции, преимущественного сырьевого назначения, и на возделывании одной культуры, пропашная система принимает резко выраженный характер. Она представляет интерес для специализированных хозяйств по возделыванию культур, которые имеют важное народнохозяйственное значение, но ограниченные площади, где эти культуры могут по природно-климатическим условиям успешно произрастать, например для хлопчатника.

Ниже приводится примерная схема классификации систем земледелия, принятая на межвузовской научно-методической конференции в 1967 г.

Классификация систем земледелия

Системы земледелия	Способы использования земли	Способы повышения плодородия почвы
Примитивные (залежная, переложная, подсечно-огневая, лесопольная)	В обработке меньшая часть пахотнопригодных земель. В посевах преобладают зерновые	Природные процессы без участия человека
Экстенсивные (паровая, зерно-травяная, травопольная, паропропашная)	Пахотнопригодные земли в обработке. Под посевами половина и более пашни. Пропашные культуры отсутствуют или занимают небольшие площади	Природные процессы, направляемые человеком
Интенсивные (зерно-пропашная, плодосменная, пропашная)	Почти все пахотные земли заняты посевами. Посевная площадь часто превышает площадь пашни. Введен пропашной клин	Активное воздействие с помощью средств, представляемых промышленностью

Эта схема не охватывает полностью все многообразие систем земледелия, применяемых на практике, и имеет условный характер. Одна и та же система может различаться по интенсивности. Применение удобрений, пестицидов, тщательной обработки почвы, посевов лучшими сортами позволяет повысить интенсивность земледелия и в рамках одной и той же системы. Паро-пропашная система в районах достаточного увлажнения является относительно экстенсивной, но в засушливых районах ее следует считать наиболее интенсивной.

Система земледелия представляет важную составную часть системы ведения хозяйства, содержание ее определяется местными природно-экономическими условиями. Однако основные элементы системы земледелия являются общими для большинства природных зон нашей страны. К ним относятся:

1. Рациональная структура земельных угодий и почвенных пахотных земель, необходимая для наилучшего использования земли.
2. Севообороты, позволяющие иметь правильное чередование культур и наиболее совершенную организацию земельной территории хозяйства.
3. Правильная система обработки почв.
4. Система применения удобрений, соответствующая требованиям возделываемых культур и почвенно-климатическим условиям.
5. Применение агротехнических и химических средств для защиты растений от сорняков, вредителей и болезней.
6. Производство высококачественных семян лучших районированных сортов.
7. Агротехнические мероприятия по борьбе с водной и ветровой эрозией почвы.
8. Защитные лесонасаждения — полевые полосы, обвалочные оврагов, водоемов, крутых склонов, песков и т. д.
9. Мелиоративные мероприятия: орошение в засушливых районах, осушение заболоченных земель.

Интенсивные системы земледелия имеют много промежуточных форм. Отдельные севообороты в одном и том же хозяйстве могут отличаться от принятой на основных массивах нашей системы как по составу и удельному весу культур, так и по способу повышения плодородия почвы. Посевы сидеральных культур могут применяться в различных системах земледелия.

Следует иметь в виду, что интенсивная система земледелия не всегда будет рациональна. Опыт мирового земледелия показывает, что при высокой землеобеспеченности и сложных климатических условиях выгодно вести зерновое хозяйство при минимальных затратах труда и средств, тогда как в густонаселенных местностях при благоприятном климате целесообразно развивать более трудоемкие отрасли и применять более интенсивные системы земледелия.

Глава XXV

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ЛЕСОЛУГОВОЙ (НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ) ЗОНЫ

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Лесолуговая зона характеризуется умеренно континентальным климатом с достаточным, а местами даже избыточным количеством годовых осадков. Континентальность климата с запада на восток усиливается, а продолжительность теплого периода и количество осадков уменьшаются.

Например, в западных районах Латвийской ССР выпадает в год 700—740 мм осадков, а сумма активных температур в вегетационный период достигает 2000°. В восточных же районах нечерноземной зоны европейской части СССР среднегодовое количество осадков

снижается до 400 мм, а сумма активных температур — до 1400° (Гатарская АССР).

При достаточном количестве осадков, выпадающих за вегетационный период, наблюдается неравномерное распределение их по месяцам, недостаток в первую половину лета и избыток во вторую. Как следствие в восточных областях европейской части нечерноземной полосы нередко бывают засухи. Поэтому в системе агротехнических мероприятий приходится предусматривать меры по обеспечению влагой в критические периоды и по борьбе с переувлажненностью почвы во вторую половину лета, а в западных и северо-западных районах и весной.

Климат таежных и подтаежных районов Сибири отличается меньшим количеством осадков и коротким безморозным периодом, не превышающим в среднем течении р. Лены 110 дней. Однако по сумме активных температур за вегетационный период эти районы мало уступают восточным районам нечерноземной зоны европейской части СССР.

Почвенные условия лесолуговой зоны весьма разнообразны. С севера эта зона граничит с тундровыми почвами, а с юга — с серыми лесными и выщелоченными черноземами. Преобладающим типом почвы здесь являются дерново-подзолистые разной степени оподзоленности и неодинаковой мощности дернового горизонта. Наряду с дерново-подзолистыми почвами распространены болотные и луговые почвы, которые характеризуются большим содержанием органического вещества, избытком влаги при недостатке воздуха и малой биологической активностью.

В южных областях, кроме дерново-подзолистых, распространены серые лесные почвы, обладающие более высоким содержанием гумуса и меньшей оподзоленностью.

В Прибалтийских советских республиках и некоторых других районах имеются дерново-карбонатные почвы, отличающиеся хорошими физико-химическими свойствами и повышенным плодородием.

Большим разнообразием отличаются почвы лесолуговой зоны и по механическому составу. Наряду с тяжелыми суглинками здесь большая площадь занята супесчаными и песчаными почвами.

Основным направлением в специализации сельского хозяйства этой зоны является высокоразвитое интенсивное молочное и мясное животноводство, промышленное птицеводство, производство овощей, картофеля, плодов и ягод для снабжения крупных промышленных центров. В этой зоне сосредоточено основное производство льна-долгунца.

Ведущими культурами из зерновых являются озимая рожь и озимая пшеница, из яровых ячмень и овес. В юго-восточной части зоны значительные площади занимает яровая пшеница. Повсеместно возделываются зернобобовые (горох, вика). Среди кормовых культур наибольшее значение имеют клевер и смеси его с злаковыми травами, вико-овсяная и горохо-овсяные смеси. В юго-восточных и южных областях европейской части распространены посевы лю-

перны. Из силосных культур ведущее место занимают кукуруза, подсолнечник и различные смеси однолетних культур.

В северо-западной части и в некоторых центральных и восточных областях европейской части значительные площади отводят льну-долгунцу. В Новгородской области под этой культурой находится более 12,1 % всей площади пашни, в Калининской и Псковской — более 10 %.

Лесолуговая зона — основная база производства картофеля. Эта культура в отдельных областях занимает до 15 % пашни. Высокоразвитая промышленность и большое количество городского населения вызывает необходимость развития овощеводства, особенно в Московской и Ленинградской и других промышленных областях.

По составу земельных угодий лесолуговая зона характеризуется относительно невысоким уровнем распаханности. Занимая свыше 50 % территории Советского Союза, лесолуговая зона имеет лишь $\frac{1}{3}$ площади всей пашни страны.

Особенно низка доля пахотных земель в северной части зоны. Наиболее высокая распаханность земель имеется в Волго-Вятском районе РСФСР (около 70 %).

В Прибалтийских республиках и центральных районах нечерноземной полосы пашня занимает 60—65 % от всей площади земельных угодий. С увеличением пахотных земель уменьшается доля естественных кормовых угодий. Если в районах Северо-Запада на каждый гектар пашни приходится 1,5 га сенокосов и пастбищ (не считая оленьих), то в районах Центра площадь естественных кормовых угодий вдвое, а в Волго-Вятском районе почти в 3 раза меньше площади пашни. Увеличение производства кормов должно идти и по пути улучшения естественных кормовых угодий и превращения их в высокопродуктивные искусственные луга и пастбища.

Крупным недостатком землепользования колхозов и совхозов лесолуговой зоны, особенно в северных и северо-западных областях, является мелкоконтуриность сельскохозяйственных угодий. Средний размер одного участка пашни на северо-востоке Ленинградской области составляет 0,5—0,8 га, сенокосов — 0,4—0,6 га. Мелкоконтуриность земельных угодий затрудняет механизацию полевых работ, вызывает дополнительные затраты труда, транспортных средств, увеличивает расходы на устройство дорожной сети и повышает себестоимость продукции.

Отрицательное влияние раздробленности земельных угодий можно устранить рациональной организацией территории, мелкороадкой и освоением расположенных между участками пашни непахотных земель и укрупнением однородных участков земельных угодий. В результате таких мероприятий колхоз «Память Кирова» Рыжковского района Калининской области уменьшил число земельных участков в 10 раз и увеличил средний размер их в 15 раз.

Большая часть пахотных земель зоны отличается слабой окультуренностью, недостатком органического вещества и подвижных форм фосфора, бедностью азотом, повышенной кислотностью. В северо-

западной части зоны почвы имеют временно избыточное увлажнение, плохую аэрацию и как следствие слабую биологическую активность. Дерново-подзолистые почвы, образовавшиеся в этой части зоны на моренных породах, содержат большое количество валунов, что создает трудности при проведении полевых работ и ведет к снижению урожая. Пересеченный характер рельефа и расположение значительной части пахотных угодий на склонах вызывают водную эрозию. Так, площадь смытых почв в Горьковской области составляет около 500 тыс. га, а в отдельных районах достигает 50% общей площади пашни. Засоренность почв семенами сорняков и вегетативными органами их размножения и зараженность возбудителями болезней и вредителями приводят к значительному недобору урожая.

Естественные кормовые угодья из-за отсутствия элементарных приемов ухода за ними и неправильного использования малопродуктивны.

ЗАДАЧИ И ОСНОВНЫЕ СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В соответствии с почвенно-климатическими условиями и специализацией сельского хозяйства система земледелия в этой зоне призвана решить следующие задачи:

- а) обеспечить дальнейшую специализацию и интенсификацию сельского хозяйства и его растениеводческих отраслей путем установления соответствующей структуры посевных площадей, подбора более продуктивных в данных почвенно-климатических условиях сельскохозяйственных культур и сортов;
- б) разместить сельскохозяйственные культуры и сорта на территории хозяйства в соответствии с требованиями и качеством почв так, чтобы получить наивысшую продуктивность каждой культуры и максимальную производительность каждого участка земли при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции, упорядочить землепользование и укрупнить массивы пахотных земель;
- в) повысить плодородие почвы пахотных земель путем устранения излишней кислотности, обогащения органическим веществом и элементами пищи растений, устранения избыточного увлажнения и временного недостатка влаги, улучшения физических свойств почвы, предупреждения процессов водной эрозии, очищения полей от сорняков и организмов, вызывающих болезни и повреждения растений;
- г) производительно использовать богатые органическим веществом заболоченные и болотные земли путем их мелиорации, а также супесчаные и песчаные почвы, применяя на них специальные приемы повышения плодородия (сидерация, торфяные компосты, соответствующие приемы обработки и пр.);
- д) повысить продуктивность естественных кормовых угодий посредством проведения мероприятий по поверхностному и коренному улучшению их и устройства искусственных лугов и пастбищ.

Поэтому ведущими звеньями системы земледелия в лесолуговой зоне будут следующие:

а) система севооборотов, преимущественно с травосеянием или посевом сидеральных культур, отвечающая установленной структуре посевных площадей и учитывающая почвенные и организационно-хозяйственные условия;

б) система применения удобрений и известкования почвы, соответствующая требованиям культур и почвенным условиям каждого севооборота;

в) система обработки почвы, обеспечивающая ее окультуривание и повышение плодородия;

г) система мелноративных мероприятий по улучшению и использованию избыточно увлажненных, заболоченных, закустаренных и завалушенных земель, улучшению песчаных почв;

д) мероприятия по предупреждению водной эрозии почв на эрозионно опасных участках;

е) меры по борьбе с временными засухами, особенно в юго-восточной части зоны.

К этим звеньям следует добавить общие для всех зон системы мероприятий по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями культурных растений и посев сельскохозяйственных культур отборными семенами лучших районированных сортов.

Почвенно-климатическим условиям и специализации сельского хозяйства лесолуговой зоны наиболее соответствуют следующие системы земледелия:

а) зерно-травяная с возделыванием зерновых и многолетних трав;

б) плодосменная с посевом зерновых, клевера и пропашных культур;

в) сидеральная на песчаных и супесчаных почвах;

г) пропашная на хорошо окультуренных почвах.

Зерно-травяная система применяется в хозяйствах зерново-животноводческого и льняно-молочного направления при небольшой доле пропашных культур в общей площади посева и со значительным удельным весом зерновых и трав. В таких хозяйствах обычно наряду с зерно-травяными вводят на небольшой площади на ближних более плодородных или на пойменных и мелиорированных землях пропашные или травопольно-пропашные севообороты, в которых размещают корнеплоды, картофель, силосные и овощные культуры. На песчаных массивах вводят сидеральные севообороты.

По мере дальнейшей интенсификации земледелия эта система может переходить в плодосменную с более высокой долей пропашных культур.

Плодосменная система, как более интенсивная, применяется преимущественно в хозяйствах картофельно-молочного направления, где картофель и пропашные кормовые культуры занимают в основных полевых севооборотах не менее одного поля. Так же как и в предыдущей системе, наряду с основными плодосменными севооборотами могут использоваться другие виды севооборотов.

Сидеральная система может применяться в хозяйствах с легкими супесчаными почвами и широким использованием сидеральных куль-

тур. Поэтому в классификации (стр. 390) сидеральная система не показана. Сидеральные севообороты чаще вводят на отдельных участках в других системах земледелия.

Пропашная система соответствует интенсивным хозяйствам овоще-картофельного направления, когда пропашные культуры занимают более половины всей площади пашни. В пропашные севообороты обычно включают 1—2 поля многолетних бобовых трав. Эта система требует хорошо окультуренных плодородных почв, повышенного применения удобрений и высокой агротехники.

СИСТЕМА СЕВООБОРОТОВ

В крупных хозяйствах с большим разнообразием почв чаще применяют систему севооборотов, состоящую из разных типов и видов. При этом возможны различные сочетания севооборотов как по их видам, так и по типам, указанным в схеме классификации для дерново-подзолистой зоны (см. стр. 344). Наиболее часто сочетаются полевые севообороты различных видов и прифермские кормовые или овоще-кормовые. В хозяйствах, где имеются пойменные земли или осушенные болотные, в систему севооборотов входят кормовые или овоще-кормовые травопольно-пропашные севообороты. На почвах со склонами, подверженными водной эрозии, в систему включают почвозащитные севообороты. При этих условиях система земледелия определяется по общей структуре посевных площадей и видам севооборотов, занимающих основные пахотные земли. При хорошо выраженной внутрихозяйственной специализации возможны и такие случаи, когда ни один из севооборотов не отражает общую структуру посевных площадей в хозяйстве. В этом случае каждое структурное подразделение хозяйства (отделение совхоза, бригада совхоза) может иметь свою систему земледелия.

При построении полевых севооборотов важно определить его вид и составить основные звенья, а именно: а) с озимыми культурами и их предшественниками, б) с многолетними травами, покровными растениями и культурами, высеваемыми по пласту.

Обеспеченность влагой и наличие удобрений позволяют здесь высевать озимые культуры по занятым парам (вико-овсяный, картофельный, клеверный), а также после многолетних трав двухгодичного пользования, после гороха, льна-долгунца. Чистые пары временно вводят на слишком засоренных и истощенных землях. Опытными учреждениями лесолуговой зоны установлено, что урожай озимых культур по занятым парам несколько ниже, чем по чистым. Однако этот недобор перекрывается урожаем парозанимающих культур (табл. 54).

В некоторых научно-исследовательских учреждениях зоны испытывались так называемые уплотненные занятые пары, которые после уборки предшествующей пары культуры засеивали рожью. В конце мая рожь убирали на зеленую массу, а поле обрабатывали и засеивали различными культурами, урожай которых снимали в ав-

густе, и сеяли озимые культуры. По данным Полесской опытной станции и экспериментальной базы Белорусской Академии наук «Зазерье», на таких парах получали свыше 70 ц кормовых единиц. Урожай ржи был такой же, как по ржаному пару без поукосных культур, а после люпина, сераделлы и других бобовых даже выше.

Таблица 34

Продуктивность звеньев севооборотов с различными предшественниками озимых

Опытные учреждения	Предшественник озимых	Урожай зерновой продукции (ц с 1 га)		Всего кормовых единиц
		предшественника	озимых	
Северо-западный институт сельского хозяйства (среднее за 3 года)	Черный пар	—	22,1	3680
	Картофель	205	21,7	9780
	Клевер (зеленая масса)	253	21,4	8380
	Пелюшко-овсяная смесь	189	20,9	6900
Вологодская опытная станция (среднее за 3 года)	Чистый пар	—	22,8	3680
	Вико-овсяная смесь (зеленая масса)	156	22,4	5920
Пермская опытная станция	Картофель	75,9	22,5	5860
	Черный пар	—	29,8	3580
	Картофель	94,2	25,3	5860
	Клевер (зеленая масса)	109,7	23,2	4624
	Горох с овсом (зеленая масса)	79,3	29,5	5170
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства центральных районов нечерноземной полосы (среднее за 5 лет)	Черный пар	—	29,1	4199
	Вико-овсяная смесь (сено)	41,7	27,0	5876
	Картофель	136,3	25,4	7804
Эльминикская опытная станция Литовской ССР (средние из 3 опытов)	Черный пар	—	32,9	7632 *
	Вико-овсяная смесь (зеленая масса)	212,1	30,7	10842 *
	Кормовой люпин	394,5	31,9	11825 *

* Учтен урожай, следующий после озимых, культуры овса, который был практически одинаков во всех звеньях.

На Ивановской опытной станции сочетание парозанимающих культур с озимыми промежуточными увеличивало сбор продукции севооборотного звена занятый пар — озимые в 2,5 раза и более по сравнению со звеном чистый пар — озимые (табл. 55).

Внедрение занятых паров при хорошей агротехнике и своевременном выполнении всех работ не снижает урожай последующих за озимыми культур. На бывшем Алексеевском опытном поле (Горьковская область) урожай картофеля после озимой ржи, идущей по чистому пару, составил 173 ц, а в звеньях с занятыми парами — 179 ц. Урожай овса, высеваемого после картофеля, был практически одинаков.

В результате повышается общая продуктивность севооборота. В опытах Научно-исследовательского института сельского хозяйства центральных районов нечерноземной полосы и опытной станции ТСХА семинольные севообороты с занятыми парами повысили продуктивность по сравнению с такими же севооборотами, но с чистым паром, на 4—17,5%.

Таблица 55

Продуктивность звена пар — озимые при разных способах использования пара¹

Парозанимающие культуры	Урожай (ц с 1 га)			Всего кормовых единиц
	зеленой массы райи	поукосных культур	озимой пшеницы	
Чистый пар	—	—	21,5	2580
Рожь на зеленый корм	99,6	—	21,3	4335
Рожь, поукосно вико-овсяная смесь	104,0	123,1	18,9	6110
Рожь, поукосно картофель ранний	103,1	91,5	21,4	7180

Колхозы и совхозы лесолуговой зоны за последние годы почти полностью заменили чистые пары занятыми. В центральных областях нечерноземной полосы в 1965 г. по чистым парам размещалось лишь около одной трети посевов озимых культур. В освоенных севооборотах в 1966 г. чистые пары в колхозах и совхозах Белорусской ССР занимали 1,3% пашни, в Литовской ССР — 2,9, в Латвийской — 1,5%.

Однако замена чистых паров занятыми дает положительные результаты при соблюдении определенных условий. Первым из них следует назвать своевременное и высококачественное проведение уборки парозанимающей культуры, а также подготовки почвы и посева озимых.

Вторым условием является внесение в паровое поле удобрений. Органические удобрения лучше вносить под парозанимающую культуру, а минеральные — под озимые.

В чистом пару даже на относительно бедных почвах в течение лета происходит минерализация органического вещества и накапливается некоторое количество усвояемых питательных веществ. В занятом пару процесс минерализации протекает медленнее, а образующиеся доступные растениям питательные вещества используются парозанимающей культурой. Этим и объясняются более высокие прибавки урожая озимых от удобрений по занятым парам.

Третье условие успешного применения занятых паров — невысокая засоренность поля многолетними сорняками, борьба с которыми в таких парах затрудняется.

При замене чистых паров занятыми следует иметь в виду, что все эти условия в опытах научных учреждений, как правило, выполнялись. Если опыты проводились в иных условиях, занятые пары не давали преимуществ перед чистыми.

В севооборотах с травосеянием важно правильно определить место трав, продолжительность пользования и порядок чередования последующих культур.

В западных и северо-западных районах зоны клевер можно подсеивать под озимые и яровые зерновые, а в восточных и юго-восточных, где часто ощущается недостаток влаги в первой половине лета, лучшие результаты дает подсев под яровые культуры.

В центральных областях в годы с большим количеством осадков в первой половине лета клевер лучше удастся при подсеиве его под озимые, а при недостатке влаги более высокий урожай дают травы, подсеиваемые под яровые зерновые (табл. 56).

Таблица 56

Урожай сена клевера с тимофеевкой в зависимости от покровной культуры и распределения осадков (Опытная станция полеводства ТСХА)

Годы посева трав	Осадки (мм)		Урожай сена за 2 года пользования (ц с 1 га)	
	с 20/V по 20/VI	с 1/VII по 1/VIII	при подсеиве под рожь	при подсеиве под овес
С осадками за первый период ниже средней многолетней нормы (1949, 1951, 1952, 1953, 1954 гг.)	42,3	116,0	75,7	88,9
Выше нормы (1948, 1950, 1955 гг.)	84,6	48,6	78,1	61,9
С осадками в июле ниже нормы (1948, 1950, 1954, 1955 гг.)	71,3	51,2	81,3	61,2
Выше нормы (1949, 1951, 1952, 1953 гг.)	45,1	130,2	71,9	96,2

Необходимо учитывать, что при высоких урожаях озимых условия развития клевера, особенно в случае полегания покровных растений, резко ухудшаются. Люцерну, как более светолюбивую культуру, следует подсеивать под яровые зерновые.

Продолжительность пользования многолетними травами в полевых севооборотах обычно ограничивают 1—2 годами.

В опытах на Владимирской станции продуктивность восьмипольного севооборота с двухгодичным использованием клеверно-тимофеечной смеси была на 11%, а на станции полеводства ТСХА на 7,4% выше по сравнению с таким же севооборотом при одногодичном использовании трав. В Научно-исследовательском институте сельского хозяйства центральных районов нечерноземной полосы такие севообороты на средне- и сильноподзолистых пылеватых суглинках показали одинаковую продуктивность, но при двухлетнем использовании травами они оказали большее влияние на улучшение ряда свойств почвы.

Таким образом, на слабо и средние окультуренных почвах следует предусматривать двухгодичное использование многолетних трав. На хорошо окультуренных почвах срок использования трав можно ограничить одним годом, высевая клевер. По данным Института овощ-

ного хозяйства, при двухлетнем сроке пользования травами в четырехпольном севообороте сбор сена повысился на 67 ц, но урожай овощей понизился на 254 ц, уменьшилась товарность и денежные доходы.

После многолетних трав в севооборотах льносеющих хозяйств размещают лен, в картофелеводческих — озимые или картофель (поздние сорта), а в хозяйствах животноводческой специализации — озимые или яровые зерновые.

Из зерновых культур более высокие урожаи по пласту многолетних трав дают озимая пшеница и рожь. По опытам на Владимирской станции, общее увеличение продукции в севооборотах с посевом после трав озимой ржи по сравнению с севооборотом, где пласт использовался под яровую пшеницу, составило для севооборотов с двухгодичным использованием трав 10,1 ц кормовых единиц, или 5,3%. По данным опытных учреждений Горьковской области, Татарской АССР, в юго-восточных районах зоны на серых лесных землях лучшие результаты получены при посеве по пласту яровой пшеницы. Таким образом, после многолетних трав в полевых севооборотах целесообразно размещать озимые культуры в преобладающей части зоны, яровую пшеницу — в юго-восточной части, лен — в льносеющих хозяйствах всей зоны, картофель — в специализированных картофелеводческих хозяйствах.

Пропашные культуры (преимущественно картофель) в плодосменных полевых севооборотах обычно размещают после озимых культур или льна, реже после клевера или других культур.

В западных и юго-западных районах зоны целесообразно после рано убираемых культур, если за ними не следуют озимые или многолетние травы, высевать промежуточные культуры для использования их на корм или зеленое удобрение. В качестве пожнивных можно использовать рапс, белую горчицу, люпин. Из подсеменных культур применяют сераделлу, а из озимых — рожь или смесь ее с зимующей викой.

В опытах кафедры земледелия ТСХА в экспериментальном хозяйстве «Щапово» Подольского района Московской области пожнивные посевы пелюшки, рапса, фацелии и белой горчицы на зеленое удобрение после уборки ржи на зерно повышали продуктивность севооборотного звена — рожь + пожнивная культура — картофель — ячмень — на 10—17% по сравнению с таким же звеном, но без поживной культуры.

Основным видом кормовых севооборотов в зоне будут прифермские плодосменные или пропашные без многолетних трав или с однодвухгодичным использованием. При наличии многолетних трав вслед за ними помещают озимую рожь (или пшеницу), а также смеси ее с бобовыми, например озимой викой, для использования на зеленую подкормку весной с последующим посевом силосной культуры (подсолнечник, кормовая капуста), корнеплодов (турнепс) или картофеля. Если нет надобности в зеленом корме, то после многолетних трав можно высевать силосные культуры. На третий или четвертый

год поле можно занять кормовыми корнеплодами, картофелем. Затем в зависимости от установленной для севооборота структуры посевных площадей может быть второе поле силосных культур или картофеля. Ротация заканчивается однолетними травами или какой-либо зерновой культурой, под которую подсевают многолетние травы.

Прифермские севообороты без многолетних трав имеют обычно небольшое число полей (3—5), которые занимают силосными культурами, кормовыми корнеплодами. Иногда в этих же севооборотах размещают картофель. Чередование культур в таких севооборотах должно быть согласовано с системой удобрений. Органические удобрения необходимо вносить через год, преимущественно под силосные и картофель. В связи с высоким насыщением отдельными культурами и возможными их повторными посевами при установлении чередования культур в таких севооборотах необходимо особенно учитывать опасность распространения болезней и вредителей и предусматривать меры для предупреждения этой опасности.

В некоторых прифермских севооборотах кукурузу возделывают на одном поле несколько лет подряд. В таких случаях кукурузное поле выводится из севооборота на несколько лет. Так, в одной из бригад опытно-производственного хозяйства «Белогорка» Ленинградской области введен севооборот с таким чередованием культур: 1—2) клевер с тимофеевкой, 3) кормовая капуста, 4) кукуруза (выводное поле), 5) кормовые корнеплоды, 6) овес с подсевом трав.

В кормовых травопольно-пропашных севооборотах после многолетних трав размещают пропашные культуры в той же последовательности, как и в прифермских севооборотах, или чередуют пропашные с зерновыми. Например, в некоторых хозяйствах Белорусской ССР на торфяно-болотных почвах введены севообороты с 3—4 полями многолетних и однолетних трав, 3—4 полями пропашных и 1—2 полями зерновых. Приведем чередование в одном из них: 1) однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2, 3, 4) многолетние травы, 5) кукуруза, 6) кормовые корнеплоды, 7) картофель, 8) силосные, 9) озимые.

Из специальных севооборотов в лесолуговой зоне применяются овощные и овоще-кормовые севообороты. В большинстве своем они относятся к пропашному или травопольно-пропашному видам. Чередование овощных культур следует устанавливать так, чтобы предупредить распространение болезней и вредителей.

Результаты обследования посевов капусты в специализированных совхозах Ленинградской области показали, что поражение капусты килой увеличивается по мере уменьшения срока между предыдущим и последующим посевом ее на данном поле. Так, при посеве капусты через 3—4 года поражение килой составляло 7,4%, через 2 года — 9,4, через один — 13,1 и при повторных посевах — 14,9% (С. М. Тупиневич, 1966); не меньше опасность поражения болезнями при повторных посевах пасленовых (помидоры, картофель). Из-за опасности поражения болезнями посевы капусты и пасленовых не рекомендуется

повторять раньше чем через 2 года. Не следует также высевать 2 или несколько лет подряд растения одного и того же семейства.

Вторым, не менее важным фактором, определяющим порядок чередования овощных культур, является внесение органических удобрений. После внесения навозного удобрения или компостов обычно высевают капусту, огурцы, зеленные овощи; корнеплоды и семенники лучше используют последствие навоза и минеральные удобрения.

Овоще-кормовые севообороты имеют те же принципы чередования культур, что и овощные. В совхозе имени Жданова Гатчинского района Ленинградской области установлено следующее чередование культур в овоще-кормовом семипольном севообороте: 1) яровые зерновые с подсевом многолетних трав, 2, 3) многолетние травы, 4) капуста, 5) столовые корнеплоды, 6) картофель, 7) кормовые корнеплоды и силосные.

Колхозы и совхозы лесолуговой зоны вводят ряд взаимосвязанных севооборотов. Примером такой системы могут служить севообороты колхоза «Борец» Раменского района Московской области, имеющего картофельно-овощное и молочно-животноводческое направление. В хозяйстве 6259 га земли, в том числе 4211 га пашни, которая закреплена за четырьмя бригадами. В структуре посевных площадей в 1964 г. зерновые занимали 35,8%, картофель — 12,2, овощные культуры — 4, кормовые — 48%, в том числе кормовые корнеплоды и силосные — 15%, многолетние и однолетние травы — 33%. Таким образом, вся посевная площадь делится на три примерно равных группы культур — зерновые, пропашные и травы.

В колхозе введены и освоены восемь севооборотов, которые закреплены за производственными бригадами.

За первой бригадой закреплен один полевой и два кормовых севооборота.

На дерново-подзолистых суглинистых почвах на площади 907,5 га расположен полевой девятипольный севооборот с таким чередованием культур: 1) многолетние травы первого года, 2) многолетние травы второго года, 3) яровые зерновые, 4) картофель ранний, 5) озимые, 6) картофель ранний и зернобобовые, 7) озимые, 8) картофель поздний, 9) яровые зерновые с подсевом многолетних трав. К нему примыкает выводное поле для кукурузы. Кормовой семипольный севооборот на площади 333 га занимает осушенный участок повышенного увлажнения на плодородных темноцветных дерновых почвах. В нем размещают кормовые корнеплоды, силосные культуры и многолетние травы при таком чередовании: 1, 2) многолетние травы, 3) силосные, 4) кормовые корнеплоды, 5) силосные, 6) кормовые корнеплоды, 7) яровые зерновые с подсевом трав.

На таких же почвах на площади 93,5 га размещен прифермский шестипольный севооборот зеленого конвейера с чередованием культур: 1) многолетние травы первого года, 2) многолетние травы второго года, 3) озимые на зеленый корм, поукосно — однолетние травы на зеленый корм, 4) однолетние травы на зеленый корм, 5) озимые

на зеленый корм, поукосно однолетние травы, 6) однолетние травы на зеленый корм с подсевом многолетней травосмеси.

За второй бригадой закреплен восьмипольный овощной севооборот, расположенный на лучших пойменных землях и занимающий 160 га. В нем осуществляется следующее чередование культур: 1) многолетние травы первого года, 2) многолетние травы второго года, 3) капуста, 4) морковь, 5) помидоры, огурцы, свекла, 6) семенники овощных культур, 7) картофель ранний, 8) яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

За третьей бригадой закреплены два севооборота — полевой и кормовой. Полевой семипольный севооборот расположен на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах на площади 492 га и имеет следующее чередование культур: 1, 2) многолетние травы, 3) озимые, 4) ранний картофель, 5) озимые, 6) картофель, 7) яровые зерновые с подсевом многолетних трав. Кроме того, имеется выводное поле.

На дерново-подзолистых супесчаных почвах на площади 93,6 га разместился кормо-овощной севооборот с таким чередованием культур: 1) картофель ранний, 2) озимые на зеленый корм с поукосным посевом репы, 3) кормовые корнеплоды, 4) однолетние травы на зеленый корм, 5) озимые на зеленый корм, поукосно однолетние травы, 6) овощные культуры.

В четвертой бригаде введены два полевых севооборота: десятипольный севооборот занимает земельный массив площадью 826 га с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами и имеет следующее чередование культур: 1) многолетние травы первого года, 2) многолетние травы второго года, 3) озимые, 4) картофель ранний и зернобобовые, 5) озимые, 6) однолетние бобово-злаковые мешанки, 7) озимые, 8) картофель, 9) яровые зерновые с подсевом трав.

Семипольный севооборот расположен на дерново-подзолистых суглинках, частично на пониженных местах. В нем осуществляется такое чередование культур: 1) многолетние травы первого года, 2) многолетние травы второго года, 3) озимые, картофель ранний и бобовые на корм, 5) озимые, 6) картофель и кормовые корнеплоды, 7) яровые зерновые с подсевом многолетних трав. Кроме того, имеется восьмое выводное поле под кормовые культуры. Как видно, все полевые севообороты колхоза относятся к плодосменным. Общая структура посевных площадей также характерна для плодосменной системы. Наряду с этим в колхозе имеются пропашные севообороты (прифермский и овощной), а также чисто травяной севооборот для зеленого конвейера.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ

В повышении плодородия почв в нечерноземной зоне ведущая роль принадлежит удобрениям. По данным Долгопрудного опытного поля Московской области, внесение 36 т навоза на гектар на дерново-подзолистых почвах в плодосменном севообороте в общей сложно-

сти дает дополнительной продукции в пересчете на зерно 34,1 ц с гектара, или почти по 1 ц на тонну навоза. Высокие прибавки урожая получают также от внесения торфо-навозных компостов.

Отдавая должное биологическому азоту, поступающему главным образом через культуру бобовых растений и навоз, Д. Н. Прянишников подчеркивал особое значение минеральных удобрений, особенно азотных, при недостатке навоза.

По расчетам Всесоюзного института удобрений и агропочвоведения (ВИУА), затраты на минеральные удобрения окупаются дополнительным урожаем льна в 5,6 раза, картофеля в 3,2 раза, кукурузы (зеленая масса) в 3 раза. Стоимость прибавки урожая озимой пшеницы в 7,4 раза выше расходов при рядковом внесении гранулированного суперфосфата.

В интенсивном земледелии повышается роль концентрированных сложных и смешанных минеральных удобрений, содержащих необходимые питательные вещества для данной культуры, включая и микроэлементы.

Но высокий эффект от удобрений может быть получен лишь при правильном их применении, то есть при определенной системе. Система удобрений представляет комплекс мероприятий наиболее рационального применения удобрений в севообороте. Она предусматривает виды и дозы удобрений, сроки и способы их внесения под каждую культуру севооборота с учетом последствий.

Система применения удобрений разрабатывается отдельно для каждого севооборота. Это можно сделать лишь тогда, когда определено количество севооборотов, размещение на территории и чередование культур в каждом из них.

При разработке системы удобрений учитывают прежде всего тип и вид севооборота, чередование культур в нем и планируемую урожайность. Для севооборотов пропашного вида с высокой долей требовательных культур необходимы большие дозы удобрений и иные соотношения различных видов их по сравнению с менее интенсивными севооборотами. При одном и том же составе и чередовании культур в севообороте система удобрений будет изменяться в зависимости от намечаемой урожайности и плодородия почвы. Этот уровень характеризуется механическим составом почвы, степенью ее окультуренности, агрохимическими и агрофизическими свойствами и наличием питательных веществ в ней. Почвы легкие по механическому составу содержат меньше питательных веществ по сравнению с тяжелыми почвами. Они слабо поглощают питательные вещества, которые легче вымываются. Поэтому на таких почвах удобрения надо вносить чаще и относительно небольшими дозами. На легких почвах требуется больше органических удобрений. На тяжелых почвах можно вносить более высокие дозы удобрений и делать это заблаговременно, не опасаясь вымывания питательных веществ. Большую помощь при разработке системы удобрений могут оказать почвенно-агрохимические карты и картограммы содержания питательных веществ, составляемые агрохимическими лабораториями.

Большим препятствием для подъема культуры земледелия и роста урожаев в зоне является высокая кислотность почв. Только в европейской части СССР такие почвы занимают 13 млн. га пахотных земель. Непременным приемом повышения плодородия этих почв служит известкование. Внесение извести, кроме изменения реакции почвы, переводит вредные для растений полуторные окислы алюминия, марганца и железа в неактивное состояние, способствует переводу фосфатов из недоступных форм в легкоусвояемые, повышает микробиологическую активность почвы и разложение органического вещества, улучшает физические свойства почвы и питание растений кальцием. Известкование почвы оказывает устойчивое и продолжительное влияние на урожай сельскохозяйственных культур. На Центральной опытной станции ВИА (Московская область) каждая тонна извести в течение 11 лет давала прибавку урожая в переводе на зерно от 10,6 до 13,9 ц.

Известкование почвы повышает эффективность органических и минеральных удобрений. Семилетние исследования Северо-Западного института сельского хозяйства показали, что на неизвесткованных кислых почвах эффективность органических и минеральных удобрений за ротацию севооборота снизилась на 25—30%.

В связи с климатическими и почвенными условиями, с разным ассортиментом удобрений технология их применения в лесолуговой зоне имеет ряд особенностей, в частности: а) необходимость организации хранения и приготовления удобрений, связанная с продолжительным зимним периодом, б) приготовление, транспортировка и внесение навозно-торфяных и других видов компостов, в) в связи с повышенной кислотностью почв лесолуговой зоны здесь эффективно можно применять малорастворимые в воде фосфорные удобрения, например фосфоритную муку. В то же время физиологически кислые удобрения вызывают повышение кислотности и ухудшение агрохимических свойств почвы.

Система удобрений предусматривает использование различных способов и сроков внесения в почву, которые детально излагаются в курсе «Агрохимия».

Система удобрений найдет применение в хозяйстве лишь тогда, когда она учитывает реальные возможности обеспеченности удобрениями. Если их количество ниже потребности на планируемый урожай, то надо изыскать дополнительные источники или пересмотреть запланированный уровень урожайности сельскохозяйственных культур.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Почвенно-климатические условия нечерноземной зоны обуславливают особые требования к обработке почвы, неодинаковые в различных подзонах. Если в южных и юго-восточных районах важной задачей обработки является накопление и сохранение влаги, то в северных и северо-западных районах она должна быть направлена на устранение избыточного увлажнения и на усиление аэрации почвы.

Наличие подзолистого неплодородного подпахотного слоя в дерново-подзолистых почвах, расположенного нередко на глубине 12—14 см от поверхности, вызвало разработку особых методов углубления пахотного слоя.

Научными учреждениями зоны и практикой установлено, что сочетание углубления пахотного слоя с внесением удобрений и известкованием дает высокие прибавки урожая уже в первые годы (табл. 57).

Таблица 57

Урожай картофеля (ц с 1 га) в зависимости от углубления пахотного слоя дерново-подзолистой почвы

Место проведения опыта	Почва	Глубина вспашки		Прибавка урожая (%)
		22—23 см	то же + почвоуглубление	
Кировский СХИ	Легкосуглинистая	206	244	18,5
Академия имени К. А. Тимирязева	»	149,5	175,7	17,3
Ленинградский СХИ	Среднесуглинистая	232,6	386,3	65,7
Чувашский СХИ	Тяжелосуглинистая	165,7	192,1	14,5

Приемы и техника углубления пахотного слоя дерново-подзолистых почв изменяются в зависимости от мощности дернового слоя и степени оподзоленности. Они изложены в разделе «Обработка почвы».

Система основной обработки изменяется в зависимости от климатических и почвенных условий, требований культуры и истории полей. В северной и северо-западной части зоны с коротким послеуборочным периодом зяблевую вспашку без предварительного лущения проводят сразу после снятия урожая. Так как почвы этих районов обладают невысоким плодородием, избыточным увлажнением, при недостатке тепла применяют различные агрономические приемы, способствующие устранению избыточной влаги, увеличению аэрации и улучшению теплового режима: узкозагонную вспашку, создание грядкообразной и гребневой поверхности. Поля, засоренные многолетними сорняками, следует лущить даже в северных районах.

В центральной и южной части зоны с более продолжительным и теплым послеуборочным периодом поля, вышедшие из-под зерновых культур и льна, полезно лущить, а через 2—3 недели пахать на полную глубину пахотного слоя или с углублением. Во всей зоне выявлено преимущество ранней зяблевой вспашки. По трехлетним данным опытной станции полеводства ТСХА, августовская зяблевая вспашка повысила по сравнению с октябрьской урожай яровой пшеницы на 2,4 ц, или на 16,4 %, а овса — на 3,1 ц с гектара, или на 18,2 %. Зяблевую вспашку полей из-под многолетних трав следует проводить плугом с предлущниками в конце августа — сентябре без предварительного лущения.

На чистых от сорняков полях после картофеля и корнеплодов вспашку можно заменить лущением. Там, где возможны и экономически выгодны посевы пожнивных культур, зяблевую вспашку проводят после их уборки. Поле под пожнивную культуру и посев лучше обрабатывать пахотно-посевным агрегатом сразу после уборки основной культуры.

Для предотвращения водной эрозии при обработке почвы на склонах необходимо применять поперечную пахоту с поделкой валиков. Кроме того, для этой цели служат почвозащитные лесные насаждения по краям балок и оврагов.

Весенняя предпосевная обработка почвы под яровые культуры также должна быть дифференцирована в зависимости от почвенно-климатических и погодных условий весны, от высеваемой и предшествующей культуры, от степени и характера засоренности посевов предшествующей культуры и глубины пахотного слоя почвы, заражения его возбудителями болезней и вредителей.

Под ранние яровые культуры на почвах легкого механического состава или с хорошей структурой достаточно провести весной покровное боронование и предпосевную культивацию на глубину заделки семян. На почвах избыточного увлажнения весеннее боронование утрачивает свое значение. Здесь можно по мере поспевания почвы сразу проводить культивацию.

На более тяжелых бесструктурных почвах полезно более глубокое рыхление почвы плугом или культиватором-рыхлителем. Испытание различных приемов предпосевной обработки почвы под яровые зерновые культуры в Институте сельского хозяйства центральных районов нечерноземной зоны в течение трех лет показало, что более глубокое рыхление повышает урожай овса на 2,5—3 ц, а яровой пшеницы — до 5 ц с гектара (табл. 58).

Таблица 58

Урожай яровых зерновых культур в зависимости от способов предпосевной обработки почвы

Приемы обработки	Яровая пшеница		Овес	
	ц с 1 га	%	ц с 1 га	%
Культивация на 7 см	15,2	100	15,4	100
Рыхление на 18 »	20,3	133,5	18,4	119,5
Перепахка на 15 »	18,4	121,0	18,0	116,9

Работами С. И. Ильменева установлено, что в годы с влажной весной лучшие результаты дает перепахка, а при засушливой весне глубокое рыхление.

Для разделки глыбистой пашни поднятых осенью целинных земель или пласта многолетних трав применяют дискование. Под поздние яровые культуры, кроме весеннего боронования зяби,

используют два приема обработки. Первым может быть культивация, глубокое рыхление или перепашка в зависимости от требований культуры, внесения удобрений, состояния почвы и засоренности. Во всех случаях в агрегате должны быть бороны.

Перед посевом проводят вторую обработку культиватором на глубину заделки семян.

Как под ранние, так и под поздние культуры часто полезно почву до посева или после посева прикатать. Это особенно необходимо перед посевом мелкосемянных культур, например льна, а также для зерновых и зернобобовых на очень рыхлых почвах, особенно торфяных, и при недостатке влаги в посевном слое почвы.

Для очищения почвы от семян сорняков в чистых парах применяют послойную обработку. Сущность ее заключается в том, чтобы каждая прослойка почвы толщиной 4—5 см в течение лета некоторое время находилась на поверхности, чтобы содержащиеся в ней семена сорняков успели прорасти. Поэтому черный и ранние пары здесь обычно перепашивают. При слишком сухой погоде перепашку заменяют глубоким рыхлением.

Занятые пары после уборки парозанимающей культуры пашут на полную глубину, а затем проводят одну или две культивации. При недостаточной влажности почвы или засоренности поля полезно сразу же после уборки парозанимающей культуры применить лущение, через 7—10 дней вспахать и перед посевом прокультивировать.

После парозанимающих культур более поздней уборки целесообразно ограничить обработку под озимые одним лущением, так как при поздней вспашке создается излишнее глубокий рыхлый слой, а последующее оседание почвы повреждает корни озимых. Для некоторого уплотнения почвы часто перед посевом ее прикатывают тяжелыми катками.

Осушенные болотные и торфяные почвы обрабатывают кустарниково-болотными плугами на 30—35 см или фрезой и дисковыми орудиями. При освоении новых земель широко применяют тяжелые катки, особенно на торфяниках и закустаренных землях. Особых приемов обработки требуют завалуненные почвы, где основными орудиями служат дисковые. По мере удаления камней можно применять лемешные орудия.

Почвы, вышедшие из-под леса и кустарника, лучше обрабатывать в начале лета кустарниковым плугом с последующей обработкой дисковыми орудиями.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ

В лесолуговой зоне значительные площади занимают супесчаные и песчаные почвы. Эти почвы отличаются малым содержанием перегноя и низкой емкостью поглощения. Вследствие высокой аэрации органическое вещество, остающееся после уборки сельскохозяйственных культур или вносимое в виде удобрений, быстро минерализуется.

зается, а продукты его разложения слабо удерживаются почвой и вымываются в подпочвенные воды. Наличие большого количества песка и крупной пыли создает хорошие условия для водопроницаемости и аэрации этих почв, но влагоемкость их низкая. Поэтому песчаные и супесчаные почвы бедны питательными веществами и не могут накопить большого запаса воды.

Большая часть дерново-подзолистых почв легкого механического состава имеет повышенную кислотность.

Приемы улучшения песчаных и супесчаных почв направляют в первую очередь на обогащение их органическим веществом и закрепление его в почве, а также на улучшение физических свойств, устранение кислотности. Важнейшее значение для повышения плодородия легких почв имеют органические удобрения. Кроме навоза, успешно можно применять навозно-торфяные компосты и посевы культур, в частности люпинов, на зеленое удобрение. Исследования Новозыбковской опытной станции показали, что запахка пожнивного люпина повышает урожай картофеля на 30—40%.

В опытах Полесской станции использование люпина на корм скоту с запахкой отавы повышало выход продукции с гектара пашни в четырехпольном севообороте на 11,3%, а урожай ржи по запаханной отаве снижался лишь на 6% по сравнению с урожаем при запахке всего урожая люпина. Выход продукции еще больше повышался в севообороте, где люпин на зеленое удобрение высевали после уборки ржи или люпино-овсяной смеси на корм. Урожай сухой массы от двух посевов был на 21,5 ц выше, чем при однократном весеннем посеве люпина в пару.

На основе проведенных опытов станция рекомендует на песчаных почвах полесья трех-, четырех-, пятипольные севообороты со следующим составом и чередованием культур: I. 1) рожь на зеленый корм или силос, а после ее уборки люпин на корм; 2) картофель; 3) люпин на зерно; 4) рожь на зерно с повторным посевом после уборки. II. 1) рожь на зеленый корм, после уборки картофель; 2) кукуруза; 3) люпин на зерно; 4) рожь на зерно.

Более высокие прибавки урожаев после запахки пожнивных культур получают на песчаных почвах в южных орошаемых районах.

Для уменьшения скорости разложения органического вещества и лучшего закрепления его в почве на песчаных и супесчаных почвах полезно применять глубокую послойную заделку органических удобрений, размещая один их слой на глубине 30—35 см и другой на 15—20 см. Создание прослоек, богатых органическим веществом, образует почвенный слой с повышенной влагоемкостью. В результате этого почва приобретает свойство сохранять большие количества воды. Эти прослойки предохраняют растворенные питательные вещества от выщелачивания.

Специфичность задач и путей повышения плодородия песчаных и супесчаных почв вызывает соответствующие изменения и в обработке почвы. Ранняя зяблевая вспашка легких почв способствует

быстрому разложению органических остатков предшествующей культуры и вымыванию переходящих в почвенный раствор минеральных соединений. Высокая аэрация и проницаемость песчаных и супесчаных почв для воздуха и воды позволяют ограничивать число обработок в зависимости от необходимости их применения для уничтожения сорняков. На легких почвах большее применение могут получить приемы безотвальной обработки, которые сохраняют более обогащенный органическим веществом и более связный слой почвы в верхней части пахотного горизонта.

Углубление пахотного слоя дает положительные результаты лишь там, где вовлекаются более связные нижележащие подпахотные слои. В этом случае подпочвенные слои можно использовать для улучшения механического состава пахотного слоя. Обработка безотвальными орудиями является также одним из средств борьбы с дефляцией песчаных и супесчаных почв. С этой же целью используют стерню, оставляя ее на поверхности почвы незапаханной. Однако лучшее средство борьбы с дефляцией — посевы промежуточных культур, которые одновременно решают и другие задачи улучшения песчаных почв. Массивы глубоких песков, непригодные для возделывания полевых культур, необходимо занять лесными насаждениями.

Зяблевую вспашку песчаных почв на незасоренных полях, предназначенных под зерновые культуры, целесообразно заменять лущением дисковыми лущильниками на 10—12 см. Такая обработка, по опытам Института сельского хозяйства центральных районов нечерноземной полосы в совхозе «Динамо» Клинского района Московской области, в среднем за 3 года не дала снижения урожая ржи, люпина и картофеля по сравнению со вспашкой и глубоким рыхлением.

На полях, где имеются многолетние сорняки, необходимо проводить лущение и зяблевую вспашку. Такая вспашка оказывает положительное влияние на урожай овощных культур и корнеплодов. Люпин надо запахивать плугом на 16—18 см с последующим боронованием и прикатыванием.

На крупных массивах песчаных и супесчаных почв целесообразно вводить отдельные севообороты. На легких почвах при внесении достаточного количества удобрений можно получать высокие урожаи картофеля, озимой ржи, яровых зерновых и зернобобовых культур. Учитывая, что при возделывании пропашных культур наиболее активно протекает процесс разложения органического вещества, повышение доли пропашных культур в севооборотах на легких почвах должно сопровождаться увеличенным внесением органических удобрений и посевом промежуточных культур на зеленое удобрение.

Опыт передовых колхозов показывает, что на окультуренных песчаных и супесчаных почвах можно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур и большое количество сельскохозяйственных продуктов.

Колхозы и совхозы, успешно осваивающие научно обоснованную систему земледелия, повышают урожай сельскохозяйственных культур, увеличивают производство продуктов растениеводства и животноводства, снижают их себестоимость и поднимают рентабельность хозяйства. Выше приводилась система севооборотов, применяемая в колхозе «Борец» Раменского района Московской области. В этом колхозе разработана и осуществляется также система обработки почвы и удобрений, ежегодно проводится известкование почвы на площади около 600 га.

Наряду с широким применением полевого травосеяния в колхозе созданы культурные пастбища на площади 788 га, продуктивность которых в 3 с лишним раза превышает продуктивность естественных угодий. Себестоимость одной кормовой единицы пастбищного корма в среднем за 3 года составила одну копейку.

В хозяйстве хорошо поставлено семеноводство зерновых культур и картофеля. Семеноводческие посевы закреплены за специальной бригадой, которая получила в среднем за последние 10 лет по 23,5 ц зерновых с каждого гектара. Колхоз ежегодно продает более 1000 т сортовых семян зерновых культур.

Большое внимание здесь уделяется борьбе с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

В результате применения правильной системы и высокой культуры земледелия средний урожай зерновых за 1961—1965 гг. составил 20,5 ц, а в 1965 г. — 25,8 ц. Картофеля в среднем за пятилетие получено 124 ц, а в 1965 г. — 152 ц, сена многолетних трав соответственно 30,2 и 40,1 ц, овощей 280 и 343 ц с гектара.

Производство молока на 100 га сельскохозяйственных угодий возросло с 525 ц в 1961 г. до 898 ц в 1965 г., а удой на одну корову с 3210 до 3758 кг при снижении себестоимости молока.

Поучителен опыт освоения правильной системы земледелия в овоще-молочном совхозе имени Жданова Гатчинского района Ленинградской области, организованном в 1950 г. Пахотные земли, занимаемые в настоящее время совхозом, с 1942 по 1945 г. не использовались, заросли сорняками и кустарниками. В совхозе прежде всего был разработан план мероприятий по окультуриванию почвы, включающий введение и освоение севооборотов, системы удобрений, обработки почвы с углублением пахотного слоя, очистку земель от камней, кустарников и сорняков. После осуществления этого плана средний урожай зерновых за 1963—1965 гг. составил 21,3 ц, картофеля (преимущественно ранних сортов) — 146 ц, овощей — 256 ц, сена многолетних трав — 36,5 ц, кормовых корнеплодов — 540 ц с гектара. Производство основных видов продукции на 100 га пашни или сельскохозяйственных угодий за 7 лет возросло в 2 раза.

Опыт этих и многих других совхозов и колхозов лесолуговой зоны служит наглядным примером использования больших возможностей, которыми располагают другие хозяйства. Внедрение пра-

вильной системы земледелия служит верным и ближайшим путем использования таких возможностей для подъема земледелия и животноводства в этой обширной зоне.

Глава XXVI

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ

Лесостепная зона на севере граничит с лесолуговой, а на юге со степной зоной. Она простирается от западной границы нашего государства до Дальнего Востока, расширяясь с севера на юг в европейской части и сужаясь в азиатской. В земледельческом отношении лесостепь отличается более высокой интенсивностью и большим разнообразием возделываемых культур. По природным и экономическим условиям эту обширную зону можно разделить на две части: европейскую и западносибирскую.

ЛЕСОСТЕПЬ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Лесостепь европейской части СССР расположена широкой полосой от западных областей Украины до Урала. Климат ее характеризуется умеренно холодной зимой и теплым летом. Средняя температура января от $-3-4^{\circ}$ на западе до -14° и ниже на востоке, а в июле от 18 до 22° . Столь же значительны и суточные колебания температуры, часто сопровождающиеся, особенно в восточных районах, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Продолжительность безморозного периода уменьшается с запада на восток. Так, в юго-западной части лесостепи Украины этот период доходит до $200-230$ дней, а в Поволжье и на Урале не превышает $95-100$ дней.

Среднегодовое количество осадков также убывает с запада на восток. В западной подзоне Украинской лесостепи выпадает свыше 600 мм осадков, а в Заволжской лесостепи — до 350 мм. Изменяется и характер распределения осадков по периодам года. Если в западных лесостепных районах $70-80\%$ их выпадает в течение вегетационного периода, то в юго-восточной части лесостепи на период роста основных полевых культур приходится лишь $25-30\%$ годового количества осадков.

По сравнению со степной зоной климат лесостепи менее засушливый. Однако в Поволжье засушливые годы составляют $38,5\%$. Преобладает весенне-летний тип засухи. Очень часто здесь наблюдается недостаточный запас влаги в почве весной. Лишь один год из трех почва имеет запас воды, близкий к наименьшей влагоемкости метрового слоя почвы.

Водный режим лесостепи ухудшается вследствие ограниченной речной сети, малого количества озер, болот и других водоемов, прерывистого режима рек и сильной овражистости территории. Почвы европейской части лесостепной зоны представляют непрерывный ряд, отображающий постепенный переход от почв с преоблада-

нием подзолообразовательного процесса к почвам, где его признаки исчезают, а признаки черноземного процесса становятся преобладающими. Наиболее характерны для этой части лесостепи два типа почв: серые лесные и черноземы. Первые занимают северную часть территории зоны. Южнее расположены оподзоленные и выщелоченные черноземы, а на крайнем юге, граничащем со степной зоной, — тучные и мощные черноземы. В северной и западной части имеются дерново-подзолистые почвы, а в южной и юго-восточной — солонцеватые. Наиболее благоприятными свойствами обладают мощные мало- и среднегумусные черноземы. Карбонатные черноземы содержат много гумуса, но подвижность питательных веществ слабая. Оподзоленные серые лесные почвы содержат меньше гумуса, малоструктурны, имеют подкисленную реакцию. Солонцеватые почвы бесструктурны, трудно поддаются обработке, для их улучшения требуется проводить мелиоративные мероприятия.

Лесостепная зона отличается высокой распаханностью земель. Доля пашни в ряде областей этой зоны достигает 70 % и более общей площади сельскохозяйственных угодий.

В сельскохозяйственном производстве страны европейская часть лесостепной зоны занимает в ряде отраслей ведущее место. Это крупная база производства зерна. Здесь сосредоточено производство большей части сахарной свеклы, конопли. Значительные площади заняты подсолнечником. Благоприятны условия и для животноводческих отраслей, особенно молочно-мясного скотоводства и свиноводства.

Отрицательное влияние на земледелие этой зоны оказывают прежде всего недостаточное или неустойчивое увлажнение и довольно частые атмосферные и почвенные засухи.

Большой вред наносит земледелию всей европейской лесостепи сильно развитая водная эрозия. Только по шести центрально-черноземным областям насчитывается 236 тыс. га овражно-балочных земель, что составляет 1,4 % общей площади землепользования. На значительной территории наиболее плодородная верхняя часть пахотного слоя смыта водой. В Воронежской и Курской областях смытые почвы составляют свыше 10 % всей площади сельскохозяйственных угодий.

В связи с длительным использованием природного плодородия черноземных почв и недостаточными мерами его поддержания и повышения в дореволюционный период и в годы войн почвы в значительной степени утратили некоторые ценные агрономические свойства, в частности структуру.

Низкая агротехника в прошлом и отсутствие правильных севооборотов привело к значительному засорению почвы семенами сорняков и вегетативными органами их размножения. Все это вызывает большие колебания в урожаях сельскохозяйственных культур по годам и отражается на состоянии животноводства.

Полное использование благоприятных условий и устранение причин, вызывающих неустойчивость урожаев, составляет главную

задачу системы земледелия. Наиболее важными звеньями ее здесь будут: а) мероприятия по регулированию водного режима и преодолению вредных последствий засух; б) система мер предохранения почвы от водной и ветровой эрозии, а также повышение плодородия и правильное использование эродированных земель; в) повышение плодородия старопахотных почв внесением органических и минеральных удобрений, посевом бобовых культур и другими приемами; г) очищение посевов и почвы от сорняков, борьба с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

Природные условия и большое разнообразие культур, возделываемых в лесостепной зоне европейской части СССР, позволяют широко применять плодосменную систему земледелия, особенно в северной и западной части зоны. В юго-восточных и восточных районах преобладает паро-пропашная система.

Плодосменная система земледелия наиболее распространена в свеклосеющей части лесостепной зоны. Полевые севообороты здесь представляют различные сочетания плодосменных звеньев, например: 1) озимые смеси на зеленый корм и вико-овсяная смесь, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, 4) ячмень с подсевом клевера или эспарцета, 5) клевер (эспарцет), 6) озимая пшеница и рожь, 7) сахарная свекла и кукуруза, 8) зернобобовые, 9) озимые, 10) кукуруза, 11) яровые зерновые.

В этом севообороте зерновые непропашные культуры занимают 5 полей, или 45% площади пашни, пропашные культуры (сахарная свекла и кукуруза) — 3 поля, или 27%, бобовые и кормовые смеси — 3 поля, или 27%. Такая структура посевных площадей позволяет осуществлять в полной мере принципы плодосмена при установлении чередования культур.

Система севооборотов. В результате многолетних исследований в разных районах свеклосеяния установлено, что в лесостепной части УССР и центрально-черноземных областей достаточного увлажнения озимую пшеницу можно размещать после многолетних трав преимущественно одногодичного пользования, после однолетних трав, кукурузы на зеленый корм и ранний силос, а также после гороха. Водный режим почвы под озимыми и последующими культурами в звеньях с занятыми парами достаточно благоприятен для получения высоких урожаев. Чистые пары здесь сохраняют значение как хорошее средство уничтожения сорняков.

В районах неустойчивого увлажнения в засушливые годы чистые пары служат важным средством восстановления и сохранения запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы. Эти запасы используются не только озимой пшеницей, но и возделываемой после нее сахарной свеклой. Благоприятно складывается водный режим также после обработки паров, занятых озимыми культурами и используемыми на зеленый корм при условии своевременной их уборки и обработки почвы под озимые. Остальную часть озимых можно высевать после многолетних трав, кукурузы на зеленый корм и гороха. Сахарную свеклу следует размещать после озимых в звеньях севообо-

ротов с чистыми и ранними занятыми парами или с многолетними травами.

Опытными учреждениями лесостепной части центрально-черноземной полосы установлено, что посевы озимой пшеницы после многолетних трав снижают урожай зерна по сравнению с посевами по чистому пару на 1—2,5 ц, после вико-овсяной смеси на 3—7 ц, после кукурузы — на 4—5 ц, после гороха — на 3—6 ц, по ячменю — на 7—11 ц (табл. 59).

Таблица 59

Урожай озимых культур (ц с 1 га) по различным предшественникам

Место проведения опытов	Культура	Годы опытов	Предшественники озимых						
			чистый пар	многолетние травы первого года	пш.-орес	кукуруза	картофель	горох	ячмень
Львовская опытная станция (Курская обл.)	Озимая пшеница	1950—1955	27,9	26,8	—	—	—	—	—
Курская опытная станция	То же	1960—1964	25,2	—	18,4	20,1	23,1	—	14,6
Липецкая опытная станция	Рожь	1957—1961	29,0	—	23,3	25,0	25,0	23,3	—
То же	»	1961—1963	30,1	31,9	26,9	25,9	—	30,0	20,1
Всероссийский институт сахарной свеклы (Рамонь, Воронежская обл.)	Озимая пшеница	1948—1959	27,5	24,9	—	—	—	—	—
Институт сельского хозяйства центральной черноземной полосы (Воронежская обл.)	То же	1950—1953	26,6	24,2	23,9	—	23,4	23,4	19,8

Урожай сахарной свеклы, высеваемой после озимых, идущих по чистому пару, не имеет существенной разницы по сравнению с урожаем ее в паровом звене. Недобор зерна озимых культур с излишним окупался урожаем парозанимающих культур. В опытах Липецкой станции в звеньях с занятыми парами на каждый центнер недополученного зерна собрано в занятых парах: картофеля 26 ц, силосной массы кукурузы 60 ц, семян гороха 3,2 ц, вико-овсяной смеси (зеленой массы) 24 ц с гектара. В районах неустойчивого увлажнения возможны севообороты с полуполями чистого пара и многолетних трав. Например, некоторые хозяйства Липецкой области, специализированные на семеноводстве сахарной свеклы, применяют такие севообороты: 1) вико-овсяная смесь и озимые на зеленый корм, 2) озимые на зерно, 3) сахарная свекла, 4) $1\frac{1}{2}$ поля ячмень

задачу системы земледелия. Наиболее важными звеньями ее здесь будут: а) мероприятия по регулированию водного режима и преодолению вредных последствий засух; б) система мер предохранения почвы от водной и ветровой эрозии, а также повышение плодородия и правильное использование эродированных земель; в) повышение плодородия старопахотных почв внесением органических и минеральных удобрений, посевом бобовых культур и другими приемами; г) очищение посевов и почвы от сорняков, борьба с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

Природные условия и большое разнообразие культур, возделываемых в лесостепной зоне европейской части СССР, позволяют широко применять плодосменную систему земледелия, особенно в северной и западной части зоны. В юго-восточных и восточных районах преобладает паро-пропашная система.

Плодосменная система земледелия наиболее распространена в свеклосеющей части лесостепной зоны. Полевые севообороты здесь представляют различные сочетания плодосменных звеньев, например: 1) озимые смеси на зеленый корм и вико-овсяная смесь, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, 4) ячмень с подсевом клевера или эспарцета, 5) клевер (эспарцет), 6) озимая пшеница и рожь, 7) сахарная свекла и кукуруза, 8) зернобобовые, 9) озимые, 10) кукуруза, 11) яровые зерновые.

В этом севообороте зерновые непропашные культуры занимают 5 полей, или 45% площади пашни, пропашные культуры (сахарная свекла и кукуруза) — 3 поля, или 27%, бобовые и кормовые смеси — 3 поля, или 27%. Такая структура посевных площадей позволяет осуществлять в полной мере принципы плодосмена при установлении чередования культур.

Система севооборотов. В результате многолетних исследований в разных районах свеклосеяния установлено, что в лесостепной части УССР и центрально-черноземных областей достаточного увлажнения озимую пшеницу можно размещать после многолетних трав преимущественно одногодичного пользования, после однолетних трав, кукурузы на зеленый корм и ранний силос, а также после гороха. Водный режим почвы под озимыми и последующими культурами в звеньях с занятыми парами достаточно благоприятен для получения высоких урожаев. Чистые пары здесь сохраняют значение как хорошее средство уничтожения сорняков.

В районах неустойчивого увлажнения в засушливые годы чистые пары служат важным средством восстановления и сохранения запасов влаги в корнеобитаемом слое почвы. Эти запасы используются не только озимой пшеницей, но и возделываемой после нее сахарной свеклой. Благоприятно складывается водный режим также после обработки паров, занятых озимыми культурами и используемыми на зеленый корм при условии своевременной их уборки и обработки почвы под озимые. Остальную часть озимых можно высевать после многолетних трав, кукурузы на зеленый корм и гороха. Сахарную свеклу следует размещать после озимых в звеньях севообо-

с подсевом клевера, $1/2$ поля — кукуруза, 5) $1/2$ поля клевер, $1/2$ поля ячмень, 6) $1/2$ поля клевер, $1/2$ поля чистый пар, 7) озимые, 8) сахарная свекла и другие пропашные.

В лесостепной части Поволжья и Южного Урала основным типом полевых севооборотов являются паро-пропашные с одним полем чистого пара. В более увлажненных районах возможны плодосменные севообороты. Озимые культуры следует размещать и по занятым парам.

В опытах Пензенской станции в среднем за 5 лет сбор зерна озимой ржи и зернобобовых предшественников был на 7,7 ц (для чечевицы) и 13,2 ц (для гороха) выше, чем в звене чистый пар — рожь.

В многопольных севооборотах с двумя или тремя полями озимых достаточно иметь одно поле чистого пара, а остальную часть озимых размещать по занятым парам, например: 1) чистый пар, 2) озимые, 3) пропашные, 4) яровые зерновые, 5) яровые зерновые, 6) пар занятый, 7) озимые или яровые зерновые, 8) пропашные, 9) яровые зерновые, 10) яровые зерновые. В годы с летне-осенними засухами целесообразно занятые пары оставлять под яровую пшеницу.

В связи с необеспеченностью естественными кормовыми угодьями в лесостепной зоне европейской части СССР возникает необходимость введения кормовых преимущественно прифермских севооборотов с выращиванием в них сочных, силосных и зеленых кормов. Наряду с плодосменными и пропашными севооборотами в ряде случаев будут целесообразны травопольно-пропашные севообороты с 3—4 полями люцерны, 3—5 полями пропашных, однолетних трав и зерновых культур, например: 1—3) люцерна, 4) кормовые бахчевые или силосные, 5) кормовые корнеплоды, 6) однолетние травы с подсевом люцерны. В районах недостаточного увлажнения многолетние травы в кормовых и полевых севооборотах целесообразно возделывать в выводных полях. В обоих случаях поля многолетних трав можно использовать как переменные искусственные пастбища.

В западной и центральной части лесостепной зоны с успехом можно применять посевы промежуточных культур, особенно в кормовых севооборотах.

По данным Винницкой, Черкасской и Полтавской опытных станций, поукосные посевы кукурузы и суданской травы после уборки ржано-виковой смеси дают возможность увеличить сбор зеленого корма с каждого гектара на 60—80 % по сравнению с урожаем первой культуры. В опытах Уманского сельскохозяйственного института посевы смеси кукурузы, подсолнечника и гороха после уборки вико-овсяной смеси в среднем за 4 года дали по 162 ц с гектара силосной массы. Та же смесь при пожнивном посеве после зерновых дала 115 ц с гектара. Из специальных севооборотов в европейской части лесостепной зоны наиболее распространены конопляные и махорочные севообороты, в которых конопля и махорка занимают до 50 % площади нашин с применением повторных посевов не более двух лет подряд и с чередованием конопли с пропашными культурами и травами, а махорки — с травами и зерновыми.

В связи с сильно развитыми процессами водной эрозии почвы в лесостепи особенно важное значение имеют почвозащитные севообороты, которые должны занимать склоны крутизной до 8°. В этих севооборотах преобладают многолетние и однолетние травы, озимые зерновые. Не малую роль в защите почвы от разрушения играют посевы промежуточных культур после уборки однолетних трав и озимых. Пропашные культуры могут возделываться в таких севооборотах в ограниченных размерах и при условии полосного размещения их в сочетании с многолетними травами или другими культурами, хорошо защищающими почву от эрозии.

Примером чередования культур в почвозащитном севообороте может служить такое: 1—3) многолетние травы, 4) озимые на зерно с посевом озимых промежуточных культур полосами, чередующимися с многолетними травами 4 года, 5) кукуруза с полосным размещением после озимых в сочетании с травами пятого года, 6) вико-овсяная смесь, 7) озимые на зерно с пожнивными культурами, 8) яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

В таком севообороте все поля, за исключением полос из-под кукурузы, в течение всего года покрыты растениями, что и предохраняет почву от смыва ее водой.

Особенности обработки почвы. Почвенно-климатические условия зоны и особенность возделываемых культур выдвигают в качестве первоочередных следующие задачи системы обработки почвы: а) накопление и сохранение влаги и снижение ее потерь, б) прекращение или снижение до минимума процессов водной эрозии почвы. При этом сохраняют свое значение и другие общие для всех зон задачи — борьба с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, мобилизация доступных питательных веществ.

Преобладающие типы почв позволяют применять более широко глубокую вспашку без особых подготовительных мероприятий. Чтобы активизировать жизнедеятельность микроорганизмов, пахотный слой черноземных и серых лесных почв необходимо углублять при ранней зяблевой обработке или в поле чистого пара. На дерново-подзолистых почвах надо применять постепенное углубление пахотного слоя по методу, разработанному для этих почв.

В результате многолетних опытов, проведенных научно-исследовательскими учреждениями зоны, установлено, что на глубокогумусовых почвах целесообразно довести глубину пахотного слоя до 28—32 см. Дальнейшее углубление или не увеличивает урожай, или прибавка настолько мала, что не оправдывает дополнительных затрат. Даже такая отзывчивая на глубокую обработку культура, как сахарная свекла, не увеличила урожай от углубления вспашки с 25—27 см до 32—35 см.

Периодичность глубоких обработок зависит от свойств почв и степени ее окультуренности. На каштановых почвах тяжелого механического состава, малоструктурных, а также при сильной засоренности следует проводить глубокую вспашку через 2—3 года, а на черноземах и окультуренных почвах и чистых от сорняков полях —

через 4—5 лет, в первую очередь под ценные пропашные культуры и под озимые в чистых парах и после многолетних трав.

Лучшей системой зяблевой обработки после рано убираемых зерновых в лесостепной зоне является лущение с последующей зяблевой вспашкой.

Для борьбы с эрозией почвы на склонах применяют специальные приемы вспашки с поделкой валиков, прерывистых борозд, щелей, микролиманов, ячеистой поверхности.

На полях, засоренных пыреем, проводят глубокое дискование вдоль и поперек поля с последующей глубокой вспашкой. При глубокоом залегании корневищ полезно вначале поле вспахать на 12—14 см, а затем применить дискование и глубокую вспашку.

Для борьбы с корнеотпрысковыми сорняками необходимо двукратное лущение лемешными лущильниками с последующей глубокой вспашкой.

Вспашку полей, вышедших из-под сахарной свеклы, лучше перенести на весну.

Для сохранения влаги важно своевременно и высококачественно провести предпосевную обработку почвы, которая состоит из ранневесеннего боронования зяби и культивации. Под поздние культуры проводят 2—3 культивации. В более увлажненных западных районах на тяжелых сливающихся почвах вместо культивации применяют лущение на 12—14 см отвальными лущильниками. Глубина культивации под ранние зерновые равна глубине заделки семян. Под поздние культуры первую культивацию можно проводить несколько глубже.

В западных районах и в других местах зоны в незасушливую весну полезны одна или две неглубокие отвальные обработки чистого пара весной. Последующая летняя обработка заключается в неглубокой культивации.

В восточных и юго-восточных районах зоны, по данным научно-исследовательских учреждений, лучшие результаты дают черные пары, а в западных они оказывают такое же действие на урожай, как и ранние.

Глубина основной обработки черного пара зависит от ряда условий, в том числе от внесения навоза. Харьковской, Сумской и другими опытными станциями установлено, что при осеннем внесении навоза полезно основную вспашку делать на 28—30 см. Если навоз не вносят, то глубину вспашки не следует увеличивать более чем на 20—22 см. При обработке ранних паров полезно с осени применить лущение стерни.

В западной части зоны занятые пары после уборки парозанимающих культур при достаточной влажности почвы следует незамедлительно пахать на полную глубину. Если в этот период стоит сухая погода, полезно поле сначала взлущить, а через некоторое время вспахать. В центральных и восточных районах зоны, по данным Курской, Липецкой, Пензенской опытных станций, пары, занятые вико-овсяной смесью, картофелем, горохом, кукурузой, после уборки этих культур лучше не пахать, а обработать дисковыми лущильни-

ками с боронами в агрегате. При достаточно продолжительном периоде от уборки парозанимающей культуры до посева озимых следует перед посевом поле вторично продисковать.

При обработке чистых и занятых паров и особенно непаровых предшественников под озимые в большинстве случаев необходимо проводить предпосевное прикатывание почвы тяжелыми кольчатыми катками. Эффективность этого приема тем выше, чем меньше осела почва после глубокой обработки и чем суше ее верхний слой. Это чаще наблюдается при посеве озимых после многолетних трав и стерневых предшественников, особенно в годы с сухим летом.

Система удобрений. Применение органических удобрений в лесостепной зоне дает значительную прибавку урожая озимых и пропашных культур. В западной части лесостепи УССР научными учреждениями рекомендовано вносить 15—20 т навоза на гектар в поле чистого или занятого пара. При опасности полегания пшеницы норму внесения навоза уменьшают до 10 т, а другую часть (тоже около 10 т) вносят под сахарную свеклу. По данным Сумской опытной станции, от 20 т навоза, внесенного в пару, получена прибавка урожая озимой пшеницы 6,7 ц и сахарной свеклы 104 ц на гектар. Такие же прибавки урожая дает применение торфо-навозных компостов. В районах достаточного увлажнения на малогумусных почвах следует широко применять пожнивные посевы однолетнего люпина на зеленое удобрение под сахарную свеклу и другие пропашные культуры.

По мере продвижения к востоку и усиления засушливости климата эффективность органических удобрений проявляется лишь при достаточной влажности почвы. Поэтому здесь навоз следует вносить в количестве 10—15 т на гектар в поле чистого пара. Хорошие результаты дает совместное внесение его с суперфосфатом.

Более высокие прибавки урожая от внесения азотных удобрений получают в северной и западной части зоны, более обеспеченных осадками, с малогумусными оподзоленными серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами. Весенняя подкормка озимых азотными удобрениями в Поволжской части лесостепи малоэффективна. Лучшие результаты дает внесение небольших количеств азота осенью. Во всей зоне выявлено высокое действие суперфосфата при рядковом внесении его под озимые. Действие минеральных удобрений резко возрастает при орошении.

Мероприятия по регулированию водного режима и по борьбе с водной эрозией почвы составляют важнейшую часть системы земледелия. К таким мероприятиям относятся:

- а) введение специальных почвозащитных севооборотов;
- б) залужение приовражных и прибалочных территорий;
- в) полезащитные и почвозащитные лесонасаждения;
- г) гидротехнические мероприятия по регулированию стока;
- д) задержание снега и талых вод;
- е) специальные приемы обработки почвы с поделкой валиков, ячеек, микролиманов, борозд, щелей и других препятствий для стока воды и смыва почвы;

ж) применение полосного и контурного земледелия на территориях сложного рельефа;

з) специальные приемы посева сельскохозяйственных культур, обеспечивающих достаточную густоту растений и нужное направление рядков;

и) применение удобрений для обеспечения лучшего роста растений и уничтожение сорняков.

Передовые колхозы и совхозы лесостепной зоны, успешно осваивающие правильную систему земледелия, добились высоких урожаев сельскохозяйственных культур, производительного использования земли, развития животноводства и высокой рентабельности хозяйства. К таким хозяйствам относятся колхоз имени XXII съезда КПСС Винницкой области, совхоз «Петровский» Липецкой области и многие другие.

ЛЕСОСТЕПЬ ЗАУРАЛЬЯ И СИБИРИ

Эта часть лесостепи резко отличается по климатическим условиям и специализации сельского хозяйства. Продолжительность безморозного периода здесь в 2 раза меньше, чем в западных районах Украины. Так, в лесостепи Красноярского края безморозный период равняется 85—105 дням, а на востоке Бурятской АССР 76—92 дням. Резко возрастает континентальность климата. Зима отличается сильными морозами и малым снежным покровом, весна прохладная с возвратом холодов, лето жаркое. Среднегодовое количество осадков колеблется от 550 мм в северной части лесостепи Урала до 250 мм в южных лесостепных районах Красноярского края и Бурятской АССР. Преобладающими почвенными разностями являются серые лесные, оподзоленные и выщелоченные черноземы. В западносибирской части много засоленных почв, на севере зоны — дерново-подзолистые почвы. Большая часть почв содержит меньше гумуса по сравнению с обыкновенными и мощными черноземами, они значительно распылены, для части почв требуется улучшение реакции.

Из сельскохозяйственных отраслей в восточной части лесостепи преобладающее значение имеет зерновое производство. В посевах зерновых ведущая культура — яровая пшеница. В северной части лесостепи распространены также посевы озимых культур. Кроме того, возделывают просо, ячмень, горох, овес и др.

Из технических культур в некоторых районах возделывают сахарную свеклу, подсолнечник, лен, горчицу, а из кормовых многолетние и однолетние травы, кукурузу и подсолнечник на силос.

В системе земледелия лесостепи Зауралья и Сибири особенно важное значение имеют мероприятия по борьбе с засухой и ветровой эрозией, по улучшению реакции кислых и щелочных почв, обогащению органическим веществом, по борьбе с сорняками.

Севообороты. В отличие от лесостепи европейской части СССР здесь более важное значение приобретают чистые пары.

В опытах Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства (г. Омск) средний урожай яровой пшеницы по чистому пару был в полтора раза, а за семь засушливых лет вдвое выше, чем после зерновых предшественников.

Влияние чистого пара распространяется и на вторую культуру, высеваемую после пшеницы. Кроме паров, для яровой пшеницы хорошими предшественниками являются пропашные культуры, многолетние и однолетние травы. Опыты научных учреждений и практика показывают, что яровые зерновые культуры, в частности пшеницу, можно высевать подряд не более двух лет. По данным сортоучастков лесостепной части Красноярского края урожай второй яровой пшеницы после пара составил 16 ц с гектара, или 60 % урожая той же культуры по чистому пару. В пропашном звене севооборота второй посев пшеницы дал 15,2 ц с гектара, или 63 % урожая после пропашных (картофель, кукуруза). После вико-овсяной смеси второй посев пшеницы дал снижение урожая по сравнению с первым на 30 %. На третий год пшеница еще больше снижает урожай.

Посева яровых зерновых более двух лет подряд можно избежать лишь в том случае, когда эти культуры занимают не более двух третей всей площади пашни. Остальная площадь отводится под пропашные культуры, однолетние травы и пары. При таком соотношении можно ввести шестипольный паро-пропашной севооборот: 1) пар чистый, 2) яровая пшеница, 3) яровая пшеница, 4) кукуруза и однолетние травы, 5) яровая пшеница, 6) яровая пшеница и зернофуражные. При меньшей доле яровых зерновых культур (60 % площади пашни) применяют пятипольный севооборот с тремя полями яровых зерновых, одним полем пропашных и однолетних трав и одним полем пара.

В солонцевой части Западной Сибири на удаленных землях рекомендуются паро-зерновые севообороты без пропашных культур, например: 1) пар чистый, 2) яровая пшеница и озимая рожь, 3) яровая пшеница и зернобобовые, 4) вико-овсяная смесь, 5) яровые зерновые.

В эти полевые севообороты можно ввести в качестве выводного поля многолетние травы. Кроме полевых, система севооборотов может включать прифермские севообороты плодосменного типа, например: 1) кукуруза, 2) яровая пшеница, 3) однолетние травы, 4) яровая пшеница, а также почвозащитные с полосным размещением посевов и кормовые сенокосно-пастбищные на малопригодных для зерновых культур засоленных землях. В пригородных хозяйствах вводят специальные овощные севообороты. Таким образом, наиболее распространенными системами земледелия в лесостепи Зауралья и Сибири будут паро-пропашная, в более засушливых районах — паро-зерновая. Наряду с типичными для этих систем севооборотами могут применяться на небольших площадях плодосменные, травопольные и пропашные севообороты.

Обработка почвы и удобрения. Главными задачами системы обработки почвы в восточной части лесостепи является накопление и

сохранение почвенной влаги и борьба с сорняками. Основным приемом в системе зяблевой обработки почвы является вспашка плугом с предплужниками. По данным Сибирского института сельского хозяйства, при увеличении глубины зяблевой вспашки на черноземных почвах до 35 см урожай яровой пшеницы повышается на 2,3 ц с гектара, или на 11,5%. При дальнейшем углублении урожай снижается.

Однако глубокие обработки следует проводить не ежегодно, а через 1—2 года. Опыты, проведенные в хозяйстве СибНИИСХоза, показали, что чередование глубокой вспашки с лущением в системе севооборота не только снижает затраты на обработку почвы, но и повышает урожай яровой пшеницы (табл. 60).

Таблица 60

Эффективность различных систем обработки почвы (средние за 7 лет)

Системы обработки почвы	Средний урожай яровой пшеницы (ц с 1 га)	Затраты на обра- ботку почвы на 1 ц зерна (коп.)
Вспашка ежегодно	15,9	56,3
Вспашка чередуется с лущением	16,9	36,8
Вспашка через 2 года, в остальные годы — лущение	16,4	34,0
Вспашка через 3 года	16,2	30,0

В лесостепи Зауралья (Курганская область) Т. С. Мальцев много лет применяет систему обработки почвы, основанную на сочетании глубокого и поверхностного рыхления. В отличие от системы, испытанной в СибНИИСХозе, здесь применяют основную глубокую обработку пара безотвальными орудиями, а зяблевую обработку в остальных полях севооборота лущильниками на 10—12 см. Широкие испытания этой системы во всех почвенно-климатических зонах в 50-х годах текущего столетия показали, что она имеет преимущества на лугово-черноземных почвах с неглубоким залеганием грунтовых вод. Глубокая безотвальная обработка дает положительные результаты также на средне- и глубококостолбчатых солонцах.

В Восточной Сибири и других бесснежных районах лесостепи для предохранения почвы от иссушения зимними ветрами применяют выравнивание поверхности почвы после зяблевой вспашки, а также безотвальную обработку с оставлением стерни.

В предпосевной обработке зяби большое значение имеет весенняя культивация после прорастания семян овсяга. Она служит важным средством борьбы с этим злостным засорителем посевов яровой пшеницы.

Во всей восточной части лесостепной зоны черные пары не имеют преимущества перед ранними. Более того, лучшим временем основной глубокой обработки является июнь. Именно в это время проводят глубокую обработку чистых паров Т. С. Мальцев. Преимущество

такой обработки для лесостепи доказано также опытами Красноярского сельскохозяйственного института (Н. В. Складнев), где при летней обработке пара средняя прибавка урожая яровой пшеницы по сравнению с обычной весенней достигала 2 ц на гектар. Эффект летней глубокой обработки чистых паров в этой зоне объясняется тем, что основная часть летних осадков выпадает здесь в июле — августе. Глубокая обработка приурочивается к началу дождевого периода, чтобы создать условия для лучшего проникновения выпадающих осадков в почву. До глубокой обработки осенью или весной паровое поле обрабатывают лушильниками или плоскорезами. На полях, засоренных пыреем ползучим, применяют дискование, не допуская образования новых корневищ. В районах, подверженных эрозии, используют специальные приемы обработки, описанные в предыдущих главах. Важным звеном системы земледелия в восточной части лесостепи являются у д о б р е н и я. Эффективность их применения здесь выше, чем в степных районах. Это объясняется более благоприятным водным режимом и меньшими запасами питательных веществ в почве. По многолетним опытам СибНИИСХоза, 20 т навоза, внесенного в поле чистого пара, дают общую прибавку зерна с учетом последействия до 10 ц на гектар. В учебном хозяйстве Иркутского сельскохозяйственного института прибавки урожая яровой пшеницы при внесении в пар 10—20 т навоза на гектар в течение 6 лет колебались от 5 до 10 ц на гектар. В Красноярском крае на выщелоченных черноземах от внесения 20 т навоза на гектар получают прибавку урожая яровой пшеницы от 3 до 5 ц.

На черноземных почвах во влажные годы внесение навоза в поле чистого пара может оказать отрицательное действие на урожай яровой пшеницы, вызывая буйное развитие вегетативной массы, полегание и позднее созревание. В этом случае навоз лучше вносить в занятые пары или под пропашные культуры.

Из минеральных удобрений наиболее эффективны на черноземных почвах фосфорные, а на серых лесных и дерново-подзолистых — и азотные. Высокие прибавки урожая получают от применения жидких азотных удобрений.

Высокое действие оказывает применение гранулированного суперфосфата в рядки при посеве пшеницы. По данным СибНИИСХоза, прибавка урожая яровой пшеницы при внесении 50 кг суперфосфата составляет 3,2 ц на гектар. Внесение калийных удобрений на черноземных почвах не дает прибавки урожая яровой пшеницы. Положительное действие их отмечается на серых лесных почвах, особенно при внесении под картофель, корнеплоды и кукурузу. Установлена значительная эффективность бактериальных удобрений (фосфоробактерина, азотобактерина) на почвах с большим количеством органических веществ в годы с благоприятным увлажнением.

Несмотря на большее количество выпадающих осадков по сравнению со степной зоной, в лесостепной зоне первостепенное значение имеют мероприятия по борьбе с засухой и эрозией почвы, которые изложены в следующей главе.

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ

Степная зона проходит с запада на восток от Молдавии, через южные области Украины на Северный Кавказ и Нижнее Поволжье. Она занимает большую часть Северного и весь центральный Казахстан, южную часть Западной и Восточной Сибири.

Климат зоны континентальный с увеличением разницы летних и зимних температур с запада на восток. Вся степная полоса относится к зоне недостаточного увлажнения. Годовое количество осадков по многолетним данным колеблется от 200 до 450 мм. По природным и экономическим условиям целесообразно разделить на европейскую и азиатскую части.

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

В европейской части можно выделить три подзоны: юга Украины, Северного Кавказа и Нижнего Поволжья с Южным Уралом.

Подзона юга Украины охватывает южные и восточные области Украины (Николаевскую, Херсонскую, Донецкую, Луганскую, большую часть Одесской, Кировоградской, Днепропетровской областей, южные районы Харьковской). Она характеризуется континентальным климатом, большим количеством тепла и солнечной радиации и недостатком осадков (350—450 мм). Наибольшее количество осадков выпадает в летние месяцы (120—180 мм), меньше весной (80—120 мм), еще меньше осенью (80—100 мм) и совсем мало зимой (60—80 мм).

Из-за недостатка осадков здесь бывают частые засухи, особенно в июне и июле. Наиболее часто повторяются засухи в южной части степной зоны. При длительном отсутствии осадков почва теряет весь запас доступной влаги. Затем наступает почвенная засуха, характерным признаком которой является абсолютный недостаток влаги для растений в корнеобитаемом слое почвы, в результате чего прекращается жизнедеятельность растений и они гибнут.

Недостаток влаги в почве осенью во время посева озимых задерживает прорастание семян, вызывает запоздалые и изреженные всходы озимых, слабое кущение и укоренение их. Слаборазвитые растения хуже переносят зимовку, поэтому урожай озимых резко снижаются. Летняя засуха приводит к резкому уменьшению урожая яровых зерновых культур.

Почвенной засухе обычно предшествует атмосферная, вызываемая низкой влажностью, высокой температурой воздуха и сухими ветрами — суховеями. В этих условиях резко увеличивается испарение воды растениями. При ограниченных запасах влаги в почве корни растений не могут возместить расход ее на испарение и растения увядают еще до полного расхода доступной влаги. В период налива зерна суховеи вызывают так называемый «запал», при кото-

ром налившееся зерно обезвоживается, урожай снижается, зерно получается щуплое и низкого качества.

Тепловые условия отличаются континентальностью, усиливающейся с запада к востоку, короткой весной, переходящей быстро в жаркое лето, и продолжительной теплой осенью. Безморозный период равняется 170—190 дням.

В северной части подзоны обычно образуется устойчивый снежный покров со средней глубиной 15 см, а на северо-востоке до 25 см. В южной же части из-за частых оттепелей снег не накапливается. Малоснежные зимы с чередующимися оттепелями и сильными морозами с гололедом создают неблагоприятные условия для перезимовки озимых.

От мощности снежного покрова и зимних температур зависит глубина промерзания почвы. В холодные зимы она достигает более 100 см, при средней многолетней — 20—40 см.

В степной зоне Украины преобладают черноземные почвы. Мощные черноземы северной части (карбонатные и выщелоченные) содержат в перегнойном горизонте 7—9% гумуса. По механическому составу они относятся к легкосуглинистым и среднесуглинистым. Среди них имеются солончаковые или солонцовые почвы. В центральных районах степной зоны СССР преобладают обыкновенные средние и тяжелосуглинистые, слабовыщелоченные черноземы. Мощность их гумусового и переходного горизонтов составляет 70—80 см. Содержание гумуса колеблется около 7%.

На юге степной подзоны расположены южные суглинистые черноземы с мощностью гумусового горизонта 50—70 см и содержанием гумуса 4—5%.

На крайнем юге неширокой полосой вдоль северных берегов Черного и Азовского морей простираются темно-каштановые и каштановые почвы, отличающиеся пониженным содержанием гумуса и менее мощным гумусовым горизонтом.

В комплексе с ними находятся в виде пятен солонцы, встречаются также хлоридно-сульфатные солончаки.

Подзона Северного Кавказа расположена к северу и северо-востоку от Кавказских гор. На ее территории находятся Калмыцкая АССР, большая часть Ростовской области, Ставропольского края, северная и центральная часть Дагестанской АССР, северные районы Кабардино-Балкарской АССР, Северо-Осетинской АССР и Чечено-Ингушской АССР.

В наиболее засушливой части подзоны (северная и центральная части Калмыцкой АССР, северная часть Дагестанской АССР, небольшая территория на северо-востоке Ставропольского края и в восточной части Ростовской области) выпадает в среднем 200—300 мм осадков в год. Сумма эффективных температур (выше 10°) составляет 3200—3700°. Почвы здесь светло-каштановые, солонцеватые.

В менее засушливой части подзоны годовое количество осадков составляет 300—400 мм, а сумма эффективных температур 3100—

3400°. Наиболее засушливым периодом на Северном Кавказе является август — сентябрь. Преобладающим типом почвы являются темно-каштановые, приазовские и предкавказские карбонатные черноземы средне- и малогумусовые, обладающие хорошей влагоемкостью и высоким плодородием. При частом отсутствии снежного покрова в степных районах Северного Кавказа сильные ветры, проникающие сюда из Средней Азии, вызывают пыльные бури и ветровую эрозию почвы. Нередко здесь бывает похолодание в мае, наносящее вред посевам теплолюбивых культур.

Положительной особенностью климата степной части Северного Кавказа является более высокая влажность воздуха по сравнению с югом Украины. Это позволяет растениям легче выдерживать кратковременные засухи, но не избавляет от губительных последствий длительного бездождия. К юго-западу и западу степь переходит в лесостепь, а к югу расположены предгорные районы с более благоприятными для земледелия климатическими условиями.

Подзона Нижнего Поволжья и Южного Урала отличается более коротким периодом эффективных температур. В левобережной степи выпадает в среднем в год 300—350 мм осадков, в сухой степи — 250—320 и в полупустынной — 180—280 мм.

Более благоприятные климатические условия имеются в черноземной степи правобережья.

Почвенный покров отличается большим разнообразием. В черноземной степи правобережья преобладают глинистые и суглинистые обыкновенные черноземы с небольшими пятнами песчаных и солонцеватых черноземов. Левобережная черноземная степь представлена южными черноземами значительной засоленности, которые к югу и юго-востоку переходят в темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые солонцовые почвы. В левобережной части в падинах имеются темноцветные почвы, содержащие 4—5% гумуса. В полупустынной степи Волго-Ахтубинской поймы имеются богатые наносные почвы, которые при орошении дают высокие урожаи ценных овощных и бахчевых культур.

Европейская часть степной зоны служит основной базой производства пшеницы. В степной полосе Украины и Северного Кавказа возделывается озимая пшеница, которая занимает здесь до 40% пашни. Более высокие урожаи озимой пшеницы по сравнению с яровой объясняются тем, что она лучше использует весенние запасы почвенной влаги и меньше страдает от летней засухи.

Важнейшими культурами степной части Украины и Северного Кавказа являются кукуруза и подсолнечник. В более увлажненных районах возделывают сахарную свеклу.

В степной части Поволжья и южного Урала ведущей культурой является яровая пшеница, занимающая до 30% и более площади пашни. За последние годы в Поволжье значительно расширены посевы озимой пшеницы, которая при посеве по чистым парам дает более высокие урожаи по сравнению с яровой.

Из технических культур некоторое распространение получили подсолнечник, горчица, а из кормовых — кукуруза и подсолнечник на силос, однолетние и многолетние травы.

Важнейшей задачей системы земледелия в степной зоне является создание более благоприятного водного режима и преодоление вредного последствия засухи.

Вторая важная задача — предохранение почвы от ветровой и водной эрозии и правильное использование эродированных земель.

Большое значение в повышении плодородия почв имеет устранение их щелочности, правильное использование засоленных почв и борьба с засоренностью полей.

В соответствии с природными условиями и специализацией земледелия ведущими звеньями системы земледелия в степной зоне будут следующие:

1) введение и освоение севооборотов с преобладанием зерновых с чистыми парами, а на территориях, подверженных эрозии, почвозащитных севооборотов без чистых паров;

2) своевременная и тщательная обработка почвы, обеспечивающая максимальное накопление влаги, сохранение ее от потерь и наилучшее использование культурными растениями;

3) агролесомелиоративные мероприятия (создание полосащитных приовражных и других лесных полос и насаждений для улучшения микроклимата, регулирования водного режима и предотвращения эрозии почвы);

4) регулирование стока, устройство водоемов и орошение на местном стоке;

5) система удобрения и мероприятия по улучшению засоленных почв;

6) уничтожение сорняков в посевах и в почве, борьба с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

Неоднородность климатических и почвенных условий, состава и пропорции возделываемых культур не позволяют здесь применять повсеместно одну какую-нибудь систему земледелия.

Наиболее соответствуют природным и экономическим условиям зоны зерно-пропашная и паро-пропашная системы. Первая система распространена по преимуществу в степной части УССР и Северного Кавказа, а паро-пропашная — в Нижнем Поволжье и на Южном Урале. Наряду с этим в каждом хозяйстве должны использоваться полезные элементы других систем, например плодосменные севообороты на более плодородных и увлажненных почвах и на орошаемых участках, травопольные — на землях, подверженных эрозии.

Особенности севооборотов. В засушливых районах степной зоны решающим звеном севооборота является паровое. Чистый пар решает здесь следующие важные задачи: а) сохранение к моменту посева озимой или яровой пшеницы влаги для получения среднего урожая даже в засушливые годы и создание запасов влаги в глубоких слоях почвы для использования их последующими культурами; б) уничтожение сорняков и очищение пахотного слоя от их семян и вегетатив-

ных органов размножения; в) мобилизация питательных веществ в почве и превращение их в доступные формы для растений.

В степной зоне весенние запасы продуктивной влаги значительно ниже наименьшей влагоемкости почвы. В наиболее засушливых районах метровый слой почвы содержит всего лишь 500—700 т доступной воды на гектаре, тогда как при наименьшей влагоемкости этот слой каштановых почв, обыкновенных и южных черноземов вмещает 3100—3400 т воды, в том числе 1500—1800 т доступной для растений.

В степной части зоны европейской части СССР часто ощущается недостаток влаги осенью в период посева и вегетации озимых. В отдельные годы в пахотном слое в это время содержится до 20 мм воды. После непаровых предшественников почва часто совсем не содержит доступной для растений влаги.

На чистых парах в метровом слое почвы обычно содержится на 60—80 мм влаги больше, чем после непаровых предшественников, что позволяет получить по парам дополнительно 7—10 ц зерна с гектара.

По семилетним наблюдениям на Эрастовской опытной станции Днепропетровской области, запасы влаги в слое почвы 50—150 см во время посева озимой пшеницы по черному пару составили 90 мм, по занятым парам — от 62 до 72 мм и после непаровых предшественников — от 23 до 57 мм.

По данным Камышинской опытной станции, в степных районах Поволжья запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы ко времени сева озимых на черном пару составили 81 мм, а после яровой пшеницы лишь 6 мм. На Волгоградской опытной станции в засушливом 1957 г. запасы доступной влаги в таком же слое почвы ко времени сева озимых составили по отношению к весеннему количеству в черном пару 84%, после кукурузы — 44 и после яровой пшеницы — 25%.

В сильнозасушливые годы количество продуктивной влаги в почве уменьшается до нуля. Пересохшая почва не поддается обработке, а посевы озимых становятся невозможными.

Чистый пар, особенно в сочетании с химическими средствами, служит действенным средством уничтожения таких трудноискоренимых сорняков, как овсюг, осот, вьюнок полевой, горчак розовый и др.

Засоренность посевов озимой и яровой пшеницы по чистым парам снижается во много раз по сравнению с другими предшественниками.

Все это создает более благоприятные условия для роста и развития озимой и яровой пшеницы при посеве по чистому пару в сравнении с непаровыми предшественниками и с занятыми парами. На Эрастовской опытной станции Днепропетровской области за 7 лет нормальные и своевременные всходы озимой пшеницы, посеянной после непаровых предшественников, получены только в течение трех лет при посеве по пару, занятому рожью на зеленый корм, — в течение пяти лет, а по чистому пару — ежегодно.

На сортоучастках восточных районов Ростовской области и засушливой части Ставропольского края урожай озимой пшеницы после чистого пара в 2 раза и более превышал урожай этой культуры при посеве после кукурузы или колосовых. В опытах Зерноградской госселекционной станции урожай озимой пшеницы Безостая 1 в среднем за 6 лет составил 46,6 ц, а после непаровых предшественников — 23,5 ц с гектара.

В поволжских степных районах урожай озимых культур в годы с сухой осенью при посеве по чистым парам бывают в 2 раза выше урожая при посеве этой культуры после поздних предшественников.

В многолетних опытах Краснокутской опытной станции средний урожай озимой ржи по черному пару составил 13,6 ц, а после яровой пшеницы — 6,3 ц. Сбор зерна ржи и яровой пшеницы в паро-зерновом севообороте (чистый пар — озимая рожь — яровая пшеница) был на 3,4 ц с гектара выше, чем в звене без пара (яровая пшеница — озимая рожь — яровая пшеница).

В сухостепных и полупустынных районах чистые пары вполне рентабельны и для посева яровой пшеницы. Средний за 14 лет урожай яровой пшеницы по чистому пару на Ершовском опорном пункте Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации составил 16,4 ц, а по зерновым — 11,2 ц.

Наряду с чистыми парами озимую и яровую пшеницу в степной зоне размещают по занятым парам и непаровым предшественникам. Лучшими в озимопшеничных севооборотах степной зоны являются пары, занятые озимыми или кукурузой с использованием их на зеленый корм, а в яровошеничной зоне — смеси однолетних трав. По определениям научно-исследовательских учреждений УССР, запасы влаги в почве перед посевом и во время вегетации озимой пшеницы, посеянной по ранним занятым парам, были немного ниже, чем в звене с чистым паром, но значительно выше, чем по парам, засеянным поздно убираемыми культурами или после непаровых предшественников. Так, в опытах Украинского научно-исследовательского института растениеводства, селекции и генетики в среднем за 5 лет в слое почвы глубиной 160 см при посеве озимой пшеницы после кукурузы на зеленый корм содержалось 143 мм полезной влаги, а при посеве после кукурузы на зерно — 107 мм и по чистому пару — 187 мм.

Урожай озимой и яровой пшеницы по парам, занятым рано убираемыми культурами, ниже, чем по чистому пару, но общая продуктивность звена севооборота с занятыми парами выше. Так, на Эрстовской опытной станции Днепропетровской области в среднем за 5—7 лет урожай зерна двух последовательно идущих после чистого пара посевов озимой пшеницы был на 7,3—7,4 ц с гектара больше, чем в звеньях с занятыми парами, но общая продуктивность последних была на 17—20% выше, чем в звене с чистым паром.

Опытами Синельниковской селекционно-опытной станции доказано, что ценность кукурузы как предшественника озимой пшеницы снижается по мере приближения сроков уборки к посеву пшеницы.

Так, при посеве пшеницы после кукурузы, убранной в фазе выбрасывания метелки, в среднем за 8 лет получено по 28,2 ц зерна с гектара, или на 1,3 ц меньше, чем при посеве по чистому пару, тогда как пшеница, посеянная после кукурузы, убранной в полной спелости, дала лишь 17,1 ц с гектара, или на 12,4 ц ниже по сравнению с урожаем ее по чистому пару.

В Поволжье по опытам Безенчукской станции средний урожай озимой ржи за 12 лет по чистому пару равнялся 17,1 ц, а по кукурузному (при ранней уборке ее) — 14,9 ц с гектара.

Наряду с посевом пшеницы по чистым и занятым парам в степной зоне широко практикуются посевы по непаровым предшественникам. По чистым и лучшим занятым парам озимую пшеницу на Украине и Северном Кавказе высевают 2 года подряд. В качестве предшественников используют также кукурузу на силос при уборке ее в молочно-восковой спелости и подсолнечник. На Одесской опытной станции озимая пшеница в среднем за 3 года дала после кукурузы, убранной в восковой спелости, 26,3 ц и после подсолнечника 23,1 ц, а при повторном посеве после чистого пара 18,8 ц с гектара. В опытах Эрастовской и Розовской станций (Днепропетровская область) урожай озимой пшеницы при повторном посеве ее после чистого пара снизился на 9—10 ц с гектара, или на 27—33% по сравнению с посевом ее по пару. Такое же снижение урожая дают и посевы после других непаровых предшественников. Несмотря на это, в паропропашных севооборотах степной зоны Украины и Северного Кавказа посевы озимой пшеницы после непаровых предшественников, особенно после пропашных, экономически выгодны и широко применяются.

В качестве предшественников яровой пшеницы на юго-востоке европейской части степной зоны используют кукурузу и другие пропашные культуры, зернобобовые, однолетние и многолетние травы, озимую пшеницу и рожь. По данным Челябинской опытной станции (1961—1962 гг.), урожай яровой пшеницы по чистому пару составил 24,1 ц, а после кукурузы 23,1 ц с гектара. Второй посев пшеницы (1962—1963 гг.) дал соответственно 13,6 и 11,2 ц с гектара. Однако повторные посевы яровой пшеницы оправдываются только по чистым парам и после удобренных пропашных на чистых от сорняков полях.

Многолетние травы в степной зоне из-за недостатка влаги в почве дают менее высокие урожаи сена по сравнению с увлажненными районами. Но яровая пшеница по пласту трав при своевременной и правильной обработке дает достаточно высокие урожаи, не ниже, чем после пропашных культур. В годы, когда выпадает много осадков в период от распапки травяного поля до посева озимой или яровой пшеницы, урожай ее не уступает урожаю по чистым парам.

Иссушение подпахотного горизонта почвы под многолетними травами нескоро удастся устранить. Сахарная свекла, берущая влагу из глубоких слоев почвы при посеве после озимой пшеницы, испытывает в звене севооборота с травами двухлетнего пользования недо-

статок влаги и снижает урожай по сравнению с тем же предшественником в паровом звене.

В связи с резкими колебаниями увлажнения в перипод посева многолетних трав в полевых севооборотах степной зоны их возделывают в выводных полях, используя люцерну несколько лет, пока она дает достаточно высокие урожаи.

В паро-пропашных севооборотах важное значение имеет пропашное звено севооборота. Как было показано выше, пропашные культуры являются хорошими предшественниками озимых и яровой пшеницы.

Различные сочетания паровых и пропашных звеньев лежат в основе построения схем паро-пропашных полевых севооборотов, которые преобладают в степной части Украины, Северного Кавказа и Нижнего Поволжья.

Приводим некоторые схемы севооборотов, применяемых в УССР и на Северном Кавказе: I. 1) пар чистый, 2) озимая пшеница, 3) кукуруза на силос, 4) озимые, 5) подсолнечник, 6) бобово-злаковая смесь однолетних трав, 7) озимые, 8) кукуруза на зерно и силос, 9) яровые зерновые. II. 1) пар чистый, 2) озимые, 3) озимые, 4) кукуруза на зерно, 5) яровые зерновые, 6) кукуруза на зеленый корм и силос, 7) озимые, 8) подсолнечник, 9) озимые и яровые зерновые, 10) люцерна (выводное поле).

В северной степи Украины и западной части степной подзоны Северного Кавказа могут применяться плодосменные и пропашные севообороты, например: 1) кукуруза на силос, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, 4) яровые колосовые, 5) эспарцет, 6) озимая пшеница, 7) кукуруза на зерно, 8) кукуруза на силос, подсолнечник, 9) озимые.

В степных районах Поволжья паро-пропашные севообороты имеют более короткую ротацию. Из зерновых преобладают яровая пшеница, пропашные культуры занимают обычно одно поле, например: 1) чистый пар, 2) озимые, 3) пропашные, 4) яровые зерновые, 5) яровые зерновые, или: 1) чистый пар, 2) озимые, 3) яровые зерновые, 4) пропашные и однолетние травы, 5) просо, яровые зерновые, 6) яровые зерновые. Обе схемы могут дополняться выводным полем многолетних трав.

В годы с засушливой осенью озимые культуры полностью или частично заменяют яровой пшеницей, а при достаточном увлажнении, наоборот, увеличивают посевы озимых, высевая ее после подходящих непаровых предшественников. В зоне сухих степей применяют паро-зерновые трех-четырепольные севообороты с удельным весом чистых паров до 25—30%. На легких почвах, подверженных ветровой эрозии, вводятся травопольные почвозащитные севообороты с чередующимися полосами многолетних трав и однолетних культур.

В кормовых прифермских севооборотах размещают кукурузу и сорго, многолетние и однолетние травы, озимые и яровые зерновые. Так, в ряде колхозов и совхозов Луганской области применяют пяти-семипольные севообороты с 1—2 полями кукурузы на зеленый

корм и силос, 1—2 полями озимых на зерно и зеленый корм, одним полем корнеплодов или бахчевых и 1—2 полями однолетних и многолетних трав. Многолетние травы возделывают преимущественно в выводных полях.

Обработка почвы и удобрения. В решении главной задачи степного земледелия — накопления и сохранения влаги в почве — ведущая роль принадлежит системе обработки почвы. Не меньшее значение она имеет и как средство предохранения почвы от эрозии и борьбы с сорняками. Эти три задачи и определяют особенности обработки почвы в степных районах.

Общими отличиями системы обработки почвы в степной зоне являются ограниченное применение приемов с оборачиванием почвы, разноглубинная основная обработка.

Глубокие обработки почвы отвальными орудиями на 27—35 см в степной подзоне Украины, Северного Кавказа и Поволжья уничтожают плужную подошву, улучшают водопроницаемость почвы, позволяют лучше освободиться от многолетних сорняков. В районах, где за осенне-зимний период выпадает не менее одной трети годового количества осадков, такая обработка улучшает водный режим почвы. По наблюдениям, проведенным в Куйбышевской и Саратовской областях, при вспашке на 35 см, влага глубже проникает в почву, а запасы весенней влаги в метровом слое увеличиваются на 30—40 мм. Периодичность глубоких обработок зависит от механического состава и агрофизических свойств почвы, а также от высеваемых культур. На черноземах глубокие обработки достаточно проводить через 4—5 лет, а на каштановых почвах чаще, так как здесь влияние углубления затухает уже на третьей культуре.

Глубокую обработку следует применять прежде всего на чистых парах и под пропашные культуры. Такая обработка поля под озимые культуры после непаровых предшественников, особенно если осень сухая, увеличивает испарение воды диффузно-конвекционным путем и иссушает почву. Поэтому в таких случаях целесообразно применять поверхностные обработки почвы на 10—12 см без ее оборачивания. Здесь с успехом можно применить агрегатный способ обработки почвы и посева. В отдельных полях севооборота под яровые культуры производят вспашку на нормальную глубину. В южных районах европейской части СССР в системе зяблевой обработки полезно сразу же после уборки зерновых проводить лущение стерни. Это дает хорошие результаты также при обработке непаровых предшественников под озимые. Высокий эффект дает полупаровая обработка почвы под озимые и яровые культуры, высеваемые после озимых или зернобобовых.

В бесснежных районах с сильными зимними и весенними ветрами почва много теряет влаги зимой и ранней весной. Эти потери возрастают с увеличением гребнистости и глыбистости зяблевой вспашки. Поэтому в таких районах на равнинных территориях после вспашки поверхность поля выравнивают бородами, культиваторами и кольчатыми катками. При такой обработке почвы на склонах увеличи-

вается сток воды весной и усиливается эрозия почвы. Лучшие результаты здесь дает гребнистая зябь с поделкой валиков поперек склона или безотвальная обработка почвы с прерывистым бороздованием или лункованием.

Весной зябь боронуют как можно раньше. Перед посевом ранних культур проводят одну культивацию и две — перед посевом поздних. Для сокращения сроков полезно использовать агрегатирование машин и орудий для одновременного выполнения всех операций на предпосевной обработке почвы и посеве.

На чистых парах в засушливых районах применяют послыйную обработку культиваторами с постепенным уменьшением глубины с 12—14 до 6—8 см. Перепашка вызывает большие потери воды и поэтому в системе паровой обработки применяется, когда выпадает много осадков.

В степной зоне научно обоснованная система удобрения сельскохозяйственных культур в севообороте позволяет значительно увеличить урожай.

В связи с климатическими и почвенными условиями зоны система удобрений имеет следующие особенности.

1. Навоз и другие органические удобрения применяют относительно небольшими дозами (не более 20 т на гектар) в паровом поле и под пропашные культуры с глубокой заделкой во влажный слой почвы.

2. Растворимые формы фосфорных удобрений используют для основного и рядкового внесения.

3. Небольшие дозы азотных удобрений вносят на бедных азотом почвах при достаточном увлажнении почвы.

Исследованиями опытных учреждений степной зоны европейской части СССР установлено, что внесение хорошо разложившегося навоза при основной обработке почвы дает прибавку урожая зерновых до 5—6 ц на гектар.

Экономическая эффективность навоза увеличивается при совместном применении его с суперфосфатом. В опытах Института сельского хозяйства Юго-Востока при совместном внесении навоза с суперфосфатом в среднем за 4 года прибавка урожая озимой пшеницы составила 6,2 ц, или 37%, и ржи 4,4 ц на гектар, или 23%.

Во всей зоне высокий эффект дает применение суперфосфата. Опыты, проведенные в степной части Поволжья, показали, что внесение гранулированного суперфосфата в рядки при посеве в дозе 10—20 кг действующего вещества повышает урожай озимой пшеницы на 4,5—7 ц, а яровой пшеницы — на 2—3 ц с гектара.

Агролесомелiorативные мероприятия составляют важную часть системы земледелия в степной зоне. Они служат надежным средством накопления влаги в почве, уменьшения ее потерь и предупреждения водной и ветровой эрозии почвы. К таким мероприятиям относятся полезаститные лесные насаждения, устройство водоемов и регулирование стока, задержание снега и талых вод, использование вод местного стока для орошения, улучшение засоленных почв.

Полезаститные лесные полосы уменьшают скорость ветра в меж-полосном пространстве, повышают влажность приземного слоя воздуха, уменьшают амплитуду колебаний температуры и задерживают на полях снег. Под защитой лесных полос создаются благоприятные условия для перезимовки озимых культур.

Под влиянием лесных полос урожай сельскохозяйственных культур значительно повышается и становится более устойчивым*.

Система лесных насаждений включает также водорегулирующие и почвозащитные полосы на склонах и по краям оврагов, водоохранные — по берегам водоемов, полосы для защиты населенных пунктов ферм, дорог от заносов снегом и песком.

Лесные полосы без дополнительных приемов не могут полностью задерживать снег на полях и равномерно его распределять по всей площади. Поэтому в степной зоне применяют специальные приемы задерживания снега и талых вод. По многолетним наблюдениям Научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока, снегозадержание увеличивало урожай зерновых культур в среднем на 4,5 ц, или на 28,7%, подсолнечника — на 5,9 ц с гектара, или на 48%, и люцерны в 2 раза.

В этой зоне во время вспашки на зябь при помощи специальных приспособлений к плугу устраивают валики, ячейки, прерывистые борозды, глубокие щели для задерживания стекающей по поверхности почвы талой воды. Для этого устраивают также валы из снега или применяют зачернение снега полосами.

Задержание снега и талых вод одновременно с накоплением влаги служит важным средством борьбы с эрозией почвы. Снежный покров предохраняет почву от сдувания зимними ветрами, а повышенная влажность почвы после таяния снега препятствует развеванию почвы весной. Одновременно с прекращением поверхностного стока талых вод прекращается смыв почвы, образование промоин и оврагов.

Одним из средств регулирования стока и борьбы с водной эрозией почвы служит устройство искусственных водоемов в балках и других местах водосбора. Они оказывают большое влияние на водный режим прилегающих территорий, задерживают значительную часть талых и ливневых вод, чем способствуют уменьшению эрозии почвы.

Опыт хозяйств Таловского района Воронежской области показал, что пруды, созданные в балках, задерживают от 16 до 35% всего стока воды.

Собранную в прудах воду можно использовать для орошения отдельных участков и получения гарантированных урожаев наиболее ценных и влаголюбивых культур. Водоемы используются также для водоснабжения хозяйства, разведения рыбы и водоплавающей птицы.

Одним из способов использования вод местного стока является устройство лиманов для весенней влагозарядки почвы. По подсчетам специалистов, в степной зоне имеется возможность довести площадь лиманного орошения до 6—7 млн. га. Наибольшие перспективы его

* Устройство лесных полос см. в курсе «Агроресомелиорация».

развития имеются в Поволжье и в некоторых степных районах Украины и Северного Кавказа (рис. 95).

На площади лиманов возделывают яровую пшеницу, просо, кукурузу, ячмень, картофель, бахчевые, подсолнечник, однолетние и многолетние травы и другие культуры, которые хорошо используют запасы влаги весной и образуют корневую систему, способную использовать запасы влаги глубоких слоев почвы в более поздний период вегетации. Хорошие результаты дает лиманное орошение сухих лугов. Часть лиманов целесообразно использовать под кормовыми или зерно-кормовыми севооборотами с продолжительным периодом использования трав. В травосмеси включают травы, хорошо выносящие затопление.

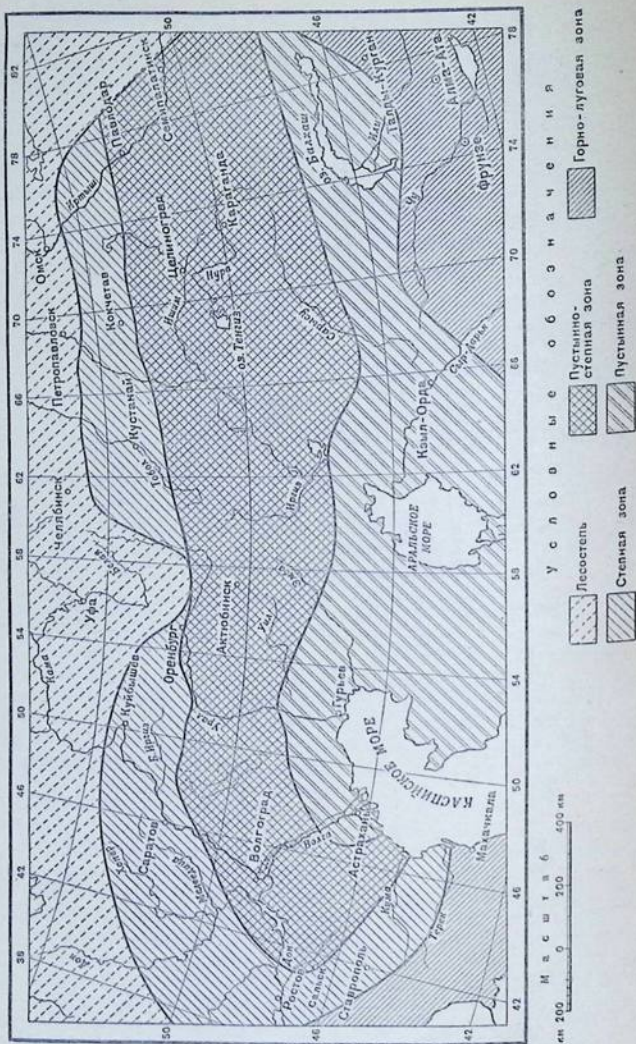
Улучшение солонцовых почв входит в комплекс агромелиоративных мероприятий в степной зоне. В черноземной части степи значительная часть почв имеет содово-сульфатное засоление. В зоне сухой степи и полупустыне распространены хлоридно-сульфатные солонцовые почвы. Для повышения плодородия этих почв вносят гипс по 3—4 т на гектар, а также засевают эти земли кормовыми травами — донником, житняком, пыреем бескорневищным и др., применяя приемы дополнительного увлажнения почвы (чистые пары, посевы кулис, снегозадержание и др.).

При освоении солонцов содово-сульфатного засоления вносят по 6—10 т гипса на гектар, а также применяют весь комплекс агротехнических мероприятий, особенно дополнительное увлажнение почвы и подбор наиболее солеустойчивых культур. Хлоридно-сульфатные солонцы, имеющие на доступной для обработки глубине известь или гипс, можно осваивать при помощи глубокой вспашки, извлекая на поверхность богатый кальцием слой почвы. В настоящее время рекомендовано несколько способов такой обработки: плантажная и ярусная вспашки, вспашка с почвоуглублением, глубокое рыхление. В Поволжье и на Северном Кавказе на каштановых почвах перспективным приемом оказалась обработка средне- и глубокостолбчатых солонцов ярусным плугом ПТ-2-30 или ПТ-40.

Мелиоративная обработка почвы, как и химические средства, должна дополняться комплексом агротехнических мероприятий по улучшению свойств почвы и повышению ее плодородия.

Опыт передовых хозяйств, освоивших правильную систему земледелия, показывает, что в степной зоне можно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур и развивать другие отрасли сельского хозяйства. В степной части Украины известен высокой культурой земледелия колхоз имени Буденного Одесской области. Здесь давно освоили правильные севообороты, применяют научно обоснованную систему обработки почвы и противоэрозионные мероприятия, вносят органические и минеральные удобрения, поля засевают лучшими сортами сельскохозяйственных культур. За последние годы производство зерна в колхозе увеличилось в полтора раза.

Примером интенсивного земледелия в засушливых условиях Сальских степей (Ростовская область) может служить совхоз «Гигант».



М а с ш т а б
 км 200 0 200 400 км

У с л о в и я о б о з н а ч е н и я

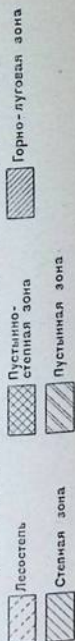


Рис. 95. Зона применения орошения.

В результате применения научно обоснованной системы земледелия в хозяйстве неуклонно повышаются урожаи основной культуры — озимой пшеницы.

В совхозе введены правильные севообороты, применяют систему мероприятий по накоплению и сбережению влаги и борьбе с эрозией почвы, включая облесение полей, снегозадержание, специальные приемы обработки почвы и др. С каждым годом расширяется применение удобрений и химических средств защиты урожая от сорняков, болезней и вредителей. Все поля засевают семенами лучших сортов.

Больших успехов в развитии земледелия достиг совхоз имени Киквидзе, расположенный в черноземной засушливой степи Волгоградской области. Здесь введены полевые паров-пропашные и кормовые севообороты. На всех полях проводят глубокую зяблевую вспашку с послеуборочным лущением стерни и периодическим углублением до 27—30 см. Ежегодно увеличивают применение минеральных и органических удобрений. Одно из отделений специализировано на выращивании высококачественных сортовых семян, которыми засевают поля совхоза. На почвах склонов и приовражных землях проводят противоэрозионные мероприятия, под лесными полосами занято 199 га, применяют специальные приемы обработки почвы. Средние урожаи зерновых в 1952—1956 гг. были 8,7 ц, а за пятилетие с 1961 по 1965 г. повысились до 18,3 ц с гектара.

СТЕПНАЯ ЧАСТЬ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА И СИБИРИ

Степная зона Казахстана охватывает большую часть территории Северного Казахстана, а также северные районы Карагандинской области, северную и центральную часть Семипалатинской области. Климат этой зоны резко континентальный. Средняя температура января, по многолетним наблюдениям Целиноградской и Атбасарской метеорологических станций, составляет $-18-19^{\circ}$, а минимальная $-49-50^{\circ}$. Средняя температура самого теплого месяца — июля — около 25° , максимальная достигает 42° . Сумма эффективных температур в Целинограде составляет 2321° . Безморозный период в среднем продолжается 110—115 дней, с колебаниями от 86 до 156 дней. Раннее наступление осенних заморозков нередко создает опасность для позднеспелых культур и сортов. На юге этой зоны выпадает в среднем за год 200 мм осадков, а на севере — 350 мм. Наименьшее количество осадков за последние 50 лет в Целинограде равнялось 114 мм и наибольшее — 460 мм. В летние месяцы (июнь — август) выпадает 40% годового количества, весной — 20, осенью — 22 и зимой — 18%. Больше всего осадков бывает в июле, когда выпадает 15,6% годового их количества.

Анализ урожайности зерновых культур показал сильную зависимость ее не только от годового количества осадков, но особенно от их распределения по периодам года. Наибольшее влияние на урожай яровой пшеницы оказывают осадки в июне (табл. 61).

Прибавка урожая яровой пшеницы (ц с 1 га) на каждые 10 мм осадков

Места наблюдения	Годы наблюдений	Время выпадения осадков			
		май	июнь	июль	август
Атбасарский сортоучасток Совхоз имени КазЦНК (Целиноградская область)	1938—1957	0,2	2,7	2,2	1,1
	1933—1960	0,0	0,74	0,53	0,26

Здесь нередки атмосферные засухи, когда при значительном запасе доступной растениям влаги в корнеобитаемом слое почвы растения завядают.

На большей части территории степной зоны Казахстана засухи бывают каждые четыре года из десяти. Иногда они повторяются 2—3 года подряд. По времени они бывают весенними, летними и осенними. Но нередко засуха захватывает два и три периода. Особенно опасна ранневесенняя засуха.

В этой зоне наряду с засухами нередки годы с холодным и дождливым летом. За последние два десятилетия было пять таких лет. В такие годы развитие растений замедляется и до созревания они попадают под действие осенних заморозков.

Характерным признаком степного климата Казахстана являются частые ветры. По многолетним наблюдениям Атбасарской метеостанции, среднее количество дней без ветра в году составляет 53. В конце зимы и начале весны увеличивается скорость ветра, достигая часто 20 м и более в секунду. Зимой ветры сносят с полей снег. Не прикрытая снегом почва промерзает на большую глубину и плохо впитывает влагу весной.

В предпосевной и послепосевной периоды, когда почва с поверхности высохнет, но еще не имеет сплошного растительного покрова, ветры легко поднимают мелкие частицы почвы, вызывая пыльные бури. Ветровая эрозия наносит большой вред сельскому хозяйству степной и лесостепной части Казахстана, особенно на легких и на карбонатных почвах.

Почвенный покров степной земледельческой зоны Казахстана составляют преимущественно обыкновенные и выщелоченные среднегумусовые черноземы, а в южной части — малогумусовые южные черноземы. В сухой части распространены темно-каштановые карбонатные почвы. При отсутствии солонцеватости они обладают достаточно хорошими свойствами и высоким потенциальным плодородием. В Кустанайской, Целиноградской и Павлодарской областях значительные площади занимают легкие суглинки и супеси, на которых требуется особая агротехника, предохраняющая их от ветровой эрозии.

Своеобразие почвенных и особенно климатических условий казахстанской степи обуславливает специфичность системы земледелия.

Степная часть Зауралья и Сибири включает южные районы Башкирской АССР и Омской области, восточную часть Новосибирской области, значительную часть Алтайского края и Минусинскую долину Восточной Сибири.

В степной части Западной Сибири выпадает в среднем за год 240—300 мм осадков, из них до 40—50 % приходится на летние месяцы. Лето жаркое, средняя температура июля 20—22°, а максимальная достигает 40°. Безморозный период 110—120 дней, а в отдельные годы на 15—20 дней меньше. Средняя температура января — 18—20°, а минимальная в отдельные годы снижается до —40—45°. Весна и первая половина лета часто засушливы. Осадки выпадают преимущественно в июле и августе.

В степной части Северного Казахстана и Сибири запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, по средним многолетним данным, составляют к моменту посева яровой пшеницы около 50 мм, а в отдельные годы снижаются до нуля.

В степной части Сибири преобладают южные, обыкновенные и слабо выщелоченные черноземы с содержанием гумуса 5—7 %. Встречаются солонцы и солонцеватые почвы, особенно в Кулундинской степи. Подавляющая часть почв обладает высоким потенциальным плодородием и может обеспечивать при наличии влаги высокие урожаи зерновых культур.

Так же как и в Северном Казахстане, земледелие страдает здесь от ветровой эрозии.

Основной растениеводческой отраслью степной части Северного Казахстана и Сибири является производство зерна, дополнительными — возделывание масличных культур (подсолнечник, лен масличный, рыжик), картофеля и овощных культур.

Животноводство специализируется на производстве мяса и молока. Во многих хозяйствах производство зерна сочетается с развитым свиноводством и птицеводством. В районах, обеспеченных сенокосными и пастбищными угодьями, развивается овцеводство.

В структуре посевных площадей зерновые занимают 60—70 % и более площади пашни. В отличие от степных районов европейской части здесь значительно меньшая доля пашни занята пропашными культурами, среди зерновых преобладает яровая пшеница.

Севообороты. В соответствии со специализацией, природными условиями и более высокой обеспеченностью землей в степных районах Северного Казахстана и Сибири преобладают системы земледелия, свойственные зерновому хозяйству, — паро-пропашная и парозерновая.

Обязательным звеном полевых севооборотов является поле чистого пара, которое используется в основном под яровую пшеницу. Чистые пары дают возможность обеспечить минимальные потребности яровой пшеницы во влаге даже в наиболее засушливые годы. По наблюдениям научно-исследовательских учреждений этой зоны, на чистых парах к посеву яровой пшеницы запасы влаги в метровом слое почвы на 40—70 мм больше, чем после зерновых предшественников.

Огромная роль в этих районах принадлежит чистым парам в борьбе с сорняками и в мобилизации доступных для растений питательных веществ.

Благоприятные условия, созданные паровой обработкой почвы, обуславливают значительное повышение урожаев яровой пшеницы по чистым парам. Учет урожая по ряду совхозов за 1962—1963 гг. показал, что урожай пшеницы по чистым парам здесь был в 2 раза и более выше, чем после зерновых предшественников. Действие пара на последующие культуры проявляется в течение нескольких лет.

По данным Новосибирского филиала Всесоюзного научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства, в совхозах Кулундинской степи урожай зерновых и выход зерна на 100 га пашни повышался с увеличением площади паров, а себестоимость центнера зерна снижалась. Наибольший урожай (11 ц с гектара) и самый высокий выход зерна на 100 га пашни был в группе совхозов, имеющих 15% и более чистых паров.

В степной зоне на чистых от сорняков землях выявлено большое преимущество кулисных паров. По данным опытных учреждений и практики колхозов и совхозов, на кулисном пару накапливается в 2—3 раза больше снега по сравнению с обычным бескулисным паром. Урожай яровой пшеницы повышается на 60% и более (табл. 62).

Таблица 62

Урожай яровой пшеницы (ц с 1 га) по чистому и кулисному пару

Место проведения опыта	Продолжительность опыта (лет)	По чистому пару (ц с 1 га)	По кулисному пару	
			ц с 1 га	% урожая по чистому пару
Кустанайская опытная станция	11	7,1	12,0	169
Сортоучастки Казахстана, Зауралья и Западной Сибири	7	16,8	26,7	159
Славгородская опытная станция	6	9,8	16,3	166

В качестве кулисных растений высевают подсолнечник и горчицу. Подсолнечник сеют около 20 июня двухрядковыми лентами с расстоянием между ними 16—20 м, а горчицу — 5—15 июня преимущественно однорядковыми кулисами через 8—9 м.

Влияние пара проявляется и на урожае повторного посева яровой пшеницы.

По данным опытных учреждений и практики колхозов и совхозов, урожай второго посева яровой пшеницы после чистого пара составляет от 82 до 90% урожая первого посева, что позволяет рекомендовать посевы пшеницы по парам 2 года подряд.

Исследования последних лет показали, что лучшим из непаровых предшественников яровой пшеницы является кукуруза. В отдельных опытах урожай пшеницы после этого предшественника мало снижается или остается на том же уровне, как и по чистому пару. По-

севы пшеницы после бобово-злаковых однолетних мешанок д. урожай на 25—35% ниже по сравнению с чистым паром (табл. 63).

Таблица 63

Урожай яровой пшеницы после разных предшественников

Место проведения опыта	Предшественники		
	чистый пар	кукуруза	бобово-злаковые смеси
Карабалыкская опытная станция	13,7	10,1	10,5
СибНИИСХоз	16,3	17,7	—
Алтайский институт сельского хозяйства	20,2	19,7	—
Читинская опытная станция	16,5	—	11,5
Красноярский институт сельского хозяйства	30,0	24,4	20,1

Многолетние травы могут служить хорошим предшественником для яровой пшеницы только при раннем подъеме пласта и в годы с достаточным количеством осадков. По девятилетним наблюдениям Атбасарского сортоучастка Целиноградской области за два года (1953—1954), урожай яровой пшеницы по пласту многолетних трав был примерно равен урожаю по чистому пару. В эти годы за период от распашки трав до посева пшеницы выпало 244 и 292 мм осадков. В среднем за 9 лет по пласту трав получено 8,2 ц, а по чистому пару 11,6 ц зерна с гектара. Еще большая разница получена на других сортоучастках этой зоны.

Таким образом, в основу построения полевых севооборотов в степной зоне Северного Казахстана и Сибири должны быть положены следующие общие принципы:

- а) включение в севообороты поля чистого пара;
- б) посев яровой пшеницы после хороших предшественников (чистый пар, многолетние травы) не более двух лет подряд, а после пропашных, бобовых и однолетних трав — один год;
- в) при наличии в структуре посевных площадей зернофуражных культур их можно размещать после яровой пшеницы — третьей культурой после пара или второй после непаровых предшественников;
- г) возделывание многолетних трав в выводных полях с использованием их в течение 4—6 лет и посевом в более благоприятные по увлажнению годы;
- д) размещение кормовых культур преимущественно в полевых севооборотах, где они будут служить хорошими предшественниками для зерновых.

Научно-исследовательскими учреждениями Северного Казахстана и Сибири рекомендуются трехпольные и четырехпольные паро-зерновые севообороты с одним полем чистого пара и 2—3 полями зерновых, пяти-семипольные паро-пропашные севообороты с одним полем

чистого пара, одним сборным полем — пропашных, однолетних трав и зернобобовых и 3—5 полями яровых зерновых. В любом из этих севооборотов при необходимости может быть одно или два выводящих поля многолетних трав. Наряду с полевыми в отдельных хозяйствах целесообразно вводить прифермские плодосменные или зерно-пропашные севообороты. На менее плодородных почвах и солонцах, особенно в свиноводческих хозяйствах, можно вводить кормовые травосолоновые севообороты с длительным периодом использования многолетних трав на сено, семена и для организации переменных искусственных пастбищ. Подобные севообороты с полосным размещением многолетних трав и однолетних культур организуются на почвах, подверженных ветровой эрозии.

Особенности обработки почвы и удобрение. В степной зоне Казахстана и Сибири, где почти не возделывают озимые культуры, очень важно, чтобы обработка почвы способствовала созданию наибольшего запаса влаги весной. Опыт показал, что основная зяблевая обработка почвы отвальными плугами не решает эту задачу. Снег с открытой поверхности пашни легко сдувается зимними ветрами. Не защищенная снегом почва глубже промерзает и позднее оттаивает весной. На невспаханном поле снег задерживается стерней. Образовавшийся слой снега в 10—15 см позволяет уже в начале зимы проводить снегозадержание снегопахами. По пятилетним наблюдениям Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства, в Целиноградской области глубина снежного покрова к началу снеготаяния на вспаханном на зябь поле равнялась 25,8 см, а на необработанном поле — 40,7 см. Следовательно, необработанное поле запасает на 37 мм влаги больше, чем вспаханное на зябь. Оставшаяся на поверхности почвы стерня защищает почву от ветра и препятствует развитию ветровой эрозии.

Используя опыт зерновых районов Канады, Всесоюзный научно-исследовательский институт зернового хозяйства разработал систему обработки почвы, основанную на широком применении безотвальных орудий — культиваторов-плоскорезов.

При осенней обработке культиватором-плоскорезом большая часть стерни остается на поверхности почвы и задерживает почти столько же снега, как и необработанная стерня. Весной поле снова обрабатывают плоскорезами и семена высевают специальными сеялками. Сохранившаяся часть стерни уменьшает выдувание почвы весенними ветрами и уменьшает потери влаги от испарения с поверхности почвы.

На почвах легкого механического состава, особенно в годы с невысоким урожаем и редкой стерней целесообразно основную обработку перенести на весну. Первую культивацию плоскорезами проводят на глубину 6—8 см, а после прорастания сорняков культивируют вторично несколько глубже.

Паровые поля начинают обрабатывать весной также культиваторами-плоскорезами на глубину 10—12 см. В течение лета проводят не менее трех рыхлений, увеличивая каждый раз глубину. В конце августа поле обрабатывают глубокорыхлителями на 25—27 см,

При влажной погоде полезно чередовать обработку ~~пахотных~~ с культивацией штанговым культиватором, который лучше вытаскивает на поверхность почвы сорняки. На паровых полях, засоренных корневищными сорняками, следует применять дискование и вспашку плугом. Если на паровых полях возникает опасность ветровой эрозии, полезно применять полосу систему, при которой на одной половине поля ведут паровую обработку, а вторую засевают; на следующий год первую половину засевают, а вторую отводят под пар.

В системе обработки почвы в паро-зерновом севообороте глубины рыхления меняют ежегодно. После яровой пшеницы, высеваемой по пару, чистые от сорняков поля достаточно осенью обрабатывать на глубину 10—12 см или даже оставить без обработки и весной провести посев специальной сеялкой-луцильником по стерне.

Под третью культуру необходима обработка с осени рыхлителями на глубину 20—22 см, а после уборки этой культуры можно снова ограничиться глубиной рыхления 10—14 см.

Периодически может возникать необходимость применения отвальных обработок. Вопрос о периодичности их применения и наилучшем сочетании с безотвальной рыхлительной обработкой предстоит изучить опытным учреждениям.

Изложенная система обработки почвы в паро-зерновом севообороте проверена в течение ряда лет в опытном хозяйстве Института зернового хозяйства и во многих колхозах и совхозах Северного Казахстана и степной части Сибири. В производственных посевах в среднем за 5 лет после безотвальной обработки получено 11,7 ц зерна яровой пшеницы с гектара, а после зяблевой вспашки — по 8,7 ц.

Однако безотвальную обработку можно применять после уничтожения многолетних сорняков обычной обработкой пара.

Целинные и залежные земли, а также поля из-под сеяных многолетних трав обрабатывают плугом с предпосевными. Он применяется и на старопахотных землях в паро-пропашных и плодосменных севооборотах при подготовке почвы под пропашные культуры и внесении органических удобрений.

В эрозийно безопасных районах Восточной Сибири применяют раннюю зяблевую вспашку без предварительного лущения. Основную обработку чистого пара с оборачиванием пахотного слоя проводят летом перед началом дождливого периода. Тогда глубоко разрыхленный слой почвы хорошо впитывает воду дождей и долго ее сохраняет. Весной до основной вспашки в паровом поле производят лущение.

На солонцах применяют глубокое рыхление без оборачивания почвы в сочетании со снегозадержанием, посевом донника или люцерны.

Система обработки почвы в каждом хозяйстве должна быть действительным средством борьбы с сорняками, особенно с многолетними и овсюгом. Глубокие рыхления сильно ослабляют осот, если они проводятся в период наибольшей биологической активности корневых отпрысков осота. Основную борьбу с корнеотпрысковыми и

корневищными сорняками ведут в паровом поле и во время ранней зяблевой обработки.

Для уничтожения овсянга, кроме того, используют предпосевную обработку для провокации прорастания семян и уничтожения всходов до посева яровых зерновых культур. С этой целью полезно включать в севообороты скороспелые сорта пшеницы и применять поздние посевы однолетних трав с ранней их уборкой.

За последние годы для уничтожения сорняков широко используются гербициды.

Почвы степных районов Северного Казахстана и Сибири обладают большим запасом питательных веществ. Рациональное использование их составляет первостепенную задачу системы земледелия.

Органические удобрения в этой зоне применяются в небольших количествах. При недостатке влаги большие дозы органических удобрений усиливают действие засухи, а в годы хорошего увлажнения вызывают полегание зерновых.

В то же время черноземы Сибири и Северного Казахстана содержат мало доступных для растений соединений фосфора. Этим объясняется высокая отзывчивость здесь сельскохозяйственных культур на фосфорные удобрения. По данным опытных учреждений Северного Казахстана и Сибири, внесение суперфосфата осенью под зяблевую обработку повышает урожай яровой пшеницы на 2—4 ц, а в отдельные годы — до 7 ц с гектара (табл. 64). Внесение в рядки 0,5 ц суперфосфата на гектар во время посева повышает урожай той же культуры на 1,7 ц с гектара.

Таблица 64

Действие суперфосфата на урожай яровой пшеницы

Место проведения опыта	Продолжительность опыта (лет)	Средняя прибавка от суперфосфата		Наибольшая прибавка	
		ц с 1 га	%	ц с 1 га	%
Воскобовский институт зернового хозяйства (Целиноградская область)	8	3,5	27,5	6,6	46,4
Карабалыкская опытная станция	12	2,4	24,6	6,8	51,1
Сибирский институт сельского хозяйства	12	3,1	19,7	—	—

Азотные удобрения оказывают положительное действие лишь в извешные годы и на почвах с небольшим количеством азота.

В передовых совхозах степной части Северного Казахстана и Сибири, внедряющих прогрессивные в местных условиях системы земледелия, урожай яровой пшеницы в среднем за 8 лет составил от 9,5 до 11,5 ц при среднем урожае по этой же зоне за те же годы 7,3 ц с гектара. За этот же период времени в опытных хозяйствах Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства средний урожай яровой пшеницы достиг 12,6 ц с гектара.

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

По природным условиям на Дальнем Востоке выделяются три зоны:

1) хвойно-широколиственнолесная, в которую входит Приморский край, южная часть Хабаровского края, северо-восточная часть Амурской области;

2) таежнолесная, включающая северные районы Хабаровского края, низовья Амура, северо-западную часть Амурской области, Сахалинскую область и южные районы Камчатской и Магаданской областей;

3) тундра — северная часть Магаданской и Камчатской областей.

Климатические условия Дальнего Востока очень своеобразны. Здесь муссонный климат, характеризующийся холодными ветрами с суши зимой и морскими прохладными ветрами летом. Вследствие этого зимние температуры здесь значительно ниже, чем на той же широте в европейской части СССР. Существенные различия в климатических условиях между хвойно-широколиственнолесной и таежнолесной зонами обуславливают различную степень развития земледелия.

Годовое количество осадков колеблется от 400 мм на севере Магаданской области до 800—900 мм в горных районах. В основных земледельческих районах выпадает 500—700 мм осадков в год, из них зимой около 10%. Снежный покров в хвойно-широколиственнолесной зоне обычно не превышает 20 см.

В Камчатской, Сахалинской областях зимой осадков выпадает больше, но талые воды не проникают в мерзлую почву. Весной и в первую половину лета часто бывают засухи, а вторая половина отличается обилием осадков, нередко в виде ливней. Такое распределение осадков обуславливает недостаток влаги в почве в первой половине лета и избыток — во второй. Поэтому задача агротехники состоит в том, чтобы сохранить влагу в почве в первой половине лета и устранить неблагоприятные последствия переувлажнения во второй его половине.

Основными типами почв на Дальнем Востоке являются дерново-подзолистые оглеенные и лугово-глебовые почвы тяжелого механического состава. В низменных равнинах распространены лугово-болотные и болотные почвы, а в таежнолесной зоне — торфяно-глебовые, а также лесные светло-бурые малогумусовые почвы.

В Зейско-Бурейской равнине имеются луговые черноземовидные почвы с мощностью гумусового горизонта 16—25 см и хорошей структурой. В долинах рек находятся плодородные аллювиальные почвы легкого механического состава, а на возвышениях каменистые и щебенчатые почвы.

Преобладающие почвенные разности содержат мало органического вещества, бедны фосфором, имеют кислую реакцию, тяжелый механический состав и слабо выраженную структуру. Это обуславливает

плохую водопроницаемость почвы, усиливающую отрицательное действие летних ливней.

Земледелие наиболее развито в Амурской области и Приморском крае, где находится 88% всей пахотной земли. Здесь сосредоточено основное производство зерновых культур, сои, риса. Пахотные угодья остальных областей Дальнего Востока используются главным образом под посевы кормовых культур, картофеля и овощей.

Естественные кормовые угодья составляют 55% всех сельскохозяйственных земель. Урожай естественных трав низкий. Отрицательное влияние на продуктивность земледелия и себестоимость продукции оказывает большое количество мелких земельных участков.

Природные и экономические условия ставят перед системой земледелия следующие главные задачи: 1) обогащение почвы органическим веществом и улучшение ее физических свойств; 2) регулирование водного режима двухсторонними способами, то есть мероприятиями по борьбе с весенними засухами и летним переувлажнением почвы; 3) создание более благоприятного теплового режима почвы; 4) предупреждение водной эрозии почвы в период ливневых дождей; 5) подбор наиболее приспособленных к условиям культур и сортов.

Севообороты. Большое количество пропашных культур в общей площади посевов позволяет широко использовать плодосмен как основу чередования культур. Однако основные типы почв мало соответствуют требованиям поздних пропашных культур, которые находят лучшие условия на легких, хорошо дренируемых почвах. Поэтому особенно важно в каждом хозяйстве разработать систему севооборотов, предусматривающую наиболее целесообразное использование разных по качеству пахотных земель. В этой системе должны найти применение овощные и прифермские севообороты, которые следует разместить на более легких водопроницаемых почвах. Тяжелые почвы, наиболее склонные к переувлажнению, можно использовать под зерновые культуры, сою, клевер и однолетние травы. Эти культуры, за исключением сои, успевают закончить вегетацию до наступления периода обильных дождей. Соя же легче переносит переувлажнение по сравнению с другими пропашными культурами.

Эффективность зерно-соевого севооборота доказана опытами Благовещенского сельскохозяйственного института Амурской области (А. Куклин), где пшеница и соя выращивались бессменно и в двухпольном севообороте: средний урожай пшеницы за первые четыре года бессменного возделывания составил 12,3 ц, а при чередовании с соей — 14,6 ц с гектара. Соя в среднем за те же годы дала в бессменных посевах 6,8 ц, а в двухпольном севообороте после пшеницы — 8,5 ц зерна с гектара. Ежегодный сбор зерна обеих культур в двухпольном севообороте был на 4 ц, или на 21%, выше, чем при бессменном возделывании каждой из них.

В районах возделывания сои эта культура занимает от 25 до 40% площади пашни. В соответствии с этим здесь применяются паропропашные или плодосменные севообороты, например: 1) пар чистый

и занятый, 2) пшеница, 3) соя, 4) пшеница и зернофуражные, 5) соя. В семинольном паро-пропашном севообороте соя может занять три поля, или 43% всей площади. Здесь в трех полях размещают зерновые и одно поле отводят под чистый или занятый пар. При меньшем посеве сои в структуре посевных площадей целесообразно вводить шестипольный паро-пропашной севооборот с двумя полями сои, тремя полями зерновых и одним полем чистого или занятого пара или четырехпольный: 1) пар чистый и занятый, 2) пшеница, 3) соя, 4) пшеница и другие яровые зерновые.

В плодосменные севообороты, кроме сои и зерновых, включают бобовые травы, преимущественно клевер, на один год пользования. Чередование культур может быть такое: 1) клевер, 2) соя, 3) пшеница, 4) соя, 5) зерновые с подсевом клевера. При более продолжительном использовании трав целесообразно возделывать их в выводном поле.

Приморская опытная станция рекомендует снимать один укос клевера, а вместо второго укоса использовать клевер на зеленое удобрение. По данным Губеровского опытного поля запашка клевера повышала урожай пшеницы в среднем за 3 года с 11,8 ц до 15 ц с гектара, или на 27,3%.

На легких почвах в зерно-соевые севообороты можно включать кукурузу, картофель, сахарную свеклу и другие пропашные культуры, например: 1) кукуруза, 2) пшеница, 3) соя, 4) яровые зерновые, 5) соя.

В рисосеющих хозяйствах вводят специальные рисовые севообороты. Их значение убедительно доказано опытами Дальневосточной рисовой станции (табл. 65), из которых видно, что возделывание риса в севообороте не понижает выход его на гектар пашни и повышает общий сбор зерна и дополнительной продукции.

Таблица 65

Продуктивность севооборотов с различной долей риса
(Дальневосточная рисовая станция, 1958—1964 гг.)

Севооборот	% риса к общей площади севооборота	Урожай риса (ц с 1 га)	Выход зерна с 1 га пашни (ц с 1 га)		Дополнительная продукция с 1 га пашни (ц корм. единиц)
			всего	в том числе риса	
Монокультура	100	26,6	26,6	26,6	11,1
Шестипольный	67	40,8	29,1	27,2	12,5
Семинольный с клевером	57	45,8	29,8	26,2	21,4

На основании выводов научных учреждений и практического опыта рекомендуются следующие севообороты для риса: I. 1) соя, 2—3) рис, 4) $\frac{1}{2}$ поля соя на зеленое удобрение, $\frac{1}{2}$ поля мелпоративная подготовка, 5—6) рис. II. 1) клевер на силос и зеленое удобрение, 2—3) рис, 4) $\frac{1}{2}$ поля соя на зеленое удобрение, $\frac{1}{2}$ поля — мелпоративная подготовка, 5—6) рис, 7) яровые зерновые с подсевом клевера.

В прифермские севообороты включают кукурузу и другие силосные культуры, картофель, кормовые корнеплоды, однолетние и многолетние травы, например: 1) кукуруза, 2) картофель, 3) корнеплоды, или: 1) клевер, 2) кукуруза, 3) картофель и корнеплоды, 4) силосные, 5) ячмень с подсевом клевера. Кукурузу можно высевать 2—3 года подряд или возделывать на отдельных участках более длительное время. Чередование культур в овощных севооборотах устанавливается на общих основаниях.

Обработка почвы и удобрение. В связи с тяжелым механическим составом и переувлажнением почв особое значение приобретает создание глубокого окультуренного пахотного слоя с хорошими физическими свойствами. При освоении целинных земель проводят вспашку на глубину дернового горизонта, при небольшой мощности которого рекомендуется припахивать 2—4 см подзолистого слоя. В опытах Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства урожай овса в среднем за 3 года при подъеме целины на глубину 14—16 см с припашкой 2—4 см подзола был на 17% выше, чем по вспашке без углубления. На легких почвах лучшие результаты дает более глубокая вспашка. Болотные почвы и торфяники при освоении рекомендуется пахать на глубину 30 см. На пониженных склонах разнотравно-злаковых лугов полезно проводить предпахотное дискование целины. Этот прием в опытах Дальневосточного института сельского хозяйства дал повышение урожая не только первой, но и второй культуры, высеваемой по обороту пласта.

Лучшие сроки вспашки целинных земель — май, июнь. Под яровые культуры на легких землях следует применять раннюю зяблевую вспашку без предварительного лущения, чтобы лучше накопить и сохранить влагу на первую половину лета и посеять яровые зерновые культуры, когда оттаят посевной слой почвы, не дожидаясь замерзания всего пахотного слоя. Особенно полезна глубокая зяблевая обработка под картофель и корнеплоды. Весной здесь необходима перепашка или глубокое рыхление. Очень эффективным способом в борьбе с избыточным увлажнением почвы является грядковая и гребневая культура картофеля и овощей. Для отвода избыточной воды междурядные борозды должны иметь уклон 0,005—0,007. Чтобы предотвратить размыв борозд в нижней части склона, надо устраивать через каждые 80—100 м водоотводящие ложбины. На склонах до 4° необходимо применять поперечную и контурную обработку, а при большей крутизне — буферные полосы шириной 8—12 м с расстояниями между полосами 80—150 м.

Научно-исследовательскими учреждениями Дальнего Востока доказана высокая эффективность применения органических удобрений. По данным Дальневосточной рисовой станции, разовое внесение 40 т навоза на гектар в ротации севооборота в среднем за четыре ротации повышало урожай риса с 25,8 до 35,3 ц с гектара, то есть на 37%. Внесение навоза в количестве 20 т на гектар дает прибавку урожая картофеля 40—50 ц на гектар. Еще сильнее действуют на урожай

минеральные удобрения. На Амурской опытной станции полное минеральное удобрение из расчета 60 кг действующего вещества каждого элемента на гектар повысило урожай сои с 23,9 до 34,9 ц с гектара. На Приморской станции прибавка урожая той же культуры составила 7,9 ц на гектар, а урожай пшеницы удвоился.

Внесение азота, фосфора и калия под картофель из расчета 45—60 кг действующего вещества на гектар увеличило урожай этой культуры на 36—38 ц с гектара. Опытными учреждениями и практикой доказано значительное действие зеленого удобрения. Однако возделывание сидеральных культур как основных снижает площадь посева других растений и не повышает общую продуктивность пашни. Поэтому на зеленое удобрение необходимо использовать промежуточные культуры или отаву клевера.

В связи с недостаточным увлажнением почвы весной и в первую половину лета и переувлажнением во второй половине особое значение приобретают ранние сроки посева яровых зерновых культур и подбор скороспелых сортов, поспевающих до наступления периода муссонных дождей. Возделывание таких сортов позволяет не только убрать урожай в благоприятных метеорологических условиях, но и подготовить почву под урожай будущего года.

Глава XXIX

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ

Природно-экономические условия основных районов орошаемого земледелия. Орошение является составной частью системы агротехнических мероприятий природных зон, где сельскохозяйственные культуры недостаточно обеспечены водой.

При разработке системы орошаемого земледелия необходимо учитывать климатические, почвенные и экономические условия. Этими условиями в основном определяется состав культур, севообороты, обработка почвы, удобрения и др.

Агротехнический комплекс системы земледелия на орошаемых землях включает:

- 1) освоение интенсивных севооборотов с экономически выгодными культурами, наиболее отзывчивыми на дополнительное увлажнение почвы;
- 2) применение систем и приемов обработки почвы, обеспечивающих рациональное использование поливных вод и атмосферных осадков;
- 3) освоение систем и приемов удобрения растений, создающих благоприятный пищевой режим почвы и повышающих коэффициент использования поливной воды всеми культурами севооборота;
- 4) применение систем и приемов ухода за растениями, положительно влияющих на изменение внешних условий жизни растений от посева до уборки урожая;

5) внедрение высокоэффективных мероприятий по защите посевов от сорных растений, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур;

6) борьба со вторичным засолением и возможным заболачиванием почвы;

7) размещение полезащитных лесных полос для повышения эффективности всей системы орошения.

На орошаемых землях возделываются различные сельскохозяйственные растения. Хлопчатник является ведущей культурой в республиках Средней Азии, Южном Казахстане и Закавказье.

Рис — наиболее перспективная культура из зерновых на орошаемых землях. В нашей стране рис долгое время возделывался только в Средней Азии и Закавказье. После Великой Октябрьской социалистической революции он получил распространение в более северных районах — на Дальнем Востоке, Северном Кавказе, в низовьях Волги и на юге Украины.

Сахарная свекла — культура технического и кормового значения. При орошении гарантируется получение высоких урожаев корней сахарной свеклы — 400—500 ц и более с гектара.

Кукуруза хорошо отзывается на поливы. Так, на землях Мало-Кабардинской опытной станции в течение 12 лет средний урожай зерна кукурузы при орошении составил более 70 ц, а в неорошаемых условиях — только 20,8 ц с гектара.

В настоящее время в Дагестанской АССР, Чечено-Ингушской АССР, Северо-Осетинской АССР и Кабардино-Балкарской АССР более 40% орошаемых земель отводится под посевы кукурузы.

Картофель возделывается на орошаемых землях Средней Азии, Закавказья, центральной черноземной полосы и в других районах. Наиболее высокие урожаи картофеля при орошении были достигнуты в Ставропольском крае на Моздокском опытно-мелиоративном участке — 547 ц и на Горячеводском опытно-мелиоративном пункте — 409,6 ц с гектара.

Расширение посевов подсолнечника на орошаемых землях имеет большое значение для увеличения валового урожая зерна этой культуры. В Институте сельского хозяйства Юго-Востока урожай подсолнечника без полива составил 8,1 ц, а с поливом — 22,7 ц с гектара. На Сунженской опытно-мелиоративной станции Чечено-Ингушской АССР в среднем за 3 года урожай семян подсолнечника при орошении достигал 26,3 ц, а без орошения — 6,7 ц с гектара.

Озимая пшеница при орошении лучше переносит неблагоприятные условия перезимовки в связи с более хорошим осенним ее развитием при влагообеспеченности. На Валуйской опытно-мелиоративной станции и на Ершовском участке Саратовской области урожай этой культуры при орошении достиг 47 и 53,7 ц с гектара.

Большое агротехническое, мелиоративное и хозяйственное значение имеет культура люцерны. Отличаясь высоким водопотреблением, люцерна хорошо отзывается на дополнительное увлажнение.

По данным Ак-Кавакской опытной станции, многолетние травы, где главным компонентом является люцерна, за четыре укоса дают урожай сена от 133 до 141 ц с гектара. В условиях Заволжья при 2—3 укосах урожай сена люцерны достигает более 80—100 ц с гектара.

При хорошем водоснабжении люцерна прекрасно отзывается на удобрение. Искусственный полив люцерны активизирует деятельность клубеньковых бактерий.

Особенности орошаемых севооборотов. Характерной чертой севооборотов на орошаемых землях является высокое насыщение их ведущей культурой. Это особенно типично для хлопковых севооборотов, в которых посевы хлопчатника достигают 70—75% всей площади пашни.

В орошаемых севооборотах лучшим предшественником под хлопчатник является люцерна, которая при высоком урожае и положительном ее влиянии на плодородие почвы экономически выгодна. После люцерны хлопчатник может повторно возделываться до пяти и более лет. При хорошей заправке удобрениями и высококачественной обработке полей длительное повторное возделывание хлопчатника не снижает его урожая.

Чтобы усилить влияние люцерны на почву, рекомендуется сеять ее в междурядья растущего хлопчатника. При таком способе возделывания ее продуктивность повышается уже в первый год пользования.

В последнее время в севообороты вводится кукуруза. На одном поле можно получить два урожая кукурузы в течение одного года или один урожай пшеницы или гороха и один кукурузы. Люцерну высевают в междурядья кукурузы второго посева, убираемой на силос, в период между вторым и третьим поливом. Урожай люцерны, высеянной в междурядья кукурузы, не уступает и даже превосходит урожай при посеве ее в междурядья растущего хлопчатника.

Хорошими предшественниками хлопчатника могут быть зерновые культуры, когда после них в том же году высевают бобовые для заправки на зеленое удобрение (маш, горох, соя, лобия) и зернобобовые с пожнивным посевом после них кукурузы.

В последние годы разрабатываются севообороты с более высоким удельным весом хлопчатника при одновременном увеличении производства зерна.

В Южно-Казахстанской области вводятся следующие севообороты с хлопчатником.

В северных районах на менее плодородных почвах: 1) горох + кукуруза с бобами (после уборки гороха), 2—5) хлопчатник, 6) люцерна, 7—9) хлопчатник; на более плодородных почвах: 1) горох + кукуруза с бобами, 2—4) хлопчатник, 5) горох + кукуруза с бобами, 6—8) хлопчатник.

В южных районах: 1) горох + кукуруза с бобами на силос, 2) ячмень с люцерной, 3) люцерна, 4—8) хлопчатник.

На землях Голодной степи с глубоким залеганием уровня грунтовых вод некоторые севообороты имеют такое чередование:

4—4) хлопчатник, 5) горох + кукуруза с бобами, 6—8) хлопчатник, 9) люцерна с ячменем, 10) люцерна.

В Узбекской ССР на окультуренных незасоленных землях рекомендуются десятипольные севообороты с различным чередованием культур. Так, в десятипольной ротации первое поле сначала занимают пшеницей или горохом, а затем в том же году кукурузой (для получения второго урожая); на втором поле сеют ячмень, к которому подсевают люцерну; на третьем поле находится люцерна второго года жизни; остальные поля занимают хлопчатником. Во втором десятипольном севообороте на первом и втором поле сеют те же культуры, во втором поле после пожнивной кукурузы возделывают горох для запашки на зеленое удобрение, остальные поля занимают хлопчатником.

На почвах сильно и средне засоленных в девяти- и десятипольных севооборотах рекомендуется люцерне отводить по два поля.

Рисовые севообороты по построению сходны с хлопковыми. Основная культура — рис чередуется в севообороте с люцерной и другими культурами. Однако рис в отличие от хлопчатника при повторных посевах очень быстро снижает урожай. Поэтому в рисовые севообороты включают, кроме люцерны, зернобобовые, пропашные и другие культуры, прерывающие посевы риса.

В качестве примерных схем севооборотов можно привести следующие: I. 1—3) рис, 4) зерновые с подсевом люцерны, 5—6) люцерна; II. 1—2) рис, 3—4) люцерна, 5—6) рис, 7) ранние овощи, пропашные и другие кормовые культуры.

На землях с повышенной засоренностью в рисовые севообороты вводят занятый пар и схемы севооборота могут иметь такое чередование: I. 1—2) рис, 3) пар занятый, 4) рис, 5—6) люцерна; II — семипольная ротация: 1—3) рис, 4) пар занятый, 5) рис, 6—7) люцерна.

В районах рисосеяния с неустойчивым снежным покровом и вымерзанием многолетних трав зимой рекомендуется следующий севооборот: 1) соя и горох на зерно, 2) кукуруза с бобами, 3—4) рис, 5) соя на зерно, 6—7) рис. В районах клеверосеяния вводятся шести- и семипольные севообороты: 1) ячмень с подсевом клевера, 2) клевер, 3—4) рис, 5) соя на зерно, 6—7) рис, или 1) соя на зерно, 2—3) рис, 4) соя на зеленое удобрение, 5—6) рис.

На Украине в новых районах рисосеяния вводятся севообороты, где наряду с рисом возделываются озимая пшеница, ячмень, просо и другие культуры.

Сахарную свеклу в орошаемых севооборотах размещают обычно на второй год, а иногда и в первый год после люцерны. Хорошими предшественниками свеклы являются зернобобовые, кукуруза, овощные культуры и удобренная озимая пшеница. На крупных орошаемых участках в районах Заволжья сахарную свеклу можно разместить в пятипольном севообороте: 1) люцерна, 2) овощи, картофель, 3) кукуруза, 4) сахарная свекла, 5) пшеница с подсевом люцерны.

Высокое плодородие почвы после предшествующей культуры и чистота полей от сорняков — основное условие возделывания куку-

рузы. Если в составе орошаемого севооборота имеется посев люцерны, то в Заволжье севооборот с кукурузой может иметь такое чередование: 1) люцерна, 2) пшеница, 3) кукуруза, 4) просо, 5) кукуруза, подсолнечник, картофель, 6) яровые зерновые с подсевом люцерны.

В севооборотах, в большей степени насыщенных зерновыми культурами, чередование может иметь такую последовательность: 1) яровая пшеница с подсевом люцерны, 2) люцерна, 3) озимая пшеница, 4) яровая пшеница, 5) кукуруза, 6) яровая пшеница.

Кроме основных полевых севооборотов, вводятся севообороты овощные и комбинированные. К числу первых можно отнести такую примерную схему: 1) яровая пшеница с подсевом люцерны, 2) люцерна, 3) люцерна, 4) капуста, 5) томаты, 6) огурцы и лук, 7) корнеплоды, 8) картофель.

В комбинированных севооборотах, кроме овощных культур и многолетних трав, большой удельный вес составляют зерновые посевы, например: 1) озимая пшеница, 2) сахарная свекла, 3) капуста, 4) овощи, 5) кукуруза, 6) картофель, 7) яровая пшеница с подсевом люцерны, 8) люцерна, 9) люцерна.

Обработка почвы. Рациональная система обработки почвы в условиях орошения может быть освоена только с учетом ведущих предшественников сплошного и широкорядного способов посева, например риса, озимой и яровой пшеницы, хлопчатника, кукурузы и картофеля.

Лучшими почвами для риса считаются черноземные, пойменные, темно-каштановые. Можно возделывать рис и на засоленных почвах, если имеется дренаж и почва систематически промывается и опресняется.

Подготовку почвы под рис начинают сразу после уборки предшественника. Если рис высевают после многолетних трав, то пласт распахивают вслед за последним укосом.

При возделывании риса на вновь осваиваемых землях подготовку почвы начинают за год до посева. Весной участок планируют, затем производят вспашку и ведут борьбу с сорняками, а осенью поле перепахивают.

Весной до посева проводят боронование и 2—3 предпосевные культивации для уничтожения сорняков. Если зябь сильно уплотнилась, следует применить чизелевание или даже перепашку с последующей мелкой культивацией, а при необходимости с малованием или прикатыванием.

Озимую пшеницу обычно размещают по занятым парам и после непаровых предшественников. По данным Безенчукской опытной станции, лучшими предшественниками озимой пшеницы являются люцерна после первого и второго укосов, картофель ранней уборки и вико-овсяная смесь.

Вико-овсяный пар в среднем за 5 лет обеспечил получение урожая озимой пшеницы 33,5 ц, а черный пар — 30,3 ц с гектара.

При посеве озимой пшеницы по люцерновому пару урожай в среднем за 2 года составил 31,2, а по черному пару — 27,1 ц с гектара.

Но так как на черном пару озимая пшеница в отдельные годы полегала, поражалась мучнистой росой и ржавчиной и поэтому снижала урожай.

Если в качестве предшественника озимой пшеницы на чистых землях была яровая пшеница, то после ее уборки производится полив и вспашка на 20—22 см с последующей поверхностной обработкой.

После рано убираемых культур поле пахут с поделкой борозд для влагозарядкового полива.

В Астраханской области посевы озимой пшеницы размещают по так называемому водяному пару. При этом весной ильмени затapiaют для разведения рыбы, а к концу августа, когда рыбу выловят, проводят вспашку, предпосевную обработку и посев. Поля с такой влагозарядкой дают хороший урожай.

Яровую пшеницу при орошении возделывают по пласту и обороту пласта многолетних трав, а также после пропашных и озимых культур. Вспашка дернины на глубину 20—22 см производится вслед за последним укосом. Более глубоко пахать нецелесообразно, так как это замедляет разложение корневых остатков люцерны.

Для предупреждения отрастания люцерны за 10—12 дней до вспашки ее скашивают или отрастающую люцерну подрезают лущильником и высушивают ее корневые шейки.

Центральная опытно-мелиоративная станция СоюзНИХИ для борьбы с отрастанием люцерны применяет вспашку двухъярусным плугом П5-35-ЭШ. При этом верхний слой почвы (0—15 см) с корневыми шейками люцерны сбрасывается на дно борозды и покрывается нижней частью пахотного слоя такой же мощности (15—30 см).

Подготовка почвы под хлопчатник начинается с осенней основной обработки плугами с предплужниками на глубину до 30—32 см. Весной при появлении почвенной корки ее уничтожают в первые же дни после посева боронованием, а после появления всходов — ротационной мотыгой. В течение вегетационного периода почву поддерживают в рыхлом и чистом от сорняков состоянии систематическими междурядными обработками, число которых может достигать шести и более. При квадратно-гнездовом размещении хлопчатника, кроме продольных обработок, проводят 2—3 поперечные. Для более полного уничтожения сорняков поле обрабатывают немедленно после массового появления их всходов. Рыхление проводят вслед за каждым поливом, как только наступит физическая спелость почвы, не допуская образования корки.

При первой междурядной обработке лапы-бритвы рыхлят почву вблизи рядков на глубину 6—8 см, а экстирпаторные лапы в середине междурядий — на 10—12 см. При повторных обработках бритвы устанавливают на глубину 10—12 см, а стрельчатые лапы на 14—16 см. Более глубокая обработка в средней части междурядий способствует нарезке узких поливных борозд и предупреждает повреждение корней хлопчатника.

Кукурузу обычно размещают после зерновых культур сплошного сева, по обороту пласта многолетних трав, иногда после пропашных и

бобовых культур. Под кукурузу поле пашут на глубину 30—32 см, а при недостаточной глубине перегнойного горизонта проводят вспашку с почвоуглубителем. На полях, где проводился осенний предпашотный или влагозарядковый полив, сорняки уничтожают полупаровой обработкой в период до наступления морозов. Такая обработка состоит из послепахотных лущений или культиваций, а весной она продолжается в виде предпосевной обработки почвы. После весеннего боронования зяби проводят две культивации: первую на 10—12 см, вторую — на глубину заделки семян.

Картофель при орошении возделывают после зерновых культур, а также по обороту пласта многолетних трав. Почва под картофель должна быть рыхлой и иметь хорошую водопроницаемость. Поэтому в зависимости от почвенных условий глубина вспашки достигает 30—32 см.

В случае посадки картофеля картофелесажалками предпосадочная обработка проводится лемешными луцильниками или чизель-культиваторами на глубину до 15—20 см. Междурядные обработки проводятся на большую глубину. Сроки их согласуются с подготовкой почвы к поливу (нарезка поливных борозд в междурядьях) и уходом за ней после полива (рыхление междурядий). Окучивание картофеля способствует образованию большого количества столонов и клубней. Если окучивание проводится перекрестно, то сначала оно, как и культивация, выполняется в направлении, поперечном будущему поливу, а затем по направлению полива с одновременной нарезкой поливных борозд.

Правильная обработка почвы на орошаемых землях в комплексе с другими приемами борьбы за урожай обеспечивает повышение производительности труда в передовых колхозах и совхозах зоны орошения.

Значение удобрений в сочетании с поливами. Положительное влияние удобрений при поливах на урожай сельскохозяйственных культур установлено рядом опытных учреждений, передовых колхозов и совхозов засушливой полосы.

Регулярное применение удобрений и глубокой вспашки в севообороте повышает плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур. На Туркменской опытной станции в результате систематического применения удобрений в шестипольном севообороте средний урожай хлопка-сырца повышался с 17,9 (1942—1944 гг.) до 31,7 ц (1945—1949 гг.), а затем до 39,2 ц с гектара (1950—1954 гг.).

Несмотря на то, что при орошении идет ускоренный процесс разрушения органического вещества, запасы его восстанавливаются внесением органических удобрений и приростом корневых систем.

На Валуйской мелиоративной опытной станции урожай озимой пшеницы на фоне минеральных удобрений (N и P_2O_5 по 90 кг на гектар) составил 29,4 ц, а без удобрений — 17,3 ц с гектара. На Безенчукской опытной станции урожай озимой пшеницы на участке с удобрением (N и P_2O_5 по 100 кг на гектар) составил 27,6 ц, а без удобрения — 15 ц с гектара.

Расход поливной воды на создание единицы сухой массы урожая яровой пшеницы при внесении удобрений снижается на 28 % (табл. 66).

Таблица 66

Урожай яровой пшеницы и расход поливной воды в зависимости от удобрений

Удобрения (1939—1940 гг.)	Урожай сухой массы (ц с 1 га)		Расход воды на 1 ц сухого вещества			
			м ³		%	
	общей массы	зерна	общей массы	зерна	общей массы	зерна
Без удобрений	67,1	28,1	32,7	78,2	100	100
Минеральные удобрения (N 60, P 90 кг на 1 га)	88,0	38,0	25,0	56,0	76	72

В Астраханской области на Камызякском опорном пункте в среднем за 3 года (1956—1958) урожай кукурузы в молочно-восковой спелости составил: без удобрений при 4—6 поливах 506,3 ц, а с удобрениями (20 т навоза, P 100, N 40, K 15 кг на гектар) — 765,6 ц с гектара.

По данным Украинского научно-исследовательского института орошаемого земледелия, эффективность удобрений при орошении возрастает в 2—3 раза. Оплата центнера азотно-фосфорных удобрений урожаем в первый год действия по озимой пшенице составила: без орошения от 1,3 до 2 ц, при орошении от 3 до 4 ц с гектара; по кукурузе соответственно — от 0,3 до 1,5 ц и от 2 до 4 ц с гектара.

Рациональное использование удобрений возможно только при правильном их размещении в севообороте. В качестве одной из примерных схем размещения удобрений в орошаемых севооборотах Заволжья приведем следующую (А. Г. Марковский; табл. 67).

Получение двух урожаев в год. В районах с продолжительным безморозным периодом на орошаемых землях можно получить два урожая в год с одной и той же площади.

В неорошаемых условиях получение второго урожая в том же году затруднено из-за недостаточного количества влаги в почве после уборки первой культуры. При орошении эта опасность отпадает. В Средней Азии и Южном Казахстане возможность возделывания пожнивных культур более широкая, чем на юго-востоке европейской части СССР.

В Южном Казахстане кукуруза считается самой ценной культурой для получения второго урожая. Высокая температура почвы и воздуха в период пожнивного сева положительно влияет на появление всходов, а более короткий день во второй половине лета способствует ускоренному росту и развитию кукурузы. Вегетационный период кукурузы при таких условиях несколько сокращается без снижения урожайности. Например, на Джамбулской опытной станции куку-

рузу, посеянную весной на силос, убрали через 80 дней после посева, а при пожнивном посеве уже через 65 дней кукуруза достигла молочно-восковой спелости. По данным той же станции, пожнивные посевы кукурузы не снижают урожая следующей за ней культуры. Сахарная свекла после озимой пшеницы дала 435 ц, а после двух урожаев озимой пшеницы и поживной кукурузы — 491 ц.

Таблица 67

Схема размещения удобрений в орошаемых севооборотах

Поля	Чередование культур	Органические удобрения (т на 1 га)	Минеральные удобрения					
			доза (кг на 1 га)			норма (ц на 1 га)		
			азота	фосфора	калия	сульфата аммония	суперфосфата	калийной соли
1-е	Корнеплоды	25	30	30	30	1,5	1,5	0,75
	Кормовые и силосные культуры							
2-е	Пшеница яровая + люцерны	—	30	60	45	1,5	3,0	1,50
3-е	Люцерна I года пользования	—	—	30	30	—	1,5	0,75
4-е	Люцерна II года пользования	—	20	30	30	1,0	1,5	0,75
5-е	Пшеница яровая твердая	—	—	10	—	—	0,5	—
6-е	Бахчи продовольственные	15	30	30	30	2,2	2,2	0,75
7-е	Пшеница яровая мягкая	—	45	45	30	2,2	2,2	0,75
8-е	Пшеница яровая мягкая	—	45	45	30	2,2	2,2	0,75
	Всего за севооборот	40	200	280	225	9,9	13,9	5,65
	Всего за год на 1 га	5	25	35	28	1,24	1,74	0,71

В качестве примерных схем севооборотов с применением вторых посевов в течение года для колхозов и совхозов южной части Украинской ССР рекомендуются следующие (табл. 68).

Одним из важнейших условий получения второго урожая является хорошая подготовка почвы.

В последние годы вопросы обработки почвы при пожнивных культурах были предметом исследования в Джанагарском учебно-опытном хозяйстве Алма-Атинской области (И. П. Коньгин). Результаты трехлетнего (1962—1964) изучения влияния способов обработки почвы из-под гороха на урожай поживной кукурузы и повторного гороха подтвердили, что в условиях Алма-Атинской области на орошаемых землях можно получить с одной и той же площади два урожая в год. Так как поливные лугово-сероземные почвы к моменту уборки культуры весеннего сева сильно уплотняются, проводят предпосевной полив и применяют глубокую обработку почвы под поживную

Примерная схема севооборотов для получения двух урожаев в год

Культура первого урожая	Культура второго урожая
Десятипольный севооборот	
Озимая пшеница	Кукуруза с соей на силос или картофель летней посадки
Сахарная свекла + посев озимой смеси вики	—
Озимая смесь вики	Кукуруза на зерно или кукуруза с бобовыми на силос
Кукуруза на зерно + посев озимого ячменя	—
Озимый ячмень	Кукуруза с бобовыми на силос или картофель летней посадки
Горох на зерно	Кукуруза с бобовыми на силос или картофель летней посадки
Сахарная свекла + посев озимой смеси вики	—
Озимая смесь вики	Просо с подпокровной люцерной
Люцерна	—
Люцерна + посев озимой пшеницы	—
Восьмипольный севооборот	
Сахарная свекла	—
Кукуруза на зерно	—
Горох на зерно	Кукуруза с бобовыми на силос или картофель летней посадки
Сахарная свекла на корм + посев озимой смеси вики	—
Озимая смесь вики на зеленый корм и сено	Кукуруза на зерно или кукуруза с бобовыми на силос
Картофель весенней посадки для раннего потребления	Просо или гречиха на зерно с подпокровной люцерной
Люцерна	—
Люцерна	Кукуруза с бобовыми на силос
Овоще-кормовой восьмипольный севооборот	
Картофель весенней посадки для раннего потребления или ранние овощи + посев озимой смеси вики	—
Озимая смесь вики	Поздние овощи или картофель летней посадки
Спаржевая фасоль, зеленый горошек на зеленые бобы	Кукуруза с бобовыми на силос
Поздние овощи	—
Кукуруза с бобовыми на силос	Яровая викосмесь на зеленый корм
Ранние овощи, картофель весенней посадки для раннего потребления	Просо, гречиха с подпокровной люцерной
Люцерна	—
Люцерна	Поздние овощи

культуру. Установлено, что при глубокой (22—25 см) вспашке содержание влаги в метровом слое почвы под пожнивными культурами было на 4%, а запасы нитратного азота и фосфорной кислоты на 11—12% выше, чем при обработке дисковым лущильником.

В среднем за все годы исследований урожай пожнивной кукурузы при вспашке на 22—25 см составил 320 ц зеленой массы, а при дисковании в два следа — 262 ц с гектара. Урожай зеленой массы повторного гороха получен соответственно 254 и 210 ц с гектара.

Изучение способов основной обработки почвы при возделывании пожнивной кукурузы в условиях орошения, проведенное на экспериментальной базе Астраханской опытной станции (1963—1964 гг.), показало, что вспашка на 24—26 см имеет явное преимущество по сравнению с дискованием и с безотвальной обработкой. Поверхностную обработку можно допустить в виде исключения при размещении пожневных посевов кукурузы на легких почвах и после пропашных культур, под которые проводилась глубокая вспашка.

В юго-восточных районах с менее продолжительным пожновым периодом для получения второго урожая чаще используются однолетние травосмеси (вико-овес, горох-овес и др.).

На основе производственного наблюдения за такими посевами в течение четырех лет (1933—1936) Безенчукской опытной станцией сделан вывод, что после уборки основной культуры до вспашки необходимо давать полив, под вспашку вносить полное минеральное удобрение, после посева следует проводить прикатывание и один или два вегетационных полива. При непродолжительном послеуборочном тепловом периоде вспашку можно заменить лущением с послепосевным поливом и внесением удобрений. Если сев произведен по взлущенной почве, удобрения надо вносить с поливными водами.

Борьба со вторичным засолением и заболачиванием. Вторичное засоление и заболачивание орошаемых земель резко снижают плодородие почвы, делают ее иногда на длительный срок непригодной для использования под посевы. В Средней Азии весной к сроку посева хлопчатника содержание иона хлора в почвенном растворе не должно превышать 0,01%, а иона серной кислоты — 0,5%. Увеличение хлора резко снижает полевую всхожесть семян хлопчатника.

По данным Федченского опытного поля СоюзНИХИ, при среднем засолении почвы урожай хлопка-сырца составил 5,4 ц, при слабом — 14,9 ц, а на незасоленном участке — 31,4 ц с гектара.

С увеличением солонцеватости уменьшается водопроницаемость почвы; почва быстро заплывает, сокращается интервал влажности, соответствующий физической спелости почвы. Заболачивание приводит к снижению некапиллярной порозности и аэрации почвы; резко увеличивает содержание вредных для растений закисных соединений. В некоторых случаях заболачивание сопровождается засолением почвы, что в еще большей степени усиливает его отрицательное влияние на растения. Главной причиной засоления почв является близкое расположение минерализованных грунтовых вод, которые с восходящим током передвигаются в верхние слои почвы. Наблюдается засо-

ление и при глубоком уровне залегания грунтовых вод, но при наличии верховодки. Избыточное испарение воды почвой, большое количество солей в поливной воде, а также близость соленосных грунтов обуславливают возможность вторичного засоления почвы. Потери поливной воды в каналах и неравномерное их распределение на орошаемом участке повышают при поливах уровень грунтовых вод и как следствие вызывает заболачивание почвы.

Агротехнические меры борьбы с засолением и заболачиванием должны быть направлены на улучшение физических свойств почвы для устранения тока воды вверх по капиллярам почвы и для уменьшения испарения воды с поверхности почвы.

При глубокой вспашке разрыхляется уплотненный слой, увеличивается некапиллярная скважность и тем самым затрудняется подток воды к поверхности почвы. Глубина вспашки устанавливается в зависимости от глубины залегания гипсоносного горизонта, который при вспашке смешивается с солонцовым слоем.

Опытами почвенно-агрономической станции Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева на Малоузенском стационаре установлено, что на солонцовых почвах даже одна глубокая вспашка без применения удобрений и гипсования значительно повышает урожай сельскохозяйственных культур (табл. 69).

Таблица 69

Урожай пшеницы при различной глубине вспашки орошаемых солонцовых почв (ц с 1 га)

Глубина вспашки и удобрения	Пшеница (первый год)	Пшеница (второй год)
Вспашка на 20—25 см с внесением фосфорно-калийных удобрений	28,6	26,7
Вспашка на 35 см с почвоуглубителем	26,8	42,9
То же + фосфорно-калийные удобрения	34,2	44,2
То же, с внесением гипса по 6 т на гектар + фосфорно-калийные удобрения	35,6	45,6

В этих условиях мелкоративная глубокая вспашка в течение 30 лет повторялась 3 раза. Без такой обработки урожай пшеницы не повышался более 30 ц с гектара; мелкоративная обработка дала возможность поднять его до 45 ц с гектара.

На средних и глубоких столбчатых солонцах хорошие результаты дает применение трехслойной вспашки плугом Мосолова — Ботова (ПТ-2-30). Опыты в хозяйстве Астраханской области (Н. К. Балябо) показали высокую эффективность трехслойной вспашки при возделывании на солонцах овощных культур.

На тех солонцовых землях, где близко нет гипсоносного или известкового горизонтов или когда нельзя использовать плантажную или трехслойную вспашку, самым быстрым способом улучшения являются гипсование и посев многолетних трав. Многолетние травы обогащают почву органическим веществом и азотом, улучшают ее

структуру, рыхлят солонцовый горизонт, улучшают водопроницаемость. При хорошем травостое люцерны уже на второй год жизни, создавая сплошной покров, значительно уменьшает испарение воды с поверхности почвы. Наблюдения показывают, что в течение вегетации люцерны уровень грунтовых вод значительно снижается.

После внесения гипса очень полезно ежегодно проводить до наступления отрицательных температур осенние поливы. Следует избегать промывок большими нормами, так как при этом быстро поднимаются грунтовые воды и почва снова может засолиться. Нужно вести наблюдения за уровнем грунтовых вод и не допускать их подъема.

Строгое выполнение плана водопользования исключает избыточные поливы и просачивание воды за корнеобитаемый слой почвы. После хорошей планировки участков достигается равномерное распределение воды при поливах, что также предупреждает возможное переувлажнение отдельных мест.

Обсадка постоянных каналов древесными насаждениями задерживает излишнюю фильтрацию воды и также уменьшает возможность заболачивания.

Роль и место лесных полос в орошаемом земледелии. На орошаемых землях лесонасаждения и искусственный полив дополняют друг друга, они решают одну общую задачу — устранение отрицательного влияния на сельскохозяйственные культуры засухи и суховея. Лесонасаждения при орошении уменьшают потребность культурных растений в воде, снижая величину транспирационного коэффициента, улучшают эксплуатацию гидротехнических сооружений, защищают водохранилища и каналы от заиления и заносов песком, понижают уровень грунтовых вод и тем самым предупреждают процессы засоления и заболачивания.

Лесные полосы при поливах дождеванием удлиняют возможность работы дождевальных машин в течение суток, снижая скорость ветра. Известно, что при скорости ветра более 4 м в секунду дождевальные установки не дают хорошего качества полива.

Устраняя вредное влияние почвенной засухи, орошение не избавляет от вредного действия атмосферной засухи.

Испарение воды из почвы зависит не только от температуры и скорости ветра, но и от влажности, которая на поливных землях всегда выше, чем без полива.

По данным Безенчукской опытной станции, в течение летнего месяца (26 июня — 25 июля) испарение воды почвой при дождевании составило 70,6 мм, при поливе по бороздам — 89,2 мм, а в неорошаемых условиях — только 21,5 мм.

При наличии лесных полос увлажненный воздух задерживается в приземном слое над произрастающими растениями.

Накопление и сохранение зимне-весенних осадков под влиянием лесных полос устраняет необходимость применения на этих полях весенних подпитывающих поливов. В Заволжье на Екатерининском участке (Куйбышевская область) двух-трехрядные лесные полосы

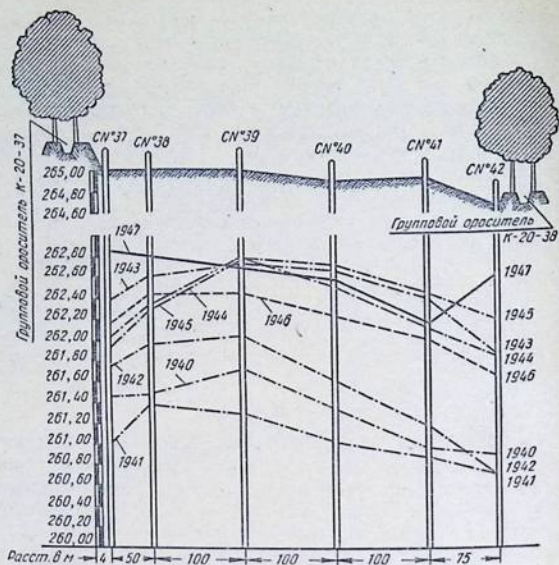


Рис. 96. Положение уровня грунтовых вод на орошаемой карте в совхозе «Пахта-Арал» между групповыми оросителями, обсаженными ветлой в вегетационный период (средние данные за период май — октябрь).

высотой 10—12 м увеличивали снежный покров на 12—15 см, что дает дополнительное увлажнение по 400—500 м³ на гектар (В. В. Лебедев).

Наблюдениями Среднеазиатского научно-исследовательского института лесного хозяйства в совхозе «Пахта-Арал» установлено, что наименьшая потеря воды на испарение почвой и транспирацию растений наблюдается на участке хлопчатника между двумя каналами, облесенными двухрядными полосами. На 11-й день после полива в средней части облесенного участка влажность метрового слоя почвы снизилась на 4,8%, а на поле без лесных полос — на 6,9%. Средняя урожайность хлопчатника в совхозе «Пахта-Арал» на облесенных участках по сравнению с необлесенными значительно повысилась. Наибольшее влияние полупродуваемых полос в этом совхозе отмечено на расстоянии 50—200 м.

В течение вегетационного периода (май — октябрь) вследствие транспирации древесных пород наблюдается резкое понижение уровня грунтовых вод под лесными полосами (рис. 96). Это объясняется тем,

что лесные полосы поглощают не только фильтрованную воду каналов, но также какую-то часть грунтовой воды с соседних полей.

Лесные полосы в условиях орошения являются также средством борьбы с сорняками. На каналах, обсаженных лесными полосами, сорняки развиваются значительно слабее, чем без облесения. Центральная мелиоративная опытная станция Министерства сельского хозяйства Узбекской ССР установила, что на каналах, обсаженных лесными полосами, количество сорняков в 5—6 раз меньше, чем на необлесенных каналах.

Во многих случаях вследствие местного стока вода для орошения собирается и накапливается в больших водохранилищах, которые часто мелеют из-за быстрого заиливания. Так, Кутулукское водохранилище за 12 лет заилилось на 25—30 см, а заилиние прудов в Каменной степи достигает 3—7 см в год. Чтобы приостановить этот нежелательный процесс, по берегам водохранилищ надо создавать лесные насаждения водорегулирующего и колыматирующего назначения.



Колхозы и совхозы, успешно освоившие систему мероприятий орошаемого земледелия, имеют значительные успехи в развитии своего производства. Об этом свидетельствует пример колхоза имени Ленина Пянджского района Таджикской ССР. Земледелие здесь ведется главным образом на основе искусственного орошения. Земли, освоенные колхозом под орошение, дают высокие урожаи сельскохозяйственных культур, особенно хлопчатника.

Наряду с хлопчатником колхоз выращивает кукурузу, люцерну, плодовые и citrusовые культуры, а также виноград. В богарных условиях возделывает озимую пшеницу и ячмень. Кроме полеводства и других отраслей растениеводства, колхоз развивает животноводство.

Успехи в области полеводства и животноводства получены прежде всего в результате расширения орошаемых посевных площадей и повышения общей культуры земледелия. В колхозе введен десятипольный севооборот, в котором 70% пашни занимает хлопчатник, 15% — кукуруза, 10% — люцерна, 5% — сахарная свекла, горох и другие культуры. Колхоз возделывает хлопчатник квадратно-гнездовым способом и обрабатывает его в двух направлениях. Одновременно уделяется особое внимание проведению высококачественных вегетационных поливов хлопчатника. Передовики колхоза за время вегетации хлопчатника проводят не менее четырех междурядных обработок с одновременными подкормками органо-минеральными удобрениями.

Смесь люцерны с райграсом высевают в растущий хлопчатник. После уборки хлопчатника стебли его низко скашивают, сгребают и вывозят с поля. После посева трав поливают мелкой струей, чтобы не смыть семена, затем через некоторое время поливают второй раз.

Весной травы начинают быстро отрастать и дают в первом укосе до 30 ц сена с гектара. Преимущество осеннего посева люцерны заключается в том, что в первый год пользования на травяных полях снимают 6—7 укосов и получают более 150 ц сена с гектара.

Колхоз совершенствует обработку почвы. Поля из-под люцерны пахут двухъярусным плугом на глубину более 30 см. Такая обработка дает возможность более глубоко заделывать растительные остатки люцерны, достигнуть медленного их разложения и исключить отрастание люцерны после вспашки. Под хлопчатник поля пахут только осенью, что дает возможность лучше разделать почву весной и повысить качество посева хлопчатника квадратно-гнездовым способом.

Многие существующие в настоящее время плуги (П-5-35М и др.) не полностью оборачивают пахотный слой и не сбрасывают сорняки на дно борозды. В колхозе на плуг поставили предплужники с шириной захвата, равной захвату основного корпуса плуга. Такой плуг лучше заделывает сорняки и пожнивные остатки. Весенние работы на такой пашне, в том числе и полив, получаются более высокого качества.

Длительный опыт работы совхоза «Пахта-Арал» показал, что в условиях Голодной степи можно высоко поднять плодородие земли, а вместе с тем и урожайность хлопчатника. Основными вопросами системы земледелия в совхозе является капитальная планировка орошаемых земель, применение влагозарядковых и промывных поливов, орошение дождеванием, вертикальный дренаж, глубокое рыхление почвы (40—50 см) через каждые 5—6 лет возделывания хлопчатника, внесение минеральных удобрений и компостов, посадка леса, посев люцерны для биологического дренажа и максимальная механизация процессов возделывания и уборки хлопчатника и других культур.

Хорошим примером освоения высокого агротехнического комплекса на орошаемых землях при возделывании сахарной свеклы может служить работа звена Героя Социалистического Труда П. М. Анашкиной из совхоза «Кутулукский» Куйбышевской области. На плантациях этого звена ежегодно получают не менее 400 ц сахарной свеклы с гектара.

Сахарную свеклу сеют по хорошо обработанной глубокой зяби, на которой проводится снегозадержание. Кроме покровного боронования в два следа, применяют глубокое рыхление, перед которым вносят минеральные удобрения. Для выравнивания поля после рыхления проводится прикатывание почвы гладкими катками, затем чередуют посев. Во время посева в рядки вносят гранулированный суперфосфат.

Учитывая высокую агротехническую и экономическую эффективность орошения, партия и правительство в мероприятиях по подъему сельского хозяйства уделяют большое внимание развитию ирригации земель на больших площадях в зонах с недостаточным увлажнением.

Орошение необходимо не только при возделывании хлопчатника и ряда других технических культур; оно имеет важное значение для успешного развития зернового хозяйства в районах с недостаточным количеством осадков. Хорошим примером в этом отношении служат достижения передовиков орошаемого земледелия Северо-Осетинской АССР, выращивающих высокие урожаи зерна кукурузы и озимой пшеницы.

Так, Герой Социалистического Труда звеньевой колхоза «Хума-лаг» Х. А. Албегов в 1964 г. на площади 134 га получил зерна кукурузы по 90 ц с каждого гектара, а в 1966 г. на площади 200 га по 80—85 ц. Высокие урожаи здесь собирают в результате применения комплекса агротехнических и организационных мероприятий. После уборки предшественника (озимой пшеницы) проводят двукратное послеуборочное лушение на 8—10 и 12—14 см, затем основную зялевую вспашку на 30 см. Под вспашку вносят по 4 ц суперфосфата на гектар. Весной перед посевом почву тщательно обрабатывают. Под первую (после покровного боронования) обработку вносят 36 т хорошо перепревшего навоза и 2,5 ц хлористого калия на гектар. Удобрения заделывают корпусными орудиями на 14—16 см с одновременным боронованием. Вторую обработку проводят культиваторами КРН-4,2 на 8—10 см. Одновременно с посевом вносят по 80 кг гранулированного суперфосфата на гектар. Квадратно-гнездовые посевы во время вегетации кукурузы обрабатывают три раза. После третьей междурядной обработки растения окучивают и нарезают поливные борозды. Во время вегетационного периода проводят два полива по 800—1000 м³ на гектар.

Большинх успехов в выращивании кукурузы на зерно добилось также механизированное звено Н. Блазнова из совхоза «Цолык». Применяя передовые приемы агротехники, в 1964—1966 гг. на площади 200 га звено собрало по 50—55 ц зерна кукурузы с каждого гектара. Этот опыт передовиков-кукурузоводов орошаемого земледелия служит примером не только для районов Северо-Осетинской АССР, но и для других зон и областей.

В последние годы колхозы и совхозы Северо-Осетинской АССР освоили возделывание озимой пшеницы на орошаемых землях. Так, в колхозе имени Кирова Моздокского района урожай озимой пшеницы Безостая 1 на площади 60 га составил 47 ц, а в колхозе «Ленинский путь» на площади 643 га — по 30,3 ц с каждого гектара. Под озимую пшеницу здесь применяют влагозарядковые поливы по глубоким бороздам. Преимущество этого способа полива по сравнению с затоплением по полосам состоит в том, что для него не нужна тщательная планировка, почва распыляется и уплотняется меньше, а расход воды сокращается.

Выполняя постановление майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, рисоводы Астраханской области значительно расширили площади под рисом. Несколько лет назад в этой области были только отдельные передовики, получавшие урожай этой культуры по 35—40 ц с гектара. Сейчас многие передовики собирают значительно большие

урожаи. Например, в 1967 г. звено И. Г. Кириленко из колхоза имени Карла Маркса Камызякского района на площади 80 га получило по 40 ц риса; рисовод А. Асанов из колхоза «12 лет Октября» Наримановского района на площади 26 га собрало по 50 ц зерна с каждого гектара.

В Астраханской области более 5 тыс. га посевов риса размещено на инженерных поливных системах. Посев производится только сортовыми семенами, для уничтожения сорняков используются гербициды.

В Калмыцкой АССР при освоении новых земель под орошение также выращивают высокие урожаи риса. Например, в 1965 г. колхоз «Путь к коммунизму» на площади 11 га получил по 52,6 ц риса с гектара. В 1966 г. в совхозе «Восход» при посеве риса на площади 443 га урожай зерна составил 50,7 ц с каждого гектара.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Раздел первый	
УСЛОВИЯ ЖИЗНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ИХ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ	
<i>Глава I. Научные основы земледелия</i>	20
<i>Глава II. Плодородие и окультуренность почвы — основа высокого уро- жайя</i>	27
Биологические показатели плодородия и окультуренности почвы	31
Агрофизические показатели культурной почвы	36
Структура почвы и ее значение	36
Факторы изменения структуры почвы	41
Строение почвы	45
Способы регулирования структуры и строения почвы	49
Агрохимические показатели плодородия и окультуренности почвы	51
<i>Глава III. Водный режим и его регулирование</i>	55
Значение воды в жизни растений и почвы	55
Потребность сельскохозяйственных культур в воде	57
Формы связи воды с почвой	60
Воднo-физические константы	65
Категории, формы и виды почвенной влаги	70
Баланс воды в почве	76
Поступление воды в почву	77
Расход воды из почвы	80
Зона увлажнения и основные типы водного режима почвы	82
Основные пути регулирования водного режима и орошения	87
Методы изучения водного режима в земледелии	91
<i>Глава IV. Воздушный режим почвы и его регулирование</i>	91
Почвенный воздух как составная часть почвы	91
Потребность корневой подопыливаемых культур в кислороде	94
Почвенный воздух как фактор микроклиматической регуляции	96

Состав почвенного и атмосферного воздуха	96
Агротехническое значение газообмена между почвой и атмосферой	98
Факторы газообмена и динамика воздушного режима	99
Способы регулирования воздушного режима	101
<i>Глава V. Тепловой режим почвы и его регулирование</i>	102
Роль тепла в жизни растений и почвы	102
Тепловой баланс почвы	104
Суточные и годовые колебания температуры почвы	105
Тепловые свойства почвы	106
Влияние тепла на водно-воздушный и питательный режимы	108
Приемы регулирования теплового режима	109
<i>Глава VI. Почвенные элементы пищи растений и регулирование их динамики в земледелии</i>	112
Пищевой режим почвы и современные взгляды на питание полевых культур	112
Потребность полевых культур в элементах пищи	113
Круговорот питательных веществ в земледелии	115
Динамика азота в земледелии	116
Динамика фосфора в земледелии	123
Динамика других элементов пищевого режима	128
Основные пути регулирования пищевого режима в земледелии	132

Раздел второй

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И БОРЬБА С НИМИ

<i>Глава VII. Биологические особенности и классификация сорных растений</i>	134
Вред, причиняемый сорняками	135
Биологические особенности сорных растений	137
Агропроизводственная классификация сорных растений	139
Паразитные и полупаразитные сорняки	140
Малолетние сорные растения	142
Многолетние сорные растения	147
<i>Глава VIII. Агротехнические меры борьбы с сорняками</i>	156
Предупреждение засорения полей	156
Уничтожение в почве семян и вегетативных органов размножения сорняков	161
Уничтожение сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур	166
<i>Глава IX. Химическая борьба с сорняками</i>	170
Классификация гербицидов	170
Краткая характеристика основных гербицидов	174
Контактные гербициды для обработки наземных органов растений	174
Гербициды, передвигающиеся в растениях, — системные	176
Системные гербициды избирательного действия для внесения в почву	182
Комбинированные препараты	187
Прочие гербициды	188

Применение гербицидов в посевах полевых культур	188
Сочетание агротехнических и химических мер борьбы с сорняками	194
Меры предосторожности при работе с гербицидами	195

Раздел третий

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

<i>Глава X. Общие основы обработки почвы</i>	198
Задачи обработки почвы	198
Развитие приемов обработки почвы	199
Технологические процессы при обработке почвы	200
Условия, определяющие качество обработки почвы	203
Способы и техника основной обработки почвы	204
Способы поверхностной обработки почвы	214
О скорости движения почвообрабатывающих орудий	220
Агротехническая оценка качества обработки почвы	222
Понятие о системе обработки почвы	223
<i>Глава XI. Обработка почвы под яровые культуры</i>	223
Зяблевая обработка и ее теоретические основы	223
Обработка почвы из-под однолетних культур сплошного сева	226
Особенности обработки переувлажненных земель в северо-западной зоне СССР	233
Полупаровая обработка почвы под яровые культуры в южной зоне СССР	238
Ранняя зяблевая вспашка с осенней послепахотной обработкой на юго-востоке СССР	240
Зяблевая вспашка с одновременным боронованием и прикатыванием в восточных районах Сибири	242
Обработка почвы после пропашных культур	243
Обработка почвы из-под многолетних сеяных трав	245
<i>Глава XII. Предпосевная и послепосевная обработка почвы при возделывании яровых культур</i>	249
Предпосевная обработка почвы	249
Обработка почвы после посева	254
<i>Глава XIII. Обработка почвы под озимые культуры</i>	259
Особенности обработки почвы при возделывании озимой ржи и озимой пшеницы	259
Обработка мятых паров	260
Обработка занятых паров	265
Сидеральные пары и их обработка	269
Послепосевная обработка почвы при возделывании озимых культур	271
<i>Глава XIV. Особенности обработки почвы вновь осваиваемых земель</i>	271
Залежные земли нечерноземной полосы и их обработка	271
Обработка залежных земель лесостепной и степной зоны	276
	469

<i>ХV. Обработка почв, подверженных водной и ветровой эрозии</i>	290
Водная эрозия и борьба с ней приемами обработки почвы	280
Особенности обработки почвы в предгорных и горных районах	286
Обработка почв, подверженных ветровой эрозии	287
<i>Глава ХVI. Приемы создания мощного пахотного слоя почвы</i>	291
Приемы углубления пахотного слоя дерново-подзолистых, серых лесных и черноземных почв	291
Приемы углубления пахотного слоя каштановых, солонцеватых почв и солонцов	296
Переменная глубина вспашки	301
<i>Глава ХVII. Обработка почвы на орошаемых землях</i>	302
Задачи и особенности обработки почвы при орошении	302
Углубление пахотного слоя на орошаемых землях	306
Предпосевная обработка почвы	308
Обработка почвы при лиманном орошении	309

Раздел четвертый

УЧЕНИЕ О СЕВООБОРОТАХ

<i>Глава ХVIII. Севооборот и бессменные посевы</i>	311
<i>Глава ХIX. Естественные основы чередования культур</i>	316
Чередование культур и почвенное питание растений	318
Влияние сельскохозяйственных культур и приемов их возделывания на физические свойства почвы	321
Биологические причины чередования культур	321
<i>Глава ХХ. Влияние различных групп культурных растений на плодородие почвы и урожай последующих культур</i>	325
Чистые пары и их роль в севообороте	325
Многолетние травы	328
Зернобобовые культуры	330
Пропашные культуры	332
Технические пропашные культуры	334
Зерновые культуры	336
<i>Глава ХХI. Классификация севооборотов</i>	338
<i>Глава ХХII. Основные принципы построения севооборотов</i>	347
Полевые севообороты	347
Кормовые севообороты	353
Специальные севообороты	358
<i>Глава ХХIII. Проектирование, введение и освоение севооборотов</i>	365
Проектирование севооборотов	365
Введение и освоение севооборотов	371
Соблюдение севооборотов	372

Раздел пятый

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

<i>Глава XXIV. История развития и классификация систем земледелия</i>	374
Понятие о системе земледелия	374
Примитивные системы земледелия	377
Экстенсивные системы земледелия	379
Интенсивные системы земледелия	385
<i>Глава XXV. Системы земледелия лесолуговой (печерпоземной) зоны</i>	391
Природные условия и специализация сельского хозяйства	391
Задачи и основные составные части системы земледелия	394
Система севооборотов	396
Система удобрений	403
Особенности системы обработки почвы	405
Особенности системы земледелия на песчаных почвах	408
<i>Глава XXVI. Системы земледелия в лесостепной зоне</i>	412
Лесостепь европейской части СССР	412
Лесостепь Зауралья и Сибири	420
<i>Глава XXVII. Системы земледелия в степной зоне</i>	424
Европейская часть степной зоны	424
Степная часть Северного Казахстана и Сибири	437
<i>Глава XXVIII. Особенности системы земледелия на Дальнем Востоке</i>	445
<i>Глава XXIX. Особенности системы земледелия в орошаемых условиях</i>	449

Х
Вс
Ос
Ос
Гл
Пл
Пл
Пс
Гл
За
Уч
Пл
Ос

Земледелие. Под ред. проф. С. А. Воробьева.
М., «Колос», 1968.
471 с. (Учебники и учеб. пособия для
высш. с.-х. учеб. заведений.)
УДК 631 (075.8)

Гл
Гл
Чс
Вл
Бл
Гл
Чл
Мл
Зс
Пл
Те
Зс

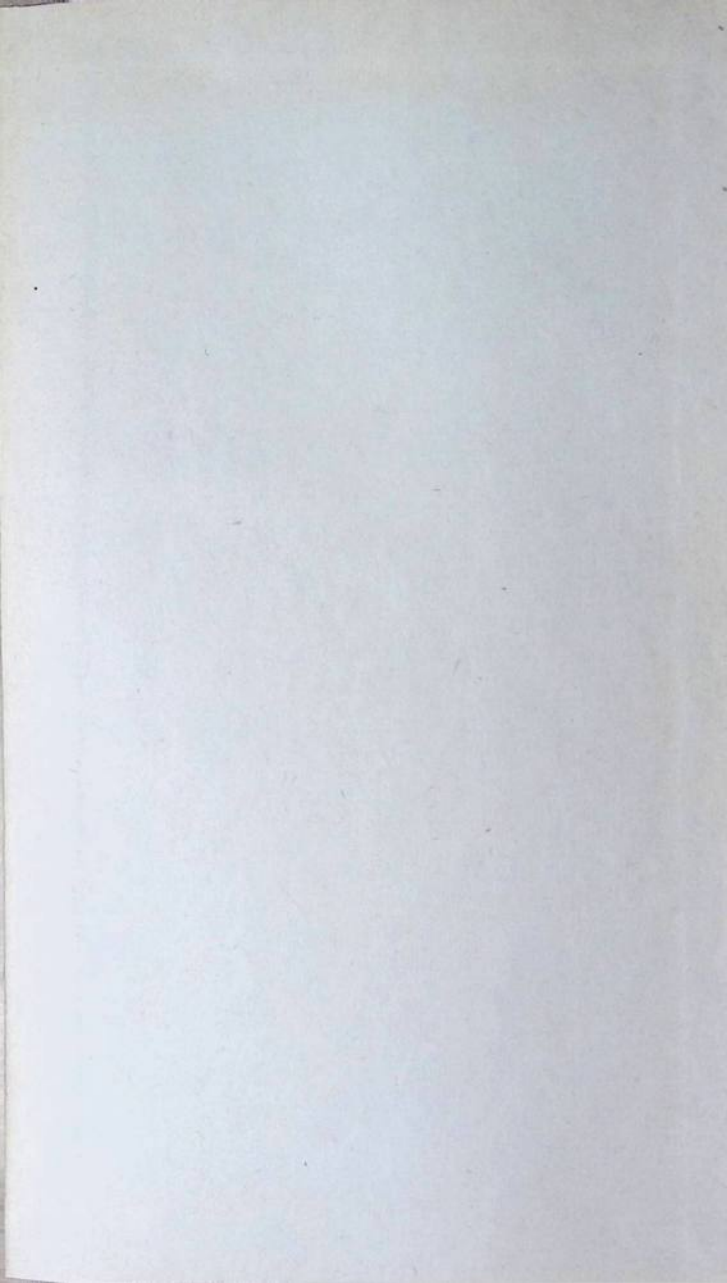
Редактор В. И. Озеров
Художественный редактор М. Д. Северина
Технический редактор В. М. Деева
Корректор И. Ф. Крылова

Сдано в набор 27/XI 1967 г. Подписано к
печати 20/II 1968 г. Формат 60×90^{1/16}. Бумага
тип. № 3. Печ. л. 29,5. Уч.-изд. л. 32,81. Изд.
№ 172. Т. п. 1968 г. № 235. Тираж 60 000 экз.
Заказ № 1314. Цена 1 р. 07 к.

Издательство «Колос», Москва, К-31,
ул. Дзержинского, д. 1/19.

Ордена Трудового Красного Знамени Ленин-
градская типография № 1 «Печатный
Двор» имени А. М. Горького Главполиграф-
прома Комитета по печати при Совете Ми-
нистров СССР, г. Ленинград, Гатчин-
ская ул., 26.

Гл
Гл
Пл
Кл
Сл
Гл
Пл
Вл
Со



1р.07к.

