К-34

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ АРИДНОЙ ЗОНЫ

TC
875

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ АРИДНОЙ ЗОНЫ

(с основами растениеводства)

Под общей редакцией
проф. А. К. Кашкарова

ТАШКЕНТ
«ЎҚИТУВЧИ»
1984

Коллектив авторов: **А.К.Кашкаров, С.М. Кривовяз, А.А. Автономов, Ш.Я. Бешимова, Л.У. Салимова, Н.Н. Зеленин, И.Н. Чумаченко**

В настоящем пособии, построенном с учетом особенностей аридной зоны Средней Азии, рассмотрены факторы жизни сельскохозяйственных растений и способы их регулирования, режим и техника орошения сельскохозяйственных культур, приемы использования удобрений, борьбы с сорной растительностью, обработка почвы и севообороты. Обработка почвы освещается как прием создания благоприятных физических, биологических и агрохимических свойств почв для успешного роста и развития растений и получения высокого урожая и как мера борьбы с сорняками. В разделе «Растениеводство» приведены необходимые краткие ботанические сведения об основных поливных культурах, их особенностях возделывания в условиях аридной зоны.

Пособие предназначено для студентов инженерных факультетов сельскохозяйственных вузов республик Средней Азии, изучающих курс «Орошаемое земледелие», в качестве дополнительного материала. Оно может быть также полезно специалистам сельского и водного хозяйства.

РЕЦЕНЗЕНТЫ: проф. И. М. САДЫКОВ, Х. Х. ХАМДАМОВ, доц. Э. И. ЗАУРОВ, к. с.-х. н. М. А. СОРОКИН

0—69

Орошаемое земледелие аридной зоны: (С основами растениеводства) [Авт.: А. К. Кашкаров, С. М. Кривовяз, А. А. Автономов и др.]; Под общ. ред. А. К. Кашкарова.— Т.: Ўқитувчи, 1984.— 272с.

ББК 41.4
631

© Издательство «Ўқитувчи», 1984.

К $\frac{3803010302—298}{353(04)—84}$ инф. письмо—84

ПРЕДИСЛОВИЕ

Принципы интенсивного развития земледелия всегда были актуальны для нашей страны. Еще в 1915 году В. И. Ленин писал: «Это означает технические изменения в земледелии, интенсификацию его, переход к высшим системам полеводства, усиленное употребление искусственных удобрений, улучшение орудий и машин, рост употребления их...» Эти ленинские положения были развиты на XXVI съезде КПСС, где наряду с другими важнейшими вопросами обсуждалась необходимость дальнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства путем всесторонней механизации, мелиорации и химизации земледелия. На этой основе должна быть решена Продовольственная программа СССР, рассчитанная на период до 1990 года, которая является важнейшей составной частью экономической стратегии партии на ближайшее десятилетие.

Решение Продовольственной программы предполагает устойчивое повышение культуры земледелия на основе достижений сельскохозяйственной науки и передового опыта производства.

Предлагаемое читателю пособие «Орошаемое земледелие аридной зоны» написано с учетом зональных особенностей подготовки специалистов для работы в условиях Средней Азии и на основе новых экспериментальных научных данных.

Авторы глубоко признательны рецензентам профессорам И. М. Садыкову, Х. Х. Хамдамову, доценту Э. И. Заурову и кандидату сельскохозяйственных наук М. А. Сорокину, чьи замечания были учтены при подготовке пособия к изданию.

Глава I написана А. А. Автономовым, глава II— С. М. Кривовязом, глава III— Н. Н. Зеленином и И. Н. Чумаченко, главы IV—VII— Ш. Я. Бешимовой, главы V—VI— А. К. Кашкаровым и V, подтема «Семена и посев»— Л. У. Салимовой.

ГЛАВА I. ФАКТОРЫ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Главная задача земледелия — снабжение населения продуктами питания, перерабатывающую промышленность — сырьем.

Чтобы получить высокие урожаи сельскохозяйственных культур, растения следует обеспечить необходимыми для развития условиями — всеми *факторами жизни*.

Основные факторы жизни растений — свет, тепло, вода, воздух и элементы питания. Свет, тепло и воздух относятся к космическим факторам и пока могут только частично регулироваться человеком. Вода и элементы питания поступают в растения из почвы и полностью зависят от деятельности человека. На рост и развитие растений влияют также строение почвы, биологическая деятельность ее и разложение органических веществ в почве.

Наряду с ними имеются и такие факторы, которые отрицательно влияют на растения,— это вредители и болезни сельскохозяйственных растений и сорняки. Изучением болезней и вредителей, а также методов борьбы с ними занимается наука о защите растений, а изучением методов борьбы с засоренностью — земледелие.

ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Прежде чем перейти к детальному рассмотрению каждого фактора жизни растений, необходимо остановиться на отношении растений ко всей совокупности факторов и на взаимодействии этих факторов с растениями. Некоторые основные положения взаимодействия факторов в настоящее время приобрели значение законов. Установлено четыре закона: 1) закон равнозначности и незаменимости факторов; 2) закон минимума; 3) закон оптимума; 4) закон совокупного действия факторов жизни растений.

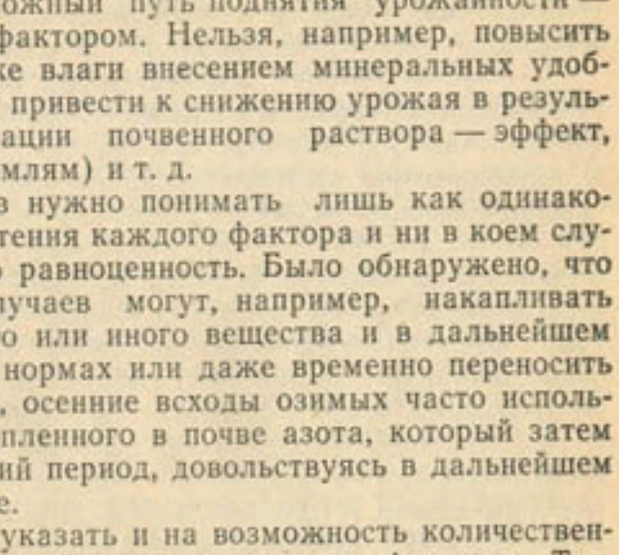
Нормальное существование растений возможно лишь при наличии всех факторов их жизни, и отсутствие какого-либо из них приводит к гибели растения. Неважно, будет это свет, вода, воздух, тепло или какой-нибудь питательный элемент. Неважна и количественная потребность растения в данном факторе. Например, растение, лишенное в своем питательном рационе бора или железа, которые требуются ему в ничтожно малых количествах, погибнет так же, как и растение, лишенное воды.

Наличие всех факторов одинаково необходимо растению, и ни один из них не может быть заменен другим. При недостатке в полевых условиях какого-либо фактора, обусловливающего снижение урожая, единственно возможный путь поднятия урожайности — обеспечение именно этим фактором. Нельзя, например, повысить урожайность при недостатке влаги внесением минеральных удобрений (наоборот, это может привести к снижению урожая в результате повышения концентрации почвенного раствора — эффект, аналогичный засоленным землям) и т. д.

Равноценность факторов нужно понимать лишь как одинаковую необходимость для растения каждого фактора и ни в коем случае не как количественную равноценность. Было обнаружено, что растения в большинстве случаев могут, например, накапливать избыточные количества того или иного вещества и в дальнейшем потреблять его в меньших нормах или даже временно переносить полное его отсутствие. Так, осенние всходы озимых часто используют большие запасы накопленного в почве азота, который затем расходуют весь последующий период, довольствуясь в дальнейшем малыми запасами их в почве.

Наряду с этим следует указать и на возможность количественных изменений при взаимодействии отдельных факторов. Так, обильное питание фосфором двояко влияет на уменьшение количества потребляемой воды: с одной стороны, оно несколько уменьшает листовую массу и транспирацию растений, с другой — благодаря ускоренному созреванию сокращает вегетационный период.

По мере удовлетворения потребности растения в недостающем факторе урожай повышается до тех пор, пока не будет ограничен другим фактором, оказавшимся в минимуме. Наглядно этот закон, получивший название закона минимума, изображается в виде бочки, клепки которой обозначают различные факторы жизни растений (рис. 1). Высота каждой клепки соответствует степени обеспеченности растения в данном факторе, выраженной в процентах. Пунктирной линией обозначен наивысший урожай (уровень воды в бочке), который может дать данный вид и сорт растения при полной обеспеченности всеми факторами жизни. Сплошная линия показывает фактический урожай (уровень воды в бочке) при данной обеспеченности растений, ко-



1. Графическое изображение закона минимума (бочка Добенека):

1—возможный урожай; *2*—фактический урожай.

торый равен высоте самой низкой клепки. На рисунке уровень воды ограничен клепкой, означающей фосфор, который и представляет собой фактор, находящийся в минимуме (степень обеспеченности 60%). Нетрудно определить, что после увеличения этого фактора в минимуме окажется азот (степень обеспеченности 70%).

С количественным увеличением одного фактора при полной обеспеченности другими у растения повышается жизнедеятельность. Однако такое повышение не прямо пропорционально увеличению фактора, а при постоянстве других факторов характеризуется постепенным изменением эффективности первого. Для многих факторов жизни растений за пределами некоторой их величины наблюдается отрицательное влияние на растения. Следовательно, каждый фактор имеет свой оптимум, понижение или повышение которого будет вызывать ослабление жизнедеятельности растения до полного ее прекращения при некоторой минимальной величине и за пределами действия некоторого губительного максимума.

В этом и заключается суть закона оптимума. Отчетливее всего он проявляется по отношению к теплу. Большая часть растений при температуре 0° не развивается совсем. Очень слабое развитие наблюдается при температуре 1—3°. По мере повышения температуры до 35—40° растения начинают быстро развиваться. Однако при температуре выше 40° развитие их идет гораздо слабее, а выше 50° происходит угнетение растений и наступает их гибель.

Этот закон также проявляется и в отношении других факторов жизни растений.

Результаты подобных экспериментов были неправильно использованы для подтверждения так называемого «закона убывающего плодородия почвы», получившего признание в буржуазной экономической науке. Исследования зарубежных (Либшер, Митчерних и др.) и советских (В. Р. Вильямс, А. Г. Дояренко и др.) ученых показали, что растение с тем большей продуктивностью использует находящийся в минимуме фактор, чем большее число других факторов находится в оптимуме. В. Р. Вильямс, анализируя один из таких опытов, установил, что одновременное увеличение и правильное сочетание всех факторов принципиально меняют характер роста урожая. В этом случае вместо затухающего влияния наблюдается повышение эффективности каждой последующей дозировки.

Выводы из этих опытов и из земледельческой практики позволили открыть закон совокупного действия факторов жизни растений, который устанавливает, что для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо одновременное наличие всех факторов жизни растений в оптимальном соотношении. Поэтому систему агротехнических мероприятий необходимо применять творчески, с учетом особенностей растений и конкретных условий среды.

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 соответственно, 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 десятине.

В. И. Ленин научным анализом доказал полную несостоятельность «закона убывающего плодородия почвы», проникшего из области экономики. Он установил, что добавочные вложения труда и средств в земледелие предполагают изменение способов производства, преобразование техники.

В наше время ученые научились подбирать такое оптимальное соотношение факторов жизни растений (пока на небольшой площади), при котором урожай сельскохозяйственных культур получают в несколько раз выше, чем в производственных условиях. Так, например, опыты лаборатории физиологии растений СоюзНИХИ, применяющей гидропонику (выращивание хлопчатника на специально подготовленных питательных растворах в сосудах со стерильным песком при естественном освещении), показали, что хлопчатник способен давать урожай хлопка-сырца 150 ц/га и выше (С. Х. Юлдашев, 1979). В Ленинградском агрофизическом институте под руководством профессора Б. С. Мошкова удалось создать такие оптимальные условия для растений (пока в искусственных условиях и при искусственном освещении), при которых получают шесть урожаев томатов в год —18 000 ц/га, что в 60 раз превышает урожай на плантациях и в 9 раз — урожай в теплицах. За год в лаборатории института получают в пересчете на 1 га до 1500 ц пшеницы — это в 15 раз больше самого высокого хозяйственного урожая. Б. С. Мошков считает, что любая культура при создании ей соответствующих условий «может дать фантастическую продуктивность».

Практика передовиков земледелия подтвердила выводы науки о том, что если применять научно обоснованную систему агрономических и мелиоративных мероприятий, то плодородие почвы будет систематически повышаться, в результате чего растения обеспечиваются всеми необходимыми для их роста питательными элементами и дают хорошие урожаи.

Сельское хозяйство наряду с промышленностью является важнейшей отраслью народного хозяйства СССР. Однако оно в корне отличается от промышленности. Если в промышленном производстве основные средства производства — орудия, станки, оборудование, здания заводов и фабрик — изнашиваются и требуют периодической замены, то в сельском хозяйстве основное средство производства — это земля, и при правильном с ней обращении она не только не изнашивается, но и может улучшаться.

Сельскохозяйственное производство отличается от промышленного сезонностью проводимых работ, территориальной зависимостью и невосполнимостью упущенного времени.

Средством сельскохозяйственного производства являются растения, которые, по выражению Ф. Энгельса, представляют собой великих поглотителей и хранителей солнечной энергии в измененной форме.

СВЕТ

Все виды органических растительных веществ, создаваемых зелеными растениями,— углеводы, жиры, белки, ферменты, витамины и прочие, представляют собой концентрированную солнечную энергию, освобождаемую в живом организме при разрушении этого органического вещества и превращаемую в тепло, работу. Источником данной энергии у зеленых растений служит солнечный луч, а все остальные живые организмы, потребляя органические вещества, разрушают их и, освобождая скрытую в них энергию солнечного луча, используют ее для обеспечения своих жизненных функций.

Впервые значение света в жизни растений изучил и описал русский ученый К. А. Тимирязев. Он доказал, что под действием солнечных лучей, попадающих на листья растения, в них образуется зеленый пигмент — хлорофилл, синтезирующий новые органические соединения из воды и углекислого газа. Процесс этот называется *фотосинтезом* и записывается в виде уравнения: $6CO_2+6H_2O+674$ б. кал.$=C_6H_{12}O_6+6O_2$. При этом солнечная энергия не исчезает, а сохраняется в образовавшемся органическом веществе.

Продукты жизнедеятельности растений служат источником энергии для людей, животных и микроорганизмов. Люди используют энергию солнца, накопленную в растениях миллионы лет тому назад и хранящуюся сейчас в недрах земли в виде угля, нефти, газа, торфа, горючих сланцев и т. д.

Выводы К. А. Тимирязева были подтверждены и дополнены в более позднее время с помощью новейших методов исследования. Установлено, что процесс образования органического вещества (ассимиляции) наиболее активно протекает в сине-фиолетовых лучах солнечного спектра. Исследования Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева Академии наук СССР показали, что при преобладании в радиации красных лучей в растениях образуется больше углеводов, а при преобладании синих и фиолетовых — больше белков. Зеленая часть видимой радиации в меньшей степени поглощается листьями, она как бы профильтровывается через них, следовательно, и оказывает меньшее воздействие на физиологические процессы растений.

Попадающая на землю солнечная лучистая энергия по спектральному составу может быть разделена на три части: ультрафиолетовое излучение, видимый свет и инфракрасное излучение.

Наиболее важную роль в жизни растений играет видимая часть солнечной радиации, которая воспринимается человеческим глазом как свет. Ее часто называют физиологической радиацией или фотосинтетическим активным излучением, так как многие физиологические процессы в растениях происходят только под действием видимого света. Лишь на свету растения нормально растут, цветут и плодоносят, происходит синтез витаминов, ферментов и других веществ, необходимых для жизнедеятельности растений; в зеленых листьях совершается важнейший физиологический процесс — фотосинтез.

Если растения не получают света, то хлорофилл в листьях не образуется. Растения вырастают бледно-желтыми, с вытянутыми слабыми стеблями и мелкими недоразвитыми листьями; цветение и плодоношение у них, как правило, отсутствуют. Такие растения называются *этиолированными*.

В загущенных посевах мятликовых, льна, кенафа, кукурузы и других сельскохозяйственных культур растения часто полегают. Вследствие взаимного затенения у них в большей или меньшей степени проявляются признаки этиолирования: стебли вытянуты, механические ткани развиты слабо, клеточные оболочки менее утолщены, корневая система слабая. Это объясняется, по-видимому, тем, что при затенении замедляется передвижение в корни образующихся в листьях органических веществ, а также специфических активаторов роста.

Действие инфракрасных лучей солнечной радиации влияет главным образом на температурный режим листьев и интенсивность физиологических процессов.

Важное значение в жизни растений имеет продолжительность светлого периода суток. В процессе своего развития растение проходит несколько стадий, одной из которых является световая. Не пройдя ее, растение не сможет перейти к цветению и плодоношению.

Различные растения по-разному реагируют на изменение длины дня. Так, для растений короткого дня (южного происхождения — хлопчатник, огурцы, томаты, перец и т. д.) во время прохождения световой стадии требуется короткий светлый период — не более 12, но и не менее 8 часов в сутки, за который у них наступает быстрое цветение и плодоношение. У растений длинного дня (северного или высокогорного происхождения — пшеница, рожь, салат, редис и т. д.), наоборот, ускоряется цветение при длине дня 14—17 часов в сутки.

Длина дня зависит от географической широты и времени года. Так, на юге СССР летом день длится 10—14 часов, в средней полосе —16—17 часов, зимой — уменьшается до 6—7 часов. Эта особенность растений в большой степени предопределяет размещение сельскохозяйственных культур на территории нашей страны.

В этой связи интересно вспомнить историю селекционной работы с дикими древовидными формами хлопчатника, семена которых были завезены в Узбекистан из разных стран тропического и субтропического климата с коротким днем. В естественных полевых условиях Ташкента этот вид хлопчатника не только

не давал урожая, но и в большинстве случаев до наступления заморозков не успевал перейти даже в фазу бутонизации.

Была предпринята попытка ускорить развитие хлопчатника путем уменьшения периода освещения, что дало прекрасные результаты. Этот метод выращивания древовидного хлопчатника в условиях сокращенного дня используется в практической селекции (Н. Н. Константинов, 1967).

У разных сельскохозяйственных культур коэффициент использования лучистой солнечной энергии различен — от 1 до 5% (табл. 1).

Таблица 1

Усвоение солнечной энергии различными растениями (по А. Г. Дояренко, 1966)

Культура	Количество солнечной энергии, полученное культурой за вегетационный период, млн. б. кал. на 1 га	Калорийность урожая, млн. б. кал. на 1 га	Технический коэффициент использования солнечной энергии
Озимая рожь	3330	4462	2,42
Овес	2424	4357	2,74
Картофель	2621	4264	2,38
Клевер	1779	4757	2,18
Вика	1538	4657	1,98
Свекла сахарная	2501	4558	1,94
Лен	1796	6552	3,61
Люпин	1628	5191	4,79

Интенсивность поглощения солнечной энергии различными растениями и в течение периода вегетации одним растением различна. Подсчитано, что в начале вегетации, когда листовая поверхность мала, коэффициент использования солнечного света тоже невелик. Он достигает максимума в момент массового цветения и частичного плодообразования (до 8—10%) и снова снижается в период созревания урожая. В среднем растения накапливают до 25% органического вещества от массы листьев, или 10—20 г на 1 м² листовой поверхности, в сутки. Причем 20—25% накопленного органического вещества расходуется в процессе дыхания растений.

Таким образом, задача агротехники состоит в том, чтобы повысить коэффициент использования солнечного света растениями путем усиления у них ростовых процессов и ассимиляции. А. Г. Дояренко считает, что повысить использование энергии солнечного луча растением можно лишь при уменьшении транспирации и освобождении энергии для синтетической работы.

На улучшение использования солнечного света и освещенности сельскохозяйственными культурами влияют выбор способов посева и создание нужной густоты стояния, изменение сроков посева, выбор правильного направления рядков при посеве и экспозиции склона в зависимости от вида культуры, применение посева промежуточных культур, покровных и смешанных посевов, использование искусственного освещения.

Способ посева и густоту стояния растений можно варьировать в широких пределах в зависимости от вида и сорта сельскохозяйственной культуры, характера ее использования (на зерно, клубни, корнеплоды, волокно или зеленую массу) и плодородия почвы. Например, если выращивают такие прядильные культуры, как лен, коноплю, джут или кенаф, для получения семян, то способ посева и густота стояния растений устанавливаются с таким расчетом, чтобы все растения равномерно и хорошо освещались в течение вегетации. Если эти культуры выращивают для получения волокна, то преднамеренно сужают рядки и повышают густоту стояния, с тем чтобы вырастить более длинные и тонкие стебли, а следовательно, и волокно. Увеличение густоты стояния хлопчатника может привести к снижению урожая хлопка-сырца на плодородных землях и, наоборот, к повышению его на землях бедных при недостатке воды и питательных элементов в почве.

Замечено, что рост, развитие и урожайность растений зависят от выбора направления рядков — с севера на юг или с востока на запад. Если растения посеять на рядках, направленных с севера на юг, они получат больше радиации при преобладании длинноволновых лучей, а если их посеять на рядках, направленных с запада на восток, они получат меньше радиации с максимумом в околополуденные часы и преобладанием коротковолновых лучей (Б. И. Виткевич, 1941, 1946). В то же время при выборе направления рядков для посева необходимо учитывать комплекс условий: климатическую зону, биологию и характер использования культуры, плодородие почвы и др. Экспозиция склона также имеет порой решающее значение в получении высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Светолюбивые растения рекомендуется выращивать на южных, а теневыносливые — на северных, восточных и западных склонах.

Существенную роль в полноценном использовании солнечной энергии играют промежуточные, покровные и смешанные посевы сельскохозяйственных культур. Посев промежуточных культур позволяет использовать солнечную энергию в тот период года, когда поля свободны от основной культуры. Особенно большие перспективы в этом отношении имеются в южных районах, где в осенне-зимний и ранневесенний периоды на полях можно выращивать высокие урожаи зеленой массы ржи, горчицы, рапса и других культур, используемой как зеленое удобрение под хлопчатник, рис, кенаф или кукурузу или на корм скоту ранней весной, когда нет других источников зеленого корма.

В покровных посевах одна сельскохозяйственная культура высевается под покровом другой, с тем чтобы получить бóльший выход продукции (а следовательно, повысить процент использования солнечных лучей) с единицы площади (например, посев ячменя или овса с люцерной, после уборки зерновой культуры люцерна остается на поле на 2—3 года) или уменьшить интенсивность солнечной инсоляции основной культуры (на посевах огурцов высева-

ют кулисы из кукурузы или подсолнечника). Смешанные посевы (например, бобовых и мятликовых) также способствуют увеличению коэффициента использования солнечной энергии.

Все более широкое распространение в земледелии получает светокультура растений, т. е. выращивание сельскохозяйственных растений (овощей, цитрусовых, зеленой подкормки для птицефабрик, цветов и др.) при искусственном освещении в закрытых помещениях — в теплицах, оранжереях, фитотронах. Причем, светокультуру применяют сейчас не только в северных районах страны, но и почти во всех хозяйствах, расположенных близ городов, промышленных центров, чтобы обеспечить население свежими овощами в зимне-весенний период.

Широко применется светокультура и в селекционной работе. Благодаря использованию фитотронов вдвое ускорился процесс выведения новых сортов культур, так как появилась возможность возделывать наиболее перспективные линии сортов и в осенне-зимне-весеннее время.

ТЕПЛО

Интенсивность основных жизненных процессов в растении — фотосинтез, дыхание и транспирация — зависит от температуры окружающей среды. Наилучшие условия создаются при оптимальной температуре, когда скорость биохимических реакций достигает максимума. В то же время разнообразие растений обусловливает широкий диапазон температур (минимальных, оптимальных и максимальных) их жизнедеятельности. Как правило, растения южных районов произрастания (хлопчатник, рис, кунжут, арахис и т. п.) требуют для прохождения всех фаз развития более высоких температур, чем растения северных (зерновые колосовые) или высокогорных (люцерна) районов.

Главный источник тепла для растений — солнечная радиация. На поверхность земли в одну секунду поступает такое количество солнечной энергии, какое могло бы выделиться при сжигании 11600 биллионов тонн угля.

Суммарная потребность растений в тепле за весь вегетационный период определяется длиной вегетационного периода данной культуры и оптимумом потребной для нее суточной температуры. Кроме того, она зависит от сорта, режима питания, метеорологических условий, продолжительности вегетационного периода и рельефа местности. Сумма среднесуточных температур для пшеницы 1600—2200°С, ржи —1700—2100, овса —1900—2300, картофеля —1300—3000, сахарной свеклы —2400—3700, риса —3000—4500, хлопчатника —3500—5000°С.

Высеянные семена нуждаются в притоке тепла для протекания ферментативных процессов, прорастания, появления всходов и дальнейшего их роста и развития.

Растениям вредны не только низкие температуры (ниже указанных в табл. 2 пределов), но и слишком высокие. Так, овес при

6—8°С образует корней в 1,5 раза больше, чем при 12—14°С. При повышенных температурах приостанавливается рост клубней картофеля, картофель «вырождается», и эта мелкоклубнистость закрепляется в наследственных признаках растений. Поэтому в жарком климате картофель сажают либо очень рано, либо сравнительно поздно, чтобы период образования клубней приходился на прохладные месяцы.

Таблица 2

Минимальные и оптимальные температуры почвы для прорастания семян и появления всходов (по С. А. Воробьеву и др., 1972)

Культура	Прорастание семян		Появление всходов	
	Минимальная	Оптимальная	Минимальная	Оптимальная
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, клещевина	10 — 12	—	12 — 13	—
Хлопчатник, арахис, кунжут, рис	12 — 14	37 — 45	14 — 15	18 — 22

Хлопчатник, наоборот, дает наибольшие раносозревающие урожаи в годы с сухим и жарким периодом вегетации. Однако и для него есть максимальные температуры. Так, в опытах Н. А. Тодорова наибольшее накопление клетчатки в коробочках происходило при температуре 36°С, а температура выше этого предела уже приостанавливала данный процесс.

В некоторых странах (Йемен, Эфиопия и др.) с жарким, сухим летом очень трудно получать урожаи зерна кукурузы, кунжута, овощей, и их выращивают только в зимний период. Происходит это из-за очень быстрого высыхания пыльцы и рылец цветков, в результате чего не бывает оплодотворения и завязывания плодов. Опадение бутонов и завязей у хлопчатника наблюдается в ряде районов Средней Азии, когда дуют гармсили — горячие, сухие ветры.

Температура, как и световой фактор, в большинстве случаев определяет районирование растениеводческих отраслей в стране, а также сроки посева и выращивания сельскохозяйственных культур в пределах каждого района и даже отдельного хозяйства. Так, в Ташкентской области с конца февраля по май посев основных культур проводится в следующей последовательности: люцерна, свекла, картофель, кукуруза, хлопчатник, рис. Это в определенной степени способствует более рациональному использованию сельскохозяйственной техники, снимая пики нагрузки на тракторный парк в посевной период.

Температура почвы существенное влияние оказывает на развитие почвенных микроорганизмов, на водный, воздушный и питательный ее режим. Температурные колебания служат важным фактором воздушного обмена между почвой и атмосферой. Большое агротехническое значение имеет промораживание почвы, так как периодическое замерзание и оттаивание воды в почвенных порах способствует постепенному разрушению крупных комков и глыб до структурных агрегатов. В то же время иногда промораживание почвы (при сильном насыщении ее водой) приводит к выпиранию озимых, а также к снижению водопроницаемости почвы и растворимости вредных солей при промывках засоленных земель.

Каким же образом регулируется тепловой режим растений и почвы?

В зонах, где ощущается недостаток тепла для выращивания растений, необходимо повышать температуру приземного воздуха и почвы; в зонах же с избыточным поступлением тепла, превышающим максимально допустимые пределы для растений,— снижать вредное действие избытка тепла на растения.

В северных районах, чтобы полнее использовать солнечную радиацию, рекомендуется размещать растения в соответствии с рельефом: теплолюбивые растения размещают на южных склонах или на почвах с низкой теплоемкостью, быстрее прогревающихся под солнцем; холодостойкие — на северных склонах и в низинах, где почва хуже прогревается. Для лучшего прогревания практикуются посевы на гребнях и грядах. Разница в температуре почвы с гребнистой и ровной поверхностью достигает 5°С на глубине 5 см и 2,5°С— на глубине 10 см.

Обработка почвы также улучшает поступление солнечного тепла. Поэтому в районах хлопководства весной рекомендуется чаще и глубже проводить культивацию хлопчатника.

Темные предметы, как известно, лучше и быстрее прогреваются солнцем. Это свойство находит применение в земледелии: поверхность почвы покрывают различными темными материалами (мульчей) — темной бумагой, перегноем, торфом или угольной пылью. Так, в опытах Н. И. Макаревского (Ленинградская область) при покрытии участков ацетилцеллюлозной пленкой максимальная температура почвы в ясные дни повышалась на глубине 5 см на 10°С, а на глубине 20 см — до 6°С.

В практике овощеводства для покрытия в поле рядков ранних овощей широко используется прозрачная пленка (высота купола покрытия 50—60 см). Созревание овощей под этой пленкой происходит на 1—1,5 месяца раньше, чем в открытом грунте. В этом случае проявляется так называемый «парниковый эффект»— из-за отсутствия циркуляции воздуха и задержки тепловых излучений почвой разница в температуре закрытого и открытого грунтов порой достигает 8—10°С.

Органическое вещество (навоз, торф, опилки, отходы после очистки курака и т. п.), внесенное в почву, при разложении термофильными бактериями дает 3—4 млн. больших калорий тепла на

1 тонну органических удобрений. Это свойство навоза издавна используется при выращивании рассады овощей в парниках и для их утепления при выращивании на грядках.

Некоторые хозяйства для обогрева почвы теплиц или парников используют отработанную теплую воду с промышленных предприятий или воду термальных источников. Подсчитано, что при разнице температур (вода — почва) в 1° и норме полива 1000 м³/га в почву перейдет 1 млн. больших калорий тепла.

На большей территории сельскохозяйственных угодий СССР для улучшения теплового и водного режима почв применяется снегозадержание. Под снегом почва меньше промерзает, и температура ее стабилизируется в пределах —5 ... 10°, что благоприятно сказывается на посевах озимых культур (табл. 3).

Таблица 3

Температура поверхности почвы под покровом снега в 13 часов (по С. А. Воробьеву, 1972), °С

Время года	Толщина снежного покрова, см			Температура поверхности снега
	20	40	60	
Январь	—11,1	—8,5	—6,3	—22,6
Февраль	—9,2	—5,2	—4,2	—18,7

Весной в некоторых районах случаются поздние заморозки, наносящие вред сельскохозяйственным культурам. Такие заморозки предупреждают устройством дымовых завес, предохраняющих почву от лучеиспускания и переохлаждения.

Предупредить перегрев почвы и припочвенного воздуха можно с помощью затенения поверхности основной культуры перемежающимися посевами высокостебельных растений, мульчирования поверхности светоотражающими материалами, проведения поливов, особенно дождевания.

Такие мелиоративные мероприятия, как посадка полезащитных лесных полос, строительство прудов и водоемов, посев трав, повышают относительную влажность воздуха и тем самым снижают отрицательное влияние повышенных температур (уменьшая интенсивность транспирации растений).

ВОЗДУХ

Воздух (атмосферный и почвенный) необходим как источник кислорода для дыхания растений и почвенных микроорганизмов, а также как источник углерода, который растения усваивают при фотосинтезе. В нем содержится также азот — один из необходимейших элементов питания растений, аммиак, окислы фосфора, серы и др.

Использование углекислого газа (CO_2) листьями и зелеными частями растений происходит главным образом из атмосферы в процессе фотосинтеза. По данным профессора А. В. Петербургско-

го, в течение часа на свету миллиграмм хлорофилла может связать 5 мг углекислого газа. За летний световой день лист накапливает около 25% своего веса новых органических веществ, 5—10% из них тратится в процессе дыхания. А. Г. Дояренко (1966) указывает, что около половины сухого вещества урожая растений приходится на долю углерода. Для получения единицы веса сухого вещества урожая потребуется 1,83 весовой единицы угольной кислоты, а для урожая в 1 кг с 1 м² площади (10 т с 1 га) при содержании в воздухе 0,03% угольной кислоты потребуется слой воздуха в 2033 м высотой.

Установлено, что повышение концентрации углекислого газа до 1% в атмосферном воздухе благоприятно влияет на рост растений. Поэтому при выращивании растений в закрытом грунте (теплицы, оранжереи, фитотроны, парники и пр.) можно искусственно подавать в приземную атмосферу углекислый газ. Внесение навоза и других органических удобрений также увеличивает содержание углекислого газа в атмосфере. Кроме того, опытами Института физиологии растений АН СССР установлено, что для фотосинтеза растения используют углекислый газ из почвенного воздуха, усваиваемого корнями. В то же время увеличение концентрации углекислого газа в почвенном воздухе допустимо до определенных пределов: содержание его свыше 1% вредно сказывается на развитии растений, зачастую приводит к их гибели.

Кислород необходим растению, во-первых, как составная часть органических соединений, образующихся в растении, и, во-вторых, как источник дыхания. Количество кислорода, необходимое для построения молекул органического вещества, сравнительно невелико. Здесь источником кислорода является вода и окисленные питательные элементы, поступающие в растение из почвы. Гораздо большее количество кислорода растение потребляет в процессе дыхания. Дыхание растительного организма — это окисление сахаров и жиров. Его можно представить в виде формулы:

$$C_6H_{12}O_6+6O_2=6CO_2+6H_2O+674 \text{ б. калорий.}$$

Продукты дыхания — углекислый газ, вода и тепловая энергия, необходимая для жизни растений. Единственным источником кислорода при этом служит воздух, как атмосферный — для надземных частей, так и почвенный — для подземных частей растений. Потребность в кислороде надземных частей растений сполна удовлетворяется в естественных условиях. Подземная часть растений не всегда нормально обеспечивается кислородом, и при его недостатке растения погибают (например, при длительном затоплении, когда кислород вытесняется из почвы водой). Из культурных растений только рис нормально развивается при постоянном затоплении водой, так как корни его сообщаются с атмосферным воздухом посредством полостей, соединенных с полым стеблем. Такие же приспособления имеют большинство болотных растений. По данным А. А. Кудрявцевой (ТСХА), в среднем корни растений потребляют 1 мг кислорода на образование 1 г органического веще-

ва. Кислород нужен и для прорастания семян, посеянных в почву, а также для аэробной микробиологической деятельности. При недостатке в почве кислорода происходят анаэробные микробиологические процессы, ухудшающие условия жизни растений.

Состав воздуха постоянно меняется. Причиной изменчивости являются происходящие на земле геологические и биологические процессы и деятельность человека. Решающее значение в изменении состава почвенного воздуха принадлежит растениям и микроорганизмам. В почвенном воздухе всегда содержится повышенное количество углекислого газа, выделяемого при дыхании корней и микробиологических процессах (разложение отмерших корней, запаханной дернины, растительных остатков, органических удобрений, гумуса и других органических веществ). Одновременно количество кислорода в почве, который усваивается корнями растений, аэробными микробами и другими живыми существами, непрерывно уменьшается. Содержание кислорода в разных типах почв может снижаться до 2—3%, а количество углекислого газа — увеличиваться до 10% и более.

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. В результате рациональной подготовки почвы к посеву полевых культур разница в содержании кислорода между почвенным и атмосферным воздухом уменьшается (табл. 4).

Таблица 4

Содержание кислорода, углекислого газа и азота в суглинистых почвах ТСХА, %

Характер участка	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

В физическом отношении почва представляет собой трехфазную систему, состоящую из твердых веществ, воды и воздуха. Вода и воздух занимают поры и отверстия между твердыми частицами почвы. Следовательно, чем больше воды в почве, тем меньше места остается для воздуха, и наоборот. Чем меньше порозность и выше объемная масса почвы, тем меньше в ней воды и воздуха. Оптимальные пределы величины объемной массы почвы для нормального сочетания этих фаз —1,2—1,4 г/см³ для хлопчатника.

Изменения в составе почвенного воздуха связаны с изменениями температуры, влажности и аэрации почвы. Между почвенным воздухом и атмосферой происходит постоянный газообмен под влиянием суточных и сезонных колебаний температуры, ветровой дея-

тельности, выпадения осадков, диффузии и других причин. В процессе газообмена почвенный воздух постоянно обновляется, содержание углекислого газа при этом уменьшается, а кислорода — увеличивается. Если бы в природе не существовал постоянно действующий газообмен между атмосферой и почвой, то накопление углекислого газа достигло бы такой концентрации, при которой жизнь растений стала бы невозможной. Только урегулированием газообмена добиваются оптимальных условий для развития и получения хороших урожаев полевых культур.

Приемы агротехники, направленные на создание окультуренного, мелкокомковатого пахотного слоя с благоприятным строением, способствуют улучшению воздушного режима. К таким приемам относятся: высококачественная обработка с углублением пахотного слоя; создание мелкокомковатой и прочной структуры; рыхление почвенной корки; культивация после выпадения большого количества атмосферных осадков и после проведения поливов культур; дренаж при избыточном увлажнении почвы и близком залегании грунтовых вод; щелевание почв, подверженных заплыванию; гребневые и грядковые способы обработки почвы, посева и возделывания сельскохозяйственных культур.

ВОДА

Вода — один из важных факторов жизни растений. В растительном организме ее содержится от 75 до 90%, а в некоторых органах (главным образом в молодых плодовых) — и до 98%. Вода входит в состав протоплазмы и ядра клетки. Она необходима растениям с первых дней их развития. Для того чтобы семена, попавшие в почву, проросли, они должны впитывать определенное количество влаги, которое зависит от вида растения, его происхождения и размера семени. Так, для прорастания семян пшеницы требуется 48—57% воды по отношению к массе воздушно-сухого семени, кукурузы —40, гороха —114, проса —33, люцерны —140, хлопчатника —90%. В последующие фазы развития расход влаги растениями увеличивается.

Влага нужна растениям прежде всего как источник химических элементов, входящих в состав синтезируемых органических веществ. Она является средой, в которой растворены элементы питания растений и происходят биохимические процессы. 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.

Течение фотосинтеза зависит не только от степени раскрытия устьиц, но и от содержания воды в листьях. С потерей воды в растительных тканях усиливается дыхание, что при одновременном ослаблении фотосинтеза приводит к уменьшению запасов углеводов и гибели растения.

Процесс испарения воды сопровождается затратой тепла. Поэтому при испарении снижается температура растительных тканей, и растение тем самым защищает себя от перегрева.

Потребность растений в воде определяется их происхождением, а также конкретными почвенно-климатическими условиями зоны произрастания. По этому признаку все растения делятся на ксерофиты, гидрофиты, гигрофиты, мезофиты. *Ксерофиты* —наиболее засухоустойчивые растения, произрастающие в жарких полупустынях и сухих степях. К ним относятся, например, саксаул, верблюжья колючка, полынь, изень и др. *Гидрофиты* — водолюбивые растения, населяющие влажные луга и леса. К ним относятся водоросли, тростник, рис, камыш. *Мезофиты* занимают промежуточное место между ксерофитами и гигрофитами. Они преобладают в умеренных странах. К ним относится большинство культурных растений. Одни из них требуют больше воды, другие — меньше. Так, на 1 гектаре посева пшеницы расходуется примерно 2000—3500 м³ воды, кукурузы —5000—6500, сахарной свеклы — 3000—5000, клевера —7000—7500, хлопчатника —6500—8000, люцерны — 8000—10000 м³.

Для характеристики потребности растений в воде пользуются транспирационным коэффициентом. *Транспирационный коэффициент* — это количество единиц воды, расходуемых растением на образование весовой единицы сухого вещества. Величина транспирационного коэффициента у разных видов сельскохозяйственных культур неодинакова. Так, у многолетних трав, риса она выше, у однолетних мятликовых, особенно просовидных культур,— ниже (табл. 5). Величина транспирационного коэффициента также за-

Таблица 5

Транспирационные коэффициенты некоторых культурных растений (по С. А. Воробьеву и др., 1972)

Культура	Место определения				
	Московский с/х ин-т (Шредер)	Безенчукская опытная станция (Куйб. обл.)	Штат Колорадо США (Бригги Шанц)	Германия (Гельригель)	Саратовская опытная станция (Тулайков)
Рожь	349	—	685	377	215
Пшеница	390	411	513	359	436
Ячмень	470	382	534	330	—
Овес	391	431	597	401	—
Горох	306	—	—	292	—
Кукуруза	178	239	368	—	276
Просо	190	267	293	—	248
Лен	410	—	905	—	—
Красный клевер	—	—	797	330	—
Люцерна	—	586	831	—	—
Хлопчатник	—	—	646	—	—
Рис	—	—	710	—	—

висит от метеорологических (интенсивность освещения, относительная влажность и температура воздуха, сила ветра) и почвенных условий (влажность и плодородие почвы). При интенсивном освещении продуктивность фотосинтеза повышается, а транспирационный коэффициент снижается. Чем ниже относительная влажность воздуха, тем выше транспирационный коэффициент, так как происходят большие потери непродуктивной влаги. И, наоборот, в атмосфере, насыщенной водяными парами, транспирационный коэффициент снижается до минимума.

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

С повышением температуры воздуха транспирация усиливается, но транспирационный коэффициент не всегда увеличивается пропорционально. Если температура почвы и воздуха возрастает до оптимальных пределов, когда резко повышается продуктивность фотосинтеза, то транспирационный коэффициент соответственно снижается.

Повышение влажности почвы не обязательно сопровождается соответствующим усилением интенсивности транспирации. Так, в опытах американского ученого Уидето с увеличением подачи оросительной воды в пять раз транспирационный коэффициент повышался в полтора раза, а с увеличением оросительной воды в 10 раз — в два раза.

Исследованиями Рыжова С. Н. установлена зависимость величины транспирационного коэффициента и общего расхода воды от плодородия почвы, т. е. от концентрации почвенного раствора, из которого растения потребляют воду и элементы питания. Чем выше плодородие почвы, тем больше в почвенном растворе содержится элементов питания, тем ниже транспирационный коэффициент и тем выше урожай. Так, на высокоплодородных почвах при высоком урожае хлопка-сырца (40—50 ц/га) и умеренной подаче воды коэффициент транспирации составляет 400—500, а при низком урожае на малоплодородных почвах он возрастает до 800—1000 единиц.

Потребность в воде одного и того же растения изменяется по фазам развития. Периоды наибольшей потребности растений в воде называют критическими. Для зерновых хлебов это период выхода в трубку — колошение; для сорго и проса — колошение, налив зерна, для кукурузы — цветение, молочная спелость, для хлопчатника — цветение, плодообразование и т. д. Именно в эти периоды необходимо максимально обеспечивать растения потребным количеством влаги, иначе можно потерять значительную часть урожая сельскохозяйственных культур.

Снабжение культурных растений почвенной влагой находится в прямой зависимости от зоны их выращивания. По А. Н. Костякову, на территории нашей страны выделяют три зоны увлажнения: избыточное, неустойчивое и недостаточное. В соответствии с этим

меняются и приемы регулирования водного режима. При избыточном увлажнении рекомендуется проводить осушительные работы (дренаж) и специальные приемы обработки почвы и посева (кротование почвы, узкозагонная вспашка с направлением борозд под углом к склону, гребневые посевы). При недостаточном и неустойчивом увлажнении с целью накопления, сохранения и бережного использования влаги атмосферных осадков применяют следующие агротехнические приемы: правильная обработка почвы, посев трав, внесение органических удобрений, снегозадержание, задержание талых вод с помощью правильной организации территории, чересполосного чередования пара и сельскохозяйственных растений, обвалования поперек склонов, своевременное рыхление почвы и уничтожение сорняков, мульчирование. Для улучшения микроклимата полей, повышения относительной влажности воздуха, снижения скорости ветра и температуры воздуха пользуются такими лесомелиоративными приемами, как посадка полезащитных лесных полос, строительство прудов и водоемов.

Наиболее действенным способом регулирования водного режима в засушливых районах является искусственное орошение, позволяющее снабжать растения водой в периоды, когда естественные запасы ее в почве истощаются.

ЭЛЕМЕНТЫ ПИТАНИЯ

В процессе жизнедеятельности растения потребляют из окружающей среды различные химические элементы и продукты жизнедеятельности микроорганизмов. Это элементы питания, из которых растения строят свое тело. Всего в настоящее время в растениях обнаружено до 85 различных химических элементов. При недостатке любого из этих элементов нарушается жизнь растений, снижается урожай или гибнут посевы.

По данным М. В. Каталымова, средний химический состав молодых растений характеризуется следующими цифрами (% по отношению к сухому веществу): углерод —42,1; кислород —37,9; водород —5,5; азот —4,3; сера —0,3; фосфор —0,1; магний —0,3; калий —5,5; кальций —0,6; железо —0,03; марганец —0,01; бор —0,001; медь —0,001; цинк —0,002; молибден —0,0002.

Потребляемые растениями элементы можно разделить на три группы: макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. Макроэлементы (азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо) нужны растениям в значительном количестве: они составляют более 0,02% от веса растений.

Микро- и ультрамикроэлементы (бор, марганец, медь, цинк, молибден, йод, кобальт, стронций, ванадий, серебро, титан, уран и др.) требуются растениям в небольших (соответственно менее 0,02% и менее 0,001%) количествах.

Подробно значение отдельных элементов в жизни растений рассматривается в главе III «Минеральные удобрения».

ГЛАВА II. РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Высокий урожай сельскохозяйственных культур, хороший хозяйственный и экономический эффект можно получить, если удовлетворяется потребность растений в основных факторах жизни: свете, тепле, питательных элементах, воздухе и воде. Основной источник воды для растений — почвенная влага. В засушливых климатических зонах, где атмосферные осадки не создают нужного запаса почвенной влаги, снабжение растений водой приобретает особенно большое значение. Задачу решают путем искусственного орошения и проведения других мелиоративных работ.

Потребность в орошении, зависящую от засушливости климата можно характеризовать коэффициентом увлажненности $K=\frac{o_c}{\varepsilon_o}$, где O_c— количество осадков; ε_o—испаряемость (объем воды, который испаряется с открытой водной поверхности).

Районы, где $K>1{,}4$, относят к зоне избыточного увлажнения, где $K=0{,}6...1{,}4$— к зоне неустойчивого и где $K<0{,}6$ — к зоне недостаточного увлажнения.

В искусственном орошении нуждаются в основном земли недостаточного и в меньшей мере — неустойчивого увлажнения. В Средней Азии в зоне пустыни количество осадков составляет 100—150 мм/год, испаряемость 1300—1700 мм/год, а коэффициент увлажненности от 0,06 до 0,12. По степени увлажненности это крайне засушливая, или экстрааридная, зона.

В зимне-весенний период в почвах зоны пустыни накапливается небольшое количество доступной для растений влаги, которая полностью расходуется уже к началу лета. В этой зоне произрастает растительность, приспособленная к условиям крайне засушливого климата.

Вследствие малого количества осадков и расхода всей почвенной влаги на испарение из почвы не вымываются легкорастворимые соли, и уже на небольшой глубине их может быть очень много. При близком залегании грунтовых вод они накапливаются в большом количестве в верхнем слое почвы, приводя к ее засолению.

В орошаемых оазисах аридной зоны заметно увеличивается содержание паров воды в приземных слоях воздуха, в результате чего смягчается климат, уменьшаются колебания температуры воздуха. Изменение влажности воздуха над орошаемыми полями, занятыми различными сельскохозяйственными растениями (хлопчатником, люцерной, рисом), зависит от интенсивности испарения воды, а также от высоты и характера растительного покрова и создает особый различный микроклимат на площадях, занятых этими культурами.

Орошением улучшают неблагоприятный естественный водно-солевой и питательный режимы почвы, изменяют в известной мере климат территории и создают оптимальные условия для развития культурных растений и получения высокого урожая.

В зависимости от физиологических особенностей, мощности развития корневой системы и наземных органов растения в разные периоды жизни предъявляют различные требования к влажности почвы и расходуют неодинаковое количество воды. Необходимость в каждую фазу развития растений поддерживать влажность почвы на определенном уровне, зависит также от хозяйственных требований, предъявляемых к растениям,— вида урожая (зерно, волокно или зеленая масса). Для удовлетворения всех этих требований надо установить наилучшие сроки (число) поливов и определить количество воды, которое нужно подавать на поля.

Следовательно, *режим орошения* — это количество поливов, сроки их проведения и затраты воды, необходимые для создания благоприятных условий влажности, солевого и питательного режима почвы и получения максимального хозяйственного эффекта от возделывания сельскохозяйственных культур. Разработанные режимы орошения позволяют решать такие важные задачи, как проектирование ирригационных систем, их правильная эксплуатация, планирование водопользования на ирригационных системах и внутри хозяйств, а также служат известным ориентиром для назначения сроков полива на конкретных полевых участках.

Изучением оптимального режима орошения сельскохозяйственных культур занимаются исследовательские, проектные институты и водохозяйственные организации в республиках, где развито орошаемое земледелие. В различных природных зонах этих республик создана сеть опытных сельскохозяйственных станций, где работы по режиму орошения ведутся в комплексе с другими агротехническими и мелиоративными исследованиями. Работы по режиму орошения ведутся также в производственных условиях — в колхозах и совхозах. В результате накоплен обширный экспериментальный материал и проделана большая работа по обобщению и теоретическому обоснованию оптимального режима орошения сельскохозяйственных культур для природных зон и районов республик Средней Азии.

ТРАНСПИРАЦИЯ, ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ И СВЯЗЬ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

Растения забирают из почвы и испаряют через листья (этот процесс называется *транспирацией)* большое количество воды, особенно в условиях сухого жаркого климата. Один куст хлопчатника за весь вегетационный период испаряет до 100—150 кг воды, т. е. масса израсходованной воды в сотни раз превышает сухую массу самого растения. Расход воды на транспирацию с одного гектара орошаемого хлопчатника может достигать 10 000 м³, что составляет слой высотой 1 м. Такой большой расход воды на транспирацию в условиях сухого жаркого лета необходим в основном для регулирования температуры и устранения опасности перегрева сильно развитого лиственного аппарата, с помощью которого растения поглощают солнечную энергию и углекислый газ из атмосферы в

процессе фотосинтеза. Листья хорошо развитой растительности образуют сплошной и в то же время хорошо проницаемый многоярусный покров, суммарная поверхность которого в несколько раз больше закрываемой им площади почвы. На транспирацию воды листьями расходуется более 80% всей поглощенной их поверхностью солнечной радиации.

Ослабление транспирации, например при недостатке влаги в почве, может привести к перегреву всех тканей растения, разрушению протоплазмы живых клеток и их гибели.

Интенсивность испарения влаги листьями, которое происходит через открытые устьица, обусловливается наличием в их паренхимной ткани сильно разветвленных межклеточников с громадной внутренней поверхностью, превышающей наружную в 15—30 раз, а также насыщенностью этих клеток водой. Это является одновременно и обязательным условием для нормального протекания фотосинтеза, других физиологических процессов и снабжения растений питательными элементами.

В результате транспирации температура тканей растений понижается на несколько градусов. Многие наблюдали, что летом температура поверхности нагретой на солнце почвы настолько высока, что обжигает босую ногу, а температура почвы, покрытой травой, значительно ниже. В условиях влажного прохладного климата, где опасность сильного нагрева листьев незначительна, интенсивность транспирации в несколько раз меньше.

Транспирация в период интенсивной вегетации растений и накопления ими зеленой массы зависит от ряда метеорологических факторов: солнечной радиации, температуры и сухости воздуха, продолжительности светового дня и скорости ветра, а также от капиллярных свойств почвы. Она увеличивается с поднятием солнца, достигая максимума в полуденные часы. Суточная или декадная величина транспирации достигает наибольшего значения в месяцы с самой высокой температурой.

Зависимость транспирации от метеорологических факторов осложняется анатомическими и физиологическими особенностями растений. Так, разница в величине дневной и ночной транспирации значительно больше (ночью она ничтожно мала), чем разница в величине дневного и ночного испарения с непокрытой растительностью поверхности почвы. Это объясняется тем, что степень освещенности влияет на открытие устьиц клеток листа, интенсивность потоков молекул углекислого газа, кислорода и паров воды, а источником энергии для транспирации является только прямая и рассеянная солнечная радиация, тогда как при ночном испарении из почвы источником энергии может служить также и высокая температура почвы и воздуха.

В период усиленного вегетативного развития растений при наличии достаточной влаги в почве количество расходуемой воды растениями (суточный и сезонный ход ее изменения) достаточно хорошо отражает изменение интенсивности поглощаемой поверхностью солнечной радиации и других метеорологических факторов.

В период созревания растений в связи со старением клеток, изменением свойств протоплазмы и функций различных органов интенсивность транспирации снижается, исчезает тесная связь между ней и метеорологическими факторами. Это свидетельствует о том, что на транспирацию существенное влияние оказывают не только внешние факторы, но и характер протекания физиологических процессов.

Соответственно мощному испаряющему аппарату растения имеют такую же мощную и хорошо развитую корневую систему, проникающую в почву на значительную глубину (до 1,5—2,0 м и больше) и обеспечивающую поступление нужного количества воды в растение. Общая длина корней одного растения со всеми разветвлениями достигает десятков и сотен километров. Их всасывающая поверхность очень велика вследствие сильного развития на корнях тонких волосков.

Испарение воды листьями, создавая дефицит влаги в их клетках, обусловливает непрерывный ток водных растворов из почвы благодаря согласованной работе поглощающего и испаряющего воду аппаратов.

ДВИЖЕНИЕ ВЛАГИ В СИСТЕМЕ ПОЧВА — РАСТЕНИЕ — АТМОСФЕРА

Движение влаги в почве, ее доступность для растений

Транспирация и испарение воды из почвы в атмосферу составляют на суше в среднем слой толщиной 540 мм/год и существенно влияют на формирование климата и условия возделывания сельскохозяйственных культур. Эти процессы обычно рассматриваются совместно как результат движения влаги в системе почва — растение — атмосфера.

Движение влаги в системе почва — растение — атмосфера происходит под действием различных сил: молекулярных, капиллярных и гравитационных, возникающих в почве, тканях растений и атмосфере. Эти силы создают различные градиенты давления внутри системы, вызывая движение водных растворов от точек, где давление больше, к точкам, где оно меньше, преодолевая при этом сопротивления, которые развиваются в почве, в тканях растений и на границе между испаряющей поверхностью и атмосферой.

Влага движется в порах, представляющих собой сложную, пронизывающую всю почву сеть отверстий неправильной формы и разного, но преимущественно очень малого диаметра — от сотых и до тысячных долей миллиметра, непрерывно связанных между собой. При наличии достаточного количества влаги в порах образуются соединяющиеся и разъединяющиеся тонкие струйки, из которых формируется общий поток воды и создается возможность передачи в нем гидродинамических давлений во всех направлениях и на значительные расстояния.

Очень малые размеры твердых частиц — диаметром от сотых до тысячных долей миллиметра, из которых состоит почва, и такой же малый диаметр пор определяют особые физические и водные

свойства почв. Так, скорость движения воды в суглинистых почвах вследствие значительного сопротивления в порах измеряется долями метра в сутки или равна 1—2 м/сут, т. е. она примерно в 100—200 тысяч раз меньше скорости движения воды в каналах. Движение воды в почве происходит не только вертикально вниз, но и вверх, и в стороны. Почва способна удерживать в порах большое количество влаги в состоянии равновесия в течение длительного времени. Например, накопленная в почве осенью, зимой или весной от запасных поливов вода может быть использована растениями летом, что позволяет получать дружные всходы растений и оттянуть срок первого полива.

Удельный объем почвенных пор, или пористость, равная отношению объема пор к объему образца почвы, выражается в процентах. Пористость почв достигает 30—70%, например, пористость средних суглинистых почв — около 50%, т. е. половину объема ее составляют пустоты, заполненные водным раствором и воздухом. Поэтому количество воды, которое почва может накопить и удержать, велико. В слое почвы глубиной 1 м площадью 1 га содержится 3000—4000 м³ воды.

Для почвы как всякой дисперсной системы характерна большая суммарная поверхность составляющих ее очень мелких частиц. Если взять кубик плотного тела объемом 1 см³, суммарная поверхность которого 6 см², и раздробить его на мелкие частички, диаметр которых равен среднему диаметру частиц глинистой почвы, то суммарная поверхность всех полученных мелких частичек будет составлять уже несколько сотен квадратных метров. Чем сильнее раздробленность вещества и мельче частицы, тем больше их удельная суммарная поверхность в единице объема. Удельная суммарная поверхность частичек глинистой почвы больше, чем суглинистой, а последней — больше, чем супесчаной и песчаной. Суммарная поверхность частичек в образце тонкой глины весом 20 г примерно равна одному гектару.

Молекулы и ионы поверхностного слоя почвенных частичек обладают способностью поглощать и удерживать молекулы и ионы из водных растворов и молекулы газов из атмосферы и благодаря большой суммарной поверхности удерживают значительное количество различных веществ, в том числе питательных, нужных растениям.

Дисперсность почвы является причиной возникновения в ней упомянутых выше сил различного происхождения и величины, под действием которых происходит движение почвенной влаги, в чем легко убедиться на следующем о п ы т е.

Возьмем широкую стеклянную трубку, набитую почвой и обвязанную снизу марлей, и будем подавать сверху воду. Когда вода просочится до середины почвенной колонны или несколько ниже, прекратим полив. Продвижение влаги вниз будет происходить еще долго после того, как впитается вся поданная сверху вода.

Вода, которую почва не удерживает, стекает в более глубокие слои, заполняет самые крупные поры достаточно влажной почвы

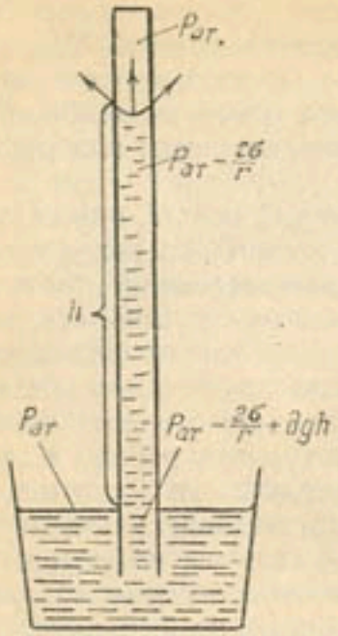
и движется по ним вниз под действием силы тяжести — гидростатического напора. Эта вода называется *гравитационной*. Так как другие действующие в почве силы не могут удержать гравитационную влагу, то растения ее используют лишь в очень небольших количествах, и она не учитывается как запас доступной для растений влаги.

Если теперь взять из трубки образец мокрой почвы, взвесить и высушить его при температуре 100°С до постоянного веса, затем определить влажность почвы (отношение веса потерянной при сушке воды к весу абсолютно сухой почвы), можно установить, что после стекания гравитационной воды в почве остается еще много влаги. В зависимости от характера почвы оставшаяся влага составляет 10—35% от массы сухой почвы. Эту влагу почва удерживает с различной силой. Для ее извлечения надо затратить работу и приложить силы не меньше тех, которые ее удерживают. Если влажную почву поместить в тонкопористый сосуд и подвергнуть центрифугированию с постепенным увеличением частоты оборотов, то она будет отдавать воду. Но даже при скоростях вращения, создающих силы, в несколько тысяч раз превосходящие силы гравитации, извлечь всю влагу из почвы не удастся. Небольшая часть оставшейся в почве воды образует очень тонкую пленку, удерживаемую силами молекулярного притяжения огромной величины на поверхности почвенных частиц, создавая давление до нескольких сотен тысяч атмосфер. Поэтому эта вода обладает незначительной подвижностью и недоступна растениям. Влияние этих сил распространяется однако на ничтожно малое расстояние, измеряемое тысячными и стотысячными долями миллиметра.

Часть молекул пленочной воды, которые прилегают непосредственно к поверхности твердых частиц почвы, могут быть поглощены из находящегося в воздухе пара. Это гигроскопическая влага. Она прочно удерживается на поверхности почвенных частиц молекулярными силами и может передвигаться, только переходя в парообразное состояние.

Когда количество пара в воздухе близко к максимально возможному (воздух насыщен парами), гигроскопическая влажность достигает наибольшей величины и называется максимальной гигроскопичностью (МГ). Максимальная гигроскопичность почв с большой суммарной поверхностью частиц (глинистых, тяжелых суглинков) значительно больше, чем почв легких (песчаных) и может достигать 8—10% от массы почвы, а песчаных — всего 0,5—1,5%.

Основное количество оставшейся влаги после стекания гравитационной воды удерживается капиллярными силами, возникающими в тонких порах только у поверхности, разделяющей влагу и воздух. Поскольку притяжение между молекулами воды и почвы больше, чем между самими молекулами воды, она смачивает почву, поднимаясь по стенкам пор, и приобретает форму вогнутого мениска. Силы поверхностного натяжения любой жидкости направлены по касательной к ее поверхности и стремятся уменьшить ее площадь. В случае вогнутой поверхности они приобретают на-



2. Капиллярное движение влаги.

правление, показанное на рис. 2. Под действием результирующей этих сил происходит всасывание воды в почву. Она поднимается в тонких порах, что создает под вогнутым мениском давление, которое меньше атмосферного.

Когда поры имеют вид трубок сферической формы, давление под вогнутым мениском определяется зависимостью

$$P=P_{ат}-\frac{2\sigma}{r}, \qquad (1)$$

где P— давление под вогнутым мениском, атм; $P_{ат}$—атмосферное давление; σ—поверхностное натяжение воды; $\sigma=0{,}0725$ Дж/м² (при 20°С); r—радиус сферической трубки, м.

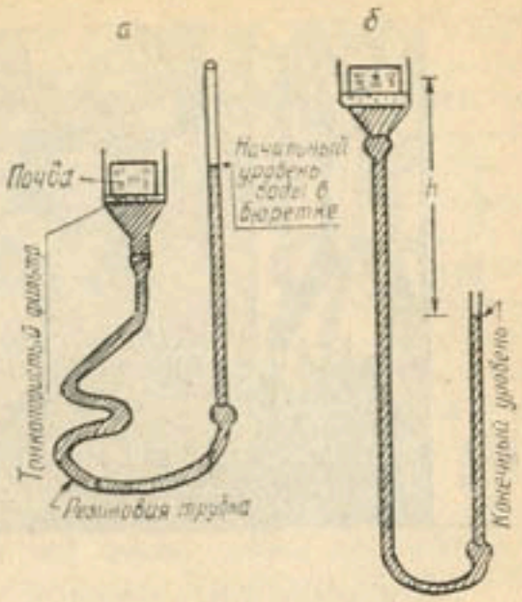
В технических расчетах атмосферное давление принимается равным нулю, поэтому давление, создаваемое капиллярными силами, меньше атмосферного и является отрицательным[1].

У основания трубки на уровне жидкости в широком сосуде с водой давление соответствует атмосферному. Оно уравновешивается давлением столба воды в трубке, равным ρgh (где ρ—плотность воды, g—ускорение силы тяжести), и под мениском меньше на эту величину. Следовательно, $\frac{2\sigma}{r}=\rho gh$, откуда

$$h=\left(\frac{2\sigma}{\rho d}\right)\frac{1}{r} \quad \text{(формула Жюрена)}. \qquad (2)$$

Величина σ при сравнительно небольших колебаниях температуры почвенной влаги в вегетационный период меняется в небольших пределах, поэтому ее значение при температуре 20°С можно считать средним. Тогда при диаметре пор, имеющих правильную сферическую форму, $\frac{4\sigma}{\rho d}=30\cdot10^{-6}$ м².

Чтобы извлечь из почвы капиллярную влагу, надо приложить силы и создать отрицательное давление, меньшее того, при котором происходит засасывание воды в почву. Если отсасывать из почвы влагу, создавая различные отрицательные давления, можно определить количество капиллярной воды, содержащейся в порах разного диаметра. Для создания сравнительно небольшого отрицательного давления в почвенной влаге можно воспользоваться капилляриметром Фишера (рис. 3). Он состоит из воронки, укрепленной на штативе, на дне которой находится герметически прикрепленная пластинка с очень тонкими порами (ультрафильтр). К воронке подсоединяют длинную резиновую трубку, заканчивающуюся стеклянной бюреткой. В воронку на тонкопористую пластинку кладут образец насыщенной влагой почвы. Весь прибор ниже тонкопористой пластинки заполняют водой, чтобы в нем не было пузырьков воздуха. В исходном положении (рис. 3, *а*) горизонт воды в бюретке находится на уровне почвы, и давление в почвенной влаге равно нулю (атмосферное). Опуская бюретку вниз (рис. 3, *б*), создаем в воде отрицательное давление, равное гидростатическому давлению столба жидкости высотой h, под действием которого почвенный образец отдает часть воды. Диаметр пор (принимаемый сферическим и называемый поэтому эквивалентным), из которых отсасывается вода, можно вычислить по формуле Жюрена, а количество содержащейся в них воды — по изменению ее уровня в бюретке. Меняя высоту бюретки, получим количество отсасываемой воды при разных h (табл. 6).



3. Капилляриметр Фишера.

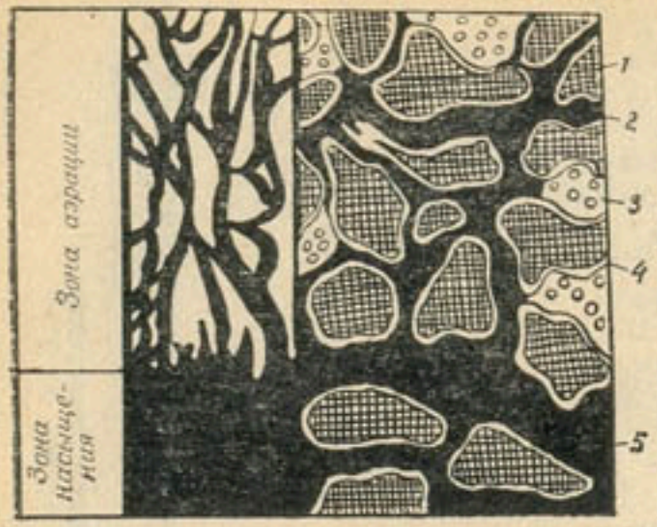
Таблица 6

Результаты отсасывания влаги из почвы под действием отрицательного давления (по С. В. Астапову)

Отрицательное давление, см	Эквивалентный диаметр пор, м	Получено воды, %
150	0,02	23
150 — 60	0,02 — 0,05	32
60 — 30	0,5 — 0,10	31
30 — 15	0,10 — 0,20	12
Меньше 15	Больше 0,20	2

В почве можно выделить зону аэрации, где в порах имеются и вода, и воздух, возникают капиллярные силы и отрицательные давления, вызывающие всасывание воды в почву, и зону насыщения, где поры полностью заняты водой (обычно ниже уровня грунтовой воды). В последней капиллярные силы отсутствуют, движение воды происходит под действием положительного (больше атмосферного) давления, которое вытесняет воду из почвы в грунт,

[1] Величину отрицательного давления обычно называют *потенциалом почвенной влажности*, или *сосущей силой почвы* (ССП). Так как отрицательное давление в тканях растений обычно приравнивают к сосущей силе клеток листьев, то в системе почва—растение удобно пользоваться термином «сосущая сила почвы».



4. Формы воды и почвы:

1 — почвенная частица; *2* — капиллярная вода в тонких порах; *3* — воздух в крупных порах; *4* — пленочная вода вокруг твердых частиц; *5* — гравитационная вода в крупных порах

в грунтовую воду, а затем в понижения или дрены. Положительное давление в зоне насыщения увеличивается с глубиной — приблизительно на 1 атм через каждые 10 м.

В насыщенной влагой почве, например непосредственно над уровнем грунтовой воды, ею заполнены как мелкие, так и крупные поры, и давление в жидкости равно нулю. Выше уровня грунтовых вод влажность почвы снижается, влага находится только в более мелких порах под убывающим абсолютно, но возрастающим численно по направлению к поверхности отрицательным давлением, создаваемым капиллярными силами (рис. 4). Сток гравитационной влаги в почве прекращается при отрицательном давлении в 0,1—0,2 атм.

Следовательно, отрицательное капиллярное давление связано с влажностью почвы. Экспериментальные исследования позволили установить зависимость между величиной отрицательного давления, создаваемого капиллярными силами, и влажностью разных по механическому составу почв (табл. 7).

Таблица 7

Зависимость между влажностью почв разного механического состава и отрицательным давлением (по Л. Д. Бейверу)

Отрицательное давление, см водяного столба	Влажность в весовых процентах		
	Глина	Суглинок	Песок
0	67	40	15,0
100	45	25	7,0
200	37	21	6,0
300	33	19	5,5
400	31	17	5,0
500	30	16	4,5
600	29	16	4,5
800	28	15	4,0

Примечание. Принимается 1 атм = 1000 см водяного столба.

Движение влаги в почве происходит во все стороны — вверх, вниз и горизонтально под влиянием суммарного действия капиллярных и гравитационных сил. Оно определяется направлением результирующих сил (градиентами давления) и коэффициентами фильтрации и капиллярной водопроводимости почвы. Когда векторы результирующих сил направлены вниз, вода стекает в глубокие слои почвы и может питать грунтовые воды. С уменьшением влажности после стекания гравитационной воды и в результате ее испарения обычно возникает капиллярное движение к верхним слоям почвы, откуда происходит наиболее интенсивный расход ее. Если на не занятом растениями участке не допускать испарения (путем соответствующей обработки почвы), то величина отрицательного давления во всем увлажненном профиле почвы достигнет равновесия и движение прекратится или будет сильно ослаблено.

Та часть воды, которая остается в почве после того, как стечет гравитационная влага, может в ней очень долго удерживаться, если не допускать ее потери на испарение. В полевых условиях интенсивный сток гравитационной воды из корнеобитаемого слоя после обильного дождя или хорошего полива продолжается в течение 2—3 суток, затем он становится ничтожно малым и вскоре вовсе прекращается. Количество удерживаемой в почве воды после основательного промачивания ее на нужную глубину называют *предельной полевой влагоемкостью* (ППВ). Она выражается обычно как влажность в процентах от массы почвы для разных ее горизонтов и в среднем для всего изучаемого слоя.

Величину ППВ определяют опытным путем в поле. Для этого выбирают типичные голые (без растений) участки площадью от 1 до 4 м², огораживают их вокруг земляными валиками или перегородками из водопроницаемого материала и подают туда воду, чтобы промочить почву на всю глубину корнеобитаемого слоя. После прекращения полива площадку для предотвращения потерь воды на испарение покрывают пленкой из пластмассы. Через три дня берут буром образцы почвы из разных по глубине и механическому составу горизонтов (обычно через 20 см) и определяют послойную и среднюю влажность почвы, которая и характеризует водоудерживающую способность почвы в поле, т. е. ППВ.

Величина ППВ находит применение во всех мелиоративных и хозяйственных расчетах, так как влажность, до которой следует доводить почву при поливе, должна быть равна ППВ. Если влажность корнеобитаемого слоя будет больше ППВ, то лишняя вода стечет в более глубокие горизонты и будет потеряна. Величина ППВ для разных типов почв различна. Для средних суглинков сероземной почвы ППВ соответствует 19—22% влажности, для тяжелых, богатых глиной почв —22—28% и для легких —12—19%. В институте «Средазгипроводхлопок» величину ППВ для районов с грубыми маломощными почвами и глубокими грунтовыми водами принимают равной 12—16%, для мощных почв —23% и для районов с близким залеганием грунтовых вод —23—26%.

При влажности почвы, близкой к ППВ, движение влаги происходит достаточно быстро, легко восстанавливается прежнее ее количество, израсходованное корнями растений. Даже при высокой температуре воздуха потребность растений в воде может быть удовлетворена. С падением влажности почвы ниже ППВ и постепенным расходованием ее из более крупных пор скорость движения влаги уменьшается (понижается коэффициент капиллярной проводимости). Когда влажность почвы достигает 60—70% от ППВ, это начинает заметно проявляться на растениях: уменьшается прирост органической массы, ослабевает плодообразование, изменяется окраска листьев, и в жаркое время дня они подвядают. При дальнейшем уменьшении влажности почвы до 40—50% от ППВ капиллярное движение почти прекращается, происходит разрыв сплошности потока влаги, растения увядают и гибнут. Влажность, при которой растения увядают, называют *коэффициентом завядания* (КЗ).

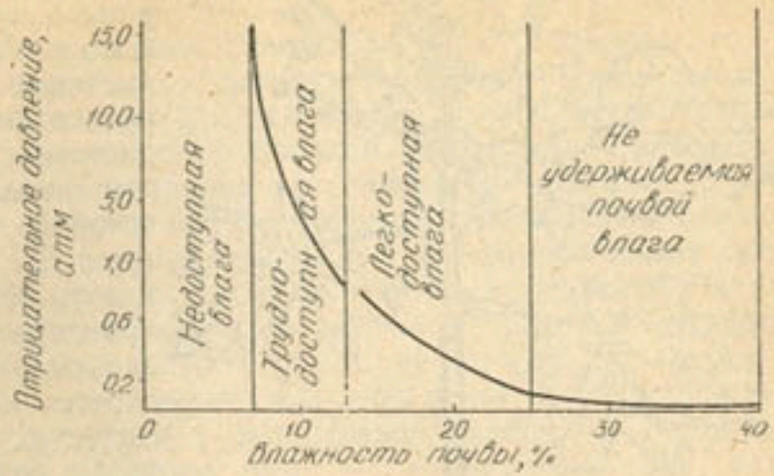
Чтобы получать высокие урожаи, необходимо поддерживать влажность почвы не ниже той, при которой только начинает ощущаться ее недостаток. Эту влажность поэтому называют *нижним допустимым пределом* (НДП).

Поскольку ППВ зависит от механического состава почв, то и ВЗ, и НДП, выражаемые в долях от ППВ, также зависят от него. ППВ, ВЗ и МГ называют *почвенными константами*, так как их величины можно считать практически постоянными для почв определенного механического состава. Иногда к константам относят и НДП, хотя эта величина представляет собой скорее отрезок на кривой влажности, чем точку, так как она зависит не только от влажности почвы.

Отрицательное давление — это показатель тех сил, которые удерживают влагу в почве, и при одних и тех же отрицательных давлениях в разных по механическому составу почвах удерживается разное количество воды. Например, при давлении в 200 см (табл. 7) количество удерживаемой воды в глинистой почве соответствует влажности 37%, в суглинке —21% и песке —4%. Данные значения влажности характеризуют ППВ каждой из этих почв, но различным значениям констант ППВ и ВЗ соответствует одно и то же отрицательное давление у почв разного механического состава, или иначе, константы почвенной влаги, выраженные в величинах отрицательного давления, не зависят от механического состава почв.

Стекание гравитационной влаги прекращается при давлении около —0,2 атм, поэтому эта величина соответствует ППВ в почве любого механического состава (отступления наблюдаются лишь в очень грубых почвах). Величине НДП на незасоленных почвах соответствует давление в 0,7—0,8 атм. С уменьшением влажности от НДП до ВЗ кривая зависимости давления от влажности резко возрастает (рис. 5) и достигает 15 атм.

Капиллярная влага — это практически единственный источник снабжения растений водой. Она удерживается почвой и постепенно расходуется на транспирацию и испарение за время между двумя поливами или выпадениями осадков. Однако вследствие того, что подвижность капиллярной влаги и интенсивность ее расходования зависят от отрицательного давления в жидкой фазе почвы и ее удерживающей способности, она не вся одинаково доступна растениям. Можно выделить легкодоступную, труднодоступную, недоступную растениям влагу и не удерживаемую почвой влагу. Легкодоступная — это влага под давлением, соответствующим влажности от ППВ до НДП. Труднодоступная влага — от НДП до ВЗ и недоступная — меньше ВЗ (рис. 5); в почвах с повышенным содержанием солей величина НДП должна быть больше.



5. Доступность влаги растениям в зависимости от величины отрицательного давления (сосущей силы) и влажности суглинистой почвы.

По величине почвенных констант можно вычислить количество легкодоступной влаги (ЛДВ) в слое почвы заданной глубины на единице площади по формуле:

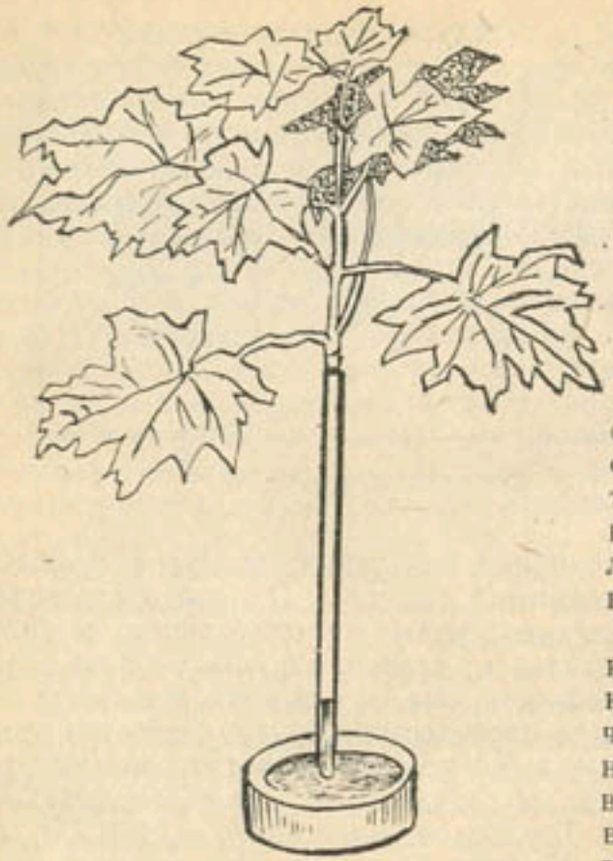
$$ЛДВ = 100\ h\rho\ (ППВ — НДП)\ м^3/га, \qquad (3)$$

где h — глубина слоя почвы; ρ — плотность почвы, кг·10³/м³, ППВ и НДП — в процентах от массы почвы.

Например, для глины, у которой при давлениях —0,1 и —0,8 атм $h=1$ м, $\rho=1{,}35$ кг·10³/м³ и влажность 45 и 28% (табл. 7), ЛДВ = =2300 м³/га, для суглинка —1350 м³/га и для песка —400 м³/га.

ДВИЖЕНИЕ ВЛАГИ В СИСТЕМЕ ПОЧВА—РАСТЕНИЕ

Растения в условиях жаркого сухого климата расходуют из почвы на испарение большое количество влаги, в основном для регулирования температуры тканей и их обводнения. Последнее необходимо для нормального протекания физиологических процессов. Основные запасы доступной влаги удерживаются в почве силами различного происхождения и величины. Поэтому и в растениях (в тканях и содержащихся в них растворах) также должны развиваться силы всасывания и отрицательные давления, позволяющие извлекать влагу из почвы.



6. Измерение сосущей силы листьев растений.

Это легко проиллюстрировать на следующем примере. Срезанная ветка с листьями герметически укрепляется в верхнем конце длинной трубки, заполненной водой, нижний конец которой опущен в ртуть (рис. 6). По мере расходования воды из трубки на транспирацию ртуть будет засасываться в трубку. Высота ее подъема определит сосущую силу листьев растения. Этим прибором можно определять сосущую силу лишь до сравнительно небольших пределов.

Величина сосущей силы и отрицательного давления клеточного сока листьев значительно больше отрицательного капиллярного давления в легкодоступной почвенной влаге. Она для разных культурных растений в полевых условиях меняется от 5 до 20 атм и может быть значительно больше, тогда как при наличии легкодоступной влаги в почве отрицательное капиллярное давление составляет от —0,2 до —0,8 атм (табл. 7).

Поступление воды в растение из почвы через живые клетки регулируется осмотическими силами. Взрослая клетка растения размером в несколько тысячных долей миллиметра (ее можно рассмотреть только под микроскопом) представляет собой сложный осмотический аппарат. Она имеет очень прочную наружную оболочку, выстилаемую изнутри мешочком из протоплазмы, наполненным клеточным соком, в котором растворены минеральные соли и органические вещества. Наружная оболочка состоит из тонких нитей молекул целлюлозы, достигающих сравнительно большой длины — до 1500 Å[1] и образующих в результате перекрещивания тонкопористую сетку. Внутренний протоплазменный слой состоит из еще более длинных молекул высокомолекулярных белковых соединений, образующих полупроницаемую перегородку. Идеальная полупроницаемая перегородка легко проницаема для молекул воды и совершенно непроницаема для более крупных гидратированных молекул и ионов растворенного вещества. Перегородка из протоплазмы в растительной клетке оказывается проницаемой не только для молекул воды, но в известной степени и для молекул некоторых растворенных веществ, т. е. она обладает избирательной проницаемостью, которая играет важную роль в питании растений.

[1] Å—ангстрем = 10^{-7} мм.

При контакте двух слоев воды с разной концентрацией растворенных в них веществ возникает диффузия — медленное проникновение молекул и ионов растворенного вещества из слоя с большей концентрацией в слой с меньшей и встречное движение молекул воды, вследствие чего происходит выравнивание концентрации растворенного вещества во всем объеме жидкости. Через полупроницаемые протоплазматические перегородки происходит преимущественно одностороннее движение (диффузия) молекул воды из более слабого почвенного раствора в клетку с раствором более высокой концентрации и значительно слабее — в обратном направлении. Это объясняется тем, что в клеточном соке значительная часть молекул воды связана с ионами и молекулами растворенных веществ и образует гидраты, а концентрация свободных молекул воды меньше, чем в почвенном растворе. При односторонней диффузии через полупроницаемую перегородку поступающая в клетку вода увеличивает ее внутренний объем и оказывает *осмотическое давление на* плазматическую и наружную целлюлозную оболочки клетки. Оболочки клетки, растягиваясь под действием осмотического давления, в результате упругого напряжения оказывают обратное, *тургорное,* давление в направлении, противоположном осмотическому. Разность между величинами осмотического и тургорного давлений характеризует интенсивность всасывания воды в клетку — ее сосущую силу:

$$S = P - T, \qquad (4)$$

где P—осмотическое давление, атм; T—тургорное давление, атм.

Величина осмотического давления обусловливается концентрацией раствора и его температурой и не зависит ни от природы растворенного вещества, ни от растворителя. Для неэлектролитов невысоких концентраций зависимость осмотического давления от концентрации и температуры раствора выражается уравнением:

$$P = 1000 \frac{m}{Mv} RT, \qquad (5)$$

где m—масса вещества; M—масса одной моли (мольная масса); v—объем раствора; R — универсальная газовая постоянная, равная $8{,}31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{Т}}$; T —абсолютная температура.

Это уравнение по форме напоминает уравнение состояния идеального газа, но между ними имеется ряд различий. Газы всегда оказывают давление на стенки сосуда, в который они заключены, осмотическое давление можно обнаружить, когда растворитель (вода) и раствор разделены полупроницаемой перегородкой. При электролитической диссоциации растворенного вещества осмотическое давление зависит не от количества молекул в едини-

це объема, а от общего числа частиц — ионов и недиссоциированных молекул.

Вычисленное по формуле (5) осмотическое давление (так же, как и газовое) при концентрации 1 моль/л и температуре 20°С равно 22,4 атм. Фактически же данное давление часто отличается от этой величины, поэтому его определяют по понижению точки замерзания раствора. Имеются таблицы, в которых приведена величина осмотического давления в зависимости от концентрации растворенных веществ.

Тургорное давление, создаваемое в основном наружной целлюлозной оболочкой, поддерживает мягкие части растений в нормальном напряженном состоянии. При уменьшении содержания воды в клетках уменьшается их объем и тургор, листья поникают, растения начинают увядать. Однако, если, например, увядшую ветку поставить в сосуд с водой, то в результате ее засасывания тургор восстановится и листья выпрямятся. Когда в клетке столько воды, что тургорное давление равно осмотическому, сосущая сила равна нулю, т. е. клетка насыщена водой.

Чтобы определить сосущую силу клеток, из листьев вырезают небольшие кусочки, которые погружают в пробирки с раствором сахарозы разной концентрации, и определяют, как изменяется их концентрация. Если сосущая сила листа больше, чем осмотическое давление раствора, лист будет отнимать воду раствора и концентрация его увеличится, в противном случае раствор станет более разбавленным. Осмотическое давление того раствора, концентрация которого останется без изменения, и будет соответствовать сосущей силе листа.

Сосущие силы, которые вызывают поступление почвенной влаги в растение и движение ее к листьям, возникают в наружных живых клетках листьев и частично — в клетках корневых волосков.

Лист (в поперечном разрезе) состоит из многих слоев живых клеток и проводящих воду сосудов-жилок, в которые вода поступает через центральный проводящий сосуд, идущий внутри стебля, от корня. Вследствие испарения воды из клеток наружного слоя листа в них поддерживаются недостаток насыщения водой, высокое осмотическое давление клеточного сока и значительные сосущие силы. Осмотическое давление передается от наружных клеток листа к внутренним и через всю проводящую воду систему (которая состоит из трубок, образованных пустыми мертвыми клетками) к клеткам корневых волосков, вызывая непрерывное поступление влаги из почвы. Путь, который проходит вода в растении, состоит из двух участков, не равных по длине и характеру действующих сил. Первый участок содержит два тонких (несколько миллиметров) слоя живых клеток — один в корне, другой в листе. Второй участок, длина которого у травянистых растений обычно достигает нескольких десятков сантиметров,— это проводящая система сосудов в центральном цилиндре стебля из пустых мертвых клеток, по которым вода поднимается от корней к листьям.

В живых клетках корня и листа, в которых происходит засасывание влаги под действием осмотических сил, движение воды встречает значительные сопротивления, вследствие чего происходят большие потери давления. Движение воды в проводящих сосудах совершается с значительно меньшими потерями напора.

Величина сосущей силы клеток листьев — это суммарный показатель капиллярного и осмотического давлений. Она характеризует ту величину отрицательного (всасывающего) давления, которое должно развивать растение, чтобы преодолеть силы, удерживающие влагу в почве и зависящие от влажности почвы, концентрации почвенного раствора и сопротивления, возникающего при ее движении в почве, через корни, стебель и листья. С уменьшением влажности почвы возрастает численно как капиллярное, так и осмотическое давление, последнее — в результате повышения концентрации почвенного раствора (особенно резко это проявляется при повышенном содержании солей).

На засоленных почвах у растений до определенного предела повышается концентрация и осмотическое давление клеточного сока и увеличивается сосущая сила листьев (табл. 8 и 9[1]), сосущая сила листьев достигает предельной величины и вследствие наруше-

Таблица 8

Сосущая сила листьев хлопчатника при разном засолении почвы и влажности 18% (данные Х. Ф. Гумаровой), атм

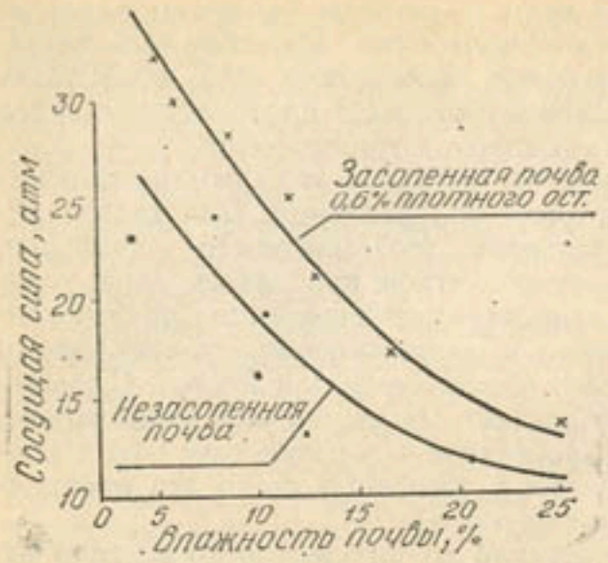
Фаза развития	Степень засоления почвы по плотному остатку, %				
	Незасоленная	0,4	0,7	1,0	1,5
Бутонизация	11,7	12,7	14,6	16,3	17,4
Цветение	14,3	16,0	17,3	18,3	18,8
Созревание	17,7	19,0	19,8	20,4	—

Таблица 9

Сосущая сила листьев люцерны при разной влажности почвы (в % от полной влагоемкости) (данные П. Д. Колесниковой), атм

Фаза развития	Год стояния			
	первый		второй	
	65	75	65	75
Отрастание	6,2	5,0	6,2	4,8
Бутонизация	7,7	6,6	9,8	7,8
Цветение	8,2	6,7	10,0	7,5

[1]Данные таблиц получены в вегетационных сосудах. В полевых условиях, где содержание солей в вертикальном профиле различно и подвержено значительным изменениям, влияние засоления почвы может проявляться менее четко.



7. Изменение величины сосущей силы листьев в зависимости от влажности и засоленности почвы.

ния физиологических процессов происходит уменьшение интенсивности транспирации. При снижении влажности от ППВ до НДП (приблизительно до 14% весовых) сосущая сила листьев в засоленной почве (рис. 7) увеличивается на 2,5—3 атм, а при влажности завядания (около 7—8% весовых) — на 7—8 атм.

У культурных растений осмотическое давление клеточного сока на засоленных почвах может достигать 30—40 атм. Если осмотическое давление почвенного раствора близко к этой величине или больше, то поступление воды в клетки прекращается (может даже происходить отдача воды из клеток), наступает так называемая физиологическая сухость почвы.

Сосущая сила листьев зависит не только от влажности почвы и концентрации ее раствора, но и от многих других факторов. Она связана с интенсивностью солнечной радиации, а также температурой и влажностью воздуха, поэтому достигает наибольшей величины в полуденные часы. Явления, приводящие к изменению протекания физиологических процессов (ветер, облачность и др.), также отражаются на величине сосущей силы клеток листьев. Кроме того, сосущая сила листьев зависит от возраста (со старением протоплазмы в более поздние фазы развития, уменьшением ее проницаемости и другими анатомическими и физиологическими изменениями она увеличивается) и вида растений (например, у люцерны в тех же климатических и почвенных условиях она значительно меньше, чем у хлопчатника).

ПОСТУПЛЕНИЕ ВЛАГИ В АТМОСФЕРУ С ИСПАРЯЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Испарение воды происходит с поверхности морей, океанов, озер, рек, с влажной почвы и растений. В среднем за год с поверхности земного шара испаряется огромное количество воды —520 тыс. км³ ($5{,}2 \cdot 10^{11}$ тонн). Молекулы воды, переходящие при испарении в газообразное состояние, должны преодолеть силы сцепления и совершить работу расширения. Необходимая для этого энергия определяется теплотой испарения, т. е. количеством тепла, которое необходимо затратить, чтобы изотермически перевести еди-

ницу массы воды в газообразное состояние. Теплота испарения воды при температуре 20°С составляет 586 ккал/кг ($2{,}5 \cdot 10^6$ Дж/кг). При обратном превращении пара в воду — конденсации пара — происходит выделение поглощенного тепла.

Источником энергии, расходуемой на испарение, является солнечная радиация. Затраты ее на испарение очень велики —$3 \cdot 10^{23}$ кал/год ($12{,}6 \cdot 10^{23}$ Дж/год), что составляет 42% от количества солнечной радиации, поглощаемой поверхностью Земли. Испарение воды, конденсация пара, выпадение осадков в значительной мере влияют на процессы теплообмена, идущие на Земле, и на климат различных природных зон.

Над испаряющей поверхностью создается слой, обогащенный молекулами водяного пара, которые, двигаясь в различных направлениях, распространяются в пространстве. Часть этих молекул, двигаясь обратно в сторону испаряющей поверхности, снова переходит в жидкую фазу, подвергаясь конденсации. Следовательно, испарение представляет собой результат разности двух встречных потоков молекул пара из жидкости в атмосферу и обратно в жидкость.

Если испарение происходит в ограниченном замкнутом пространстве, например в герметически закрытом помещении, то через некоторое время число молекул, покидающих жидкость, будет равно числу молекул, возвращающихся в нее, и установится подвижное равновесие встречных потоков молекул. Количество пара в воздухе достигнет максимально предельной величины, и воздух будет насыщен паром. Дальнейший расход воды на испарение наблюдаться не будет.

В естественных условиях испарение происходит в открытое неограниченное пространство, и молекулы пара непрерывно распространяются в окружающей среде. Концентрация пара по мере удаления от испаряющей поверхности убывает. Только в слое воздуха толщиной меньше сантиметра или иногда нескольких сантиметров, прилегающем непосредственно к испаряющей поверхности, в котором незаметно влияние ветра, содержание пара может быть близко к предельному — насыщающему, если эта поверхность достаточно влажная (например, свежеполитая почва). Испарение, однако, не прекращается, потому что из этого слоя молекулы пара все время уносятся ветром в выше расположенные слои атмосферы. Насыщение парами мощных слоев воздуха, высота которых составляет десятки и даже сотни метров, в умеренных широтах происходит только во время тумана или длительного дождя. В остальных случаях фактическое содержание пара в атмосфере меньше максимального — насыщающего.

Количество пара в воздухе может быть выражено величиной абсолютной влажности (в кг/м³) или давления. Атмосферное давление складывается из суммы парциальных давлений содержащихся в ней газов: азота, кислорода, аргона и паров воды. Та часть от общего давления, которая приходится на массу паров воды в атмосфере, называется *упругостью пара*. Ее выражают в до-

лях атмосферного давления или высотой ртутного столба, уравновешивающего давление пара, или в миллибарах (мб)[1].

Если известна упругость пара (в любых единицах), можно вычислить абсолютную влажность воздуха в кг/м³, пользуясь формулой Менделеева — Клайперона, заменив в ней универсальную газовую постоянную удельной газовой постоянной водяного пара:

$$a=\frac{e}{R_{\text{п}}T}, \qquad (6)$$

где e—упругость пара; $R_{\text{п}}$ —удельная газовая постоянная пара (количество энергии, которую надо затратить, чтобы нагреть 1 кг пара на 1°С); T—абсолютная температура (по шкале Кельвина). Если упругость пара e выражена в мб, $a=0{,}217\frac{e}{T}$кг/м³; если e выражена в мм рт. ст., $a=0{,}289\frac{e}{T}$ кг/м³.

Давление пара, насыщающего пространство, зависит от температуры воздуха: оно тем больше, чем выше температура. Его можно вычислить по формуле Магнуса ($e_0=6{,}1\cdot 10^{\frac{7{,}45t}{235+t}}$ мб) или найти по готовым таблицам. Содержание пара в насыщенной атмосфере, выраженное в разных единицах, показано в табл. 10.

Таблица 10

Содержание пара, насыщающего атмосферу

Температура воздуха, °С	Абсолютная влажность, кг · 10^3/м³	Давление (упругость) пара		
		мб	мм рт. ст.	% от атм. давления
0	4,8	6,1	4,6	0,65
10	9,4	12,3	9,2	1,20
20	17,3	23,4	17,5	2,30
30	30,3	42,4	31,8	4,20
40	51,1	73,8	55,0	7,20

Давление пара, насыщающего пространство при температуре до 30—40°С, составляет всего 3—7% от общего атмосферного давления. Однако при дальнейшем увеличении температуры упругость пара, насыщающего пространство, резко возрастает. При 100°С она равна атмосферному (760 мм рт. ст.), тогда испарение происходит из всей массы воды — кипение.

В теплое время года фактическую упругость пара определяют психрометром. Стационарный психрометр состоит из двух одинаковых термометров, укрепленных на общем щитке. Ртутный резервуар одного из термометров обернут влажным батистом, постоянно смачиваемым водой из бачка, которая, испаряясь, понижает его температуру. По разности показаний сухого и смоченного термометров Δt можно определить фактическую упругость пара в воздухе: $e=e_0-\kappa\Delta t$ (где e_0— упругость пара, насыщающего пространство при температуре смоченного термометра). Пользуясь готовыми таблицами, по показаниям психрометра определяют фактическую упругость пара.

Для характеристики влажности воздуха пользуются также величинами относительной влажности $r=\frac{e}{e_0}\cdot 100$ и дефицита влажности $d=e_0-e$.

В неподвижном воздухе передвижение пара из области высокого давления (у испаряющей поверхности) в область более низкого давления (над ней) может происходить только в результате диффузии пара и так называемой тепловой свободной конвекции — всплывания вверх более теплых слоев влажного воздуха. Но в атмосфере всегда происходит движение воздуха, скорость которого увеличивается по мере удаления от поверхности. Разная скорость движущихся слоев воздуха и возникающее вследствие этого трение между ними и между воздухом и испаряющей поверхностью приводит к интенсивному перемешиванию потоков воздуха и появлению вихревых, турбулентных движений. Существенное влияние на турбулентность воздушных течений оказывает шероховатость поверхности — комковатость почвы, густота и высота растительного покрова.

В результате движения воздуха, обусловленного скоростью ветра и возникающими турбулентными потоками, влажный воздух уносится с испаряющей поверхности, и его замещает более сухой. В результате этого создается и поддерживается все время определенная разность давлений пара (градиент давления) непосредственно у влажной поверхности и на некоторой высоте над ней, которая и определяет интенсивность испарения. Однако, поскольку скорость движения воздушных токов, уменьшаясь по мере приближения к поверхности, становится неустойчивой и подвержена значительным колебаниям, между скоростью ветра, замеренной на некоторой высоте над испаряющей поверхностью (1—2 м), и скоростью испарения прямой зависимости не обнаруживается. Скорость испарения обычно измеряется толщиной слоя воды (в мм), израсходованного за единицу времени. Основные закономерности, от которых зависит скорость испарения с открытой водной поверхности, были выявлены еще в начале прошлого века (закон Дальтона):

$$\varepsilon=f(v)(e_0-e), \qquad (7)$$

где $f(v)$—некоторая эмпирическая функция, учитывающая влияние скорости ветра v на испарение; e_0—упругость насыщенного пара при температуре испаряющей поверхности (воды) —средняя за время производства расчета; e—фактическая упругость пара в воздухе над испаряющей поверхностью—средняя за то же время.

[1] Нормальное давление атмосферы на уровне моря 1 атм=1,01·10^5 Па=1010 мб=760 мм рт. ст.; 1 мб=10^2 Па; 1 мм рт. ст.=133 Па, где Па (Паскаль)—давление силой в 1 Н/м².

Испаряемость — это слой испарившейся воды (в мм) с открытой водной поверхности за год или часть года. Величина испаряемости зависит от комплекса метеорологических факторов: интенсивности солнечной радиации, температуры воздуха, количества выпадающих осадков, их распределения по сезонам года и преобладающих скоростей ветра. Она является суммарным показателем аридности климата. В пустынях Средней Азии испаряемость достигает 1800—2000 мм/год, а в западной части зоны хвойного леса —350—400 мм/год; внутри орошаемых оазисов, в городах испаряемость меньше, чем на прилегающей территории.

Фактическая величина испарения в неорошаемой пустыне ограничена малым количеством осадков, и потому значительно меньше испаряемости. На землях с глубокими грунтовыми водами она составляет всего 100—120 мм в год. В условиях влажного климата испаряемость меньше выпадающего количества осадков. Испаряемость и ее связь с метеорологическими факторами изучают на гидрометеорологических станциях в открытых водных бассейнах (на озерах), в стандартных открытых испарителях и в специальных сосудах — испарителях.

Многочисленными исследованиями на сельскохозяйственных опытных станциях установлено, что суммарное испарение с хорошо орошаемого поля (где почва постоянно достаточно увлажнена), занятого под травы или другие культуры, образующие сплошной зеленый покров, в те фазы развития, когда происходит активный рост (накопление органической массы) и плодообразование, протекает аналогично испарению с водной поверхности (т. е. зависит в основном от метеорологических факторов) и количественно может мало отличаться от него. В фазу созревания эта связь у многих сельскохозяйственных растений выражена слабее или не наблюдается вовсе.

Поэтому испарение с покрытого интенсивно вегетирующей растительностью хорошо увлажняемого поля называют *потенциальным суммарным испарением,* а иногда испаряемостью (табл. 11). Наличие достаточно хорошо выраженной связи между потенциальным суммарным испарением и метеорологическими факторами позволяет установить эмпирическую зависимость между ними для разных природных зон.

Таблица 11

Величина потенциального суммарного испарения с люцернового поля в зоне пустыни

Месяцы	Испарение с водной поверхности ε_0, мм/мес	Потенциальное суммарное испарение ε, мм/мес	$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$
IV	160	136	0,85
V	250	238	0,95
VI	330	330	1,00
VII	368	350	0,95
VIII	309	278	0,90
IX	173	147	0,85
X	108	86	0,80

На орошаемых землях аридной зоны величина фактического расхода влаги меньше потенциального суммарного испарения вследствие того, что влажность почвы близка к ППВ только в течение нескольких дней после полива, а затем уменьшается до НДП. Это объясняется также физиологическими особенностями и характером развития растений, густотой растительного покрова.

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, РАЗМЕРЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Водный баланс орошаемого поля в вегетационный период. Для того чтобы разработать план подачи воды хозяйствам и решить ряд других вопросов, связанных с орошением сельскохозяйственных растений, определяют общие затраты воды, необходимые для возделывания той или иной культуры, и размеры водопотребления по отдельным периодам вегетации — на один гектар и всю орошаемую площадь.

Основная часть водопотребления — это расход воды, получаемой растением из почвы, на испарение через листья (транспирация). Из других статей расхода существенное значение имеют следующие: испарение воды непосредственно из почвы, поверхностный сток дождевой, талой и оросительной воды за пределы рассматриваемой территории (участка); внутренний, грунтовый, сток влаги в подпочву (за пределы корнеобитаемой зоны) и грунтовую воду.

Чтобы обеспечить расход воды по всем этим статьям, необходимо наличие прихода такого же количества воды в виде осадков, поливной воды, поверхностного и грунтового притока со смежных участков.

Можно считать, что за год количество поступающей на участок воды приблизительно равно расходу, или создан водный баланс. За более короткий период времени между поступлением воды извне и расходом на участке равенства может не быть за счет изменения внутренних запасов влаги в почве. В аридном климате Средней Азии, где осадки выпадают преимущественно в зимне-весенний период и почти полностью отсутствуют летом, влажность почвы с весны до осени значительно снижается, так как растения летом расходуют много воды, накопленной в почве в другие сезоны года. Поэтому уравнение водного баланса территории можно написать в следующем общем виде:

$$Oc+Op+П_п+П_в-(\varepsilon+C_п+C_в)=\pm\Delta И, \qquad (8)$$

где Oc—осадки; Op—оросительная вода; $П_п$—приток поверхностный; $П_в$—приток внутренний; ε—суммарное испарение; $C_п$—сток поверхностный ; $C_в$—сток внутренний; $\pm\Delta И$—разница в запасах влаги в почве за период, для которого определяется водный баланс.

Все слагаемые уравнения могут быть выражены либо толщиной слоя воды в мм, либо объемом на единицу площади в м³/га (1 мм слоя воды равен 10 м³/га).

На опытных сельскохозяйственных станциях определение величины элементов водного баланса — отдельных слагаемых уравнения — ведут обычно на небольших делянках, на которых возделывают растения. Количество поданной на делянки оросительной воды, естественный поверхностный приток, сток могут быть достаточно точно замерены на месте с помощью специальных водомерных сооружений: водосливов, лотков, трубчатых водовыпусков. На орошаемых землях с хорошей планировкой и небольшим уклоном поверхности размеры поверхностного стока осадков обычно невелики, и во многих случаях ими можно пренебречь. Поверхностный сток поливной воды с орошаемых полей (сброс) связан с техникой и качеством полива. Для поверхностных способов полива (по бороздам, напуском) он составляет 5—15% от общего количества поданной воды.

Наблюдения за количеством поступающих осадков, температурой и влажностью воздуха ведутся сетью станций гидрометеорологической службы во всех климатических зонах и районах. Данные наблюдений поступают в виде подекадных, месячных, годовых и средних многолетних сводок.

Количество осадков особенно велико в экваториальном поясе, где оно достигает нескольких тысяч миллиметров в год. На территории СССР сравнительно большое количество осадков выпадает в западной части зоны хвойного леса (Карелия, Ленинградская область, Прибалтика) — до 700—800 мм/год. Наименьшее их количество выпадает в пустынях Средней Азии — до 100—150 мм/год. Однако в обращенных на северо-запад предгорьях Средней Азии количество осадков возрастает с увеличением высоты местности, достигая 400—500 мм/год.

При расчете водного баланса учитывают не все количество осадков, а только ту их часть, которая поступает в почву и может быть использована растениями. С этой целью вводятся поправочные коэффициенты, различные для разных климатических условий. Часто из общего количества осадков исключают таковые менее 5 мм.

Для небольших опытных делянок или участков с глубоким залеганием грунтовых вод уравнение водного баланса примет вид:

$$\varepsilon = Oc + Op \pm \Delta И. \qquad (9)$$

Если предполивная влажность и глубина расчетного слоя между двумя смежными поливами не меняются или меняются мало, то изменение запасов влаги ($\pm\Delta И$) равно нулю или незначительно, что позволяет им пренебречь. Тогда суммарное испарение за время между двумя поливами считают равным количеству воды, поступившей с осадками и поливом (без сброса).

Для количественной оценки изменения запасов воды в почве перед, после и между поливами производят послойное (обычно

через 20 см) определение влажности почвы и подсчитывают содержание воды в каждом слое почвы и во всем ее профиле по формуле

$$И = 100h\rho\omega, \qquad (10)$$

где $И$ — масса воды в слое толщиной h(м), т/га (или м³/га); ρ — плотность почвы, кг·10³/м³; ω — весовая влажность почвы, %; $\rho\omega$ — количественно равно объемной влажности почвы — отношению объема воды ко всему объему почвы, выраженному в %. Этой характеристикой почвенной влажности часто пользуются в мелиоративных расчетах. Разность между общей порозностью почвы и ее объемной влажностью характеризует процент объема пор, свободных от воды,— аэрацию почвы. По разности величин ($И$), полученных в двух последовательных замерах, определяют изменение запаса влаги в почве. Мощность балансового слоя (его глубину) выбирают достаточно большой (2,5—3,0 м), чтобы учесть возможные потери воды в глубокие горизонты.

Изучение влажности почвы производят на нескольких характерных точках поля (или делянки) с достаточным числом повторностей. Во избежание большого объема ручной работы, связанной с глубоким бурением, определение влажности можно проводить на разную глубину. Контрольные замеры в начале и в конце вегетационного периода, а иногда и в периоды резкого перелома в интенсивности расхода влаги и мощности горизонта, из которого она расходуется, делают на всю глубину балансового слоя. В остальное время замеры влажности и балансовые расчеты делают до глубины, из которой происходит расход основного количества влаги (обычно до 1,0 м).

Материалы, характеризующие величину отдельных слагаемых уравнения водного баланса, имеются больше по хлопчатнику (табл. 12). Из данной таблицы видно, что суммарный расход воды с орошаемых полей в аридной зоне достигает очень большой величины, особенно у таких культур, как люцерна, образующих мощный зеленый покров и хорошо развитую корневую систему. Главной приходной статьей является оросительная вода — до 80—85%. Используемый запас почвенной влаги, созданный осадками в невегетационный период, составляет всего 10—20%, и еще меньший процент составляют осадки в вегетационный период.

Однако при близком залегании грунтовых вод (менее 3 м) определить количество воды, фильтрующейся за пределы почвы в грунтовую воду, и размеры поступления грунтовой воды в корнеобитаемую зону непосредственно в полевом опыте трудно, а часто и невозможно. Для решения этой задачи почву помещают в изолированный снизу и с боков сосуд — лизиметр диаметром 1 м и более и высотой 1—3 м, в котором возделывают небольшое количество растений и на некоторой заданной глубине искусственно поддерживают заданный уровень грунтовой воды. Лизиметр закапывают в землю до уровня поверхности почвы в нем. Отдельно ведут учет количества поданной в лизиметр снизу грунтовой воды и сверху поливной и их расход. Чем ближе к поверхности уровень

Таблица 12

Водный баланс орошаемого поля при глубоком залегании грунтовых вод

Место проведения исследований и почвы	Орошаемая культура	Количество поливов	Затраты воды по отдельным статьям водного баланса						
			Вегетационные поливы		Из запасов почвенной влаги		Осадки		Суммарный расход
			м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%	м³/га
1. Теджекский район ТССР, такырные почвы	Хлопчатник	6	5230	80	1000	15,3	300	4,7	6530
	—»—	7	6280	83	980	13,0	300	4,0	7560
2. Андижанская область УзССР, светлые сероземы	—»—	7	6400	83	620	8,0	650	9,0	7680
	—»—	8	7920	85	690	8,0	650	7,0	9260
3. Кашкадарьинская область УзССР, такырные почвы	—»—	6	7390	74	1920	20,0	610	6,0	9920
4. Кашкадарьинская область УзССР, такырные почвы	Люцерна	8	10600	85	1300	10,0	610	5,0	12510

Таблица 13

Расход воды с хлопкового и люцернового полей при разной глубине залегания грунтовых вод (данные опытов в лизиметрах)

Культуры	Общий расход воды, м³/га	В том числе грунтовой		Общий расход воды, м³/га	В том числе грунтовой		Общий расход воды, м³/га	В том числе грунтовой	
		м³/га	%		м³/га	%		м³/га	%
	При глубине залегания грунтовых вод								
	1 м			2 м			3 м		
Светлые сероземы совхоза Пахтаарал (данные И. К. Киселевой и Н. Ф. Беспалова)									
Хлопчатник	11700	9140	78	5820	1830	34	4780	270	6
Люцерна	20350	15800	78	21870	15050	69	11380	1730	15
Луговая глинистая почва Ферганы (данные Н. С. Сурминского)									
Хлопчатник	7770	3900	50,2	4100	226	5,5	—	—	—
Люцерна	8630	2210	25,7	6920	584	8,6	—	—	—

Таблица 14

Водный баланс хлопкового поля при близком залегании грунтовых вод (полевой опыт в совхозе Пахтаарал, данные Н. Ф. Беспалова)

Глубина залегания грунтовых вод (с весны до осени), м	Израсходовано на испарение								
	поливной воды		грунтовой воды		запасов почвенной влаги		осадков		всего, м³/га
	м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%	
0,7 — 2,0	2350	24	6660	69	330	3	400	4	9740
0,8 — 2,5	2400	29	4760	58	700	8	400	5	8260

грунтовой воды и выше испаряемость, тем больше ее расход на испарение. При глубине залегания грунтовой воды 1—2 м она составляет основную часть расходуемой из лизиметра воды (табл. 13).

Из таблицы видно, что суммарный расход воды на хлопковом поле при глубине залегания грунтовой воды 1 м, а на люцерновом поле до 2 м значительно выше, чем при глубине залегания грунтовых вод 3 м.

Уменьшение величины испарения с увеличением глубины залегания грунтовой воды с 1—2 м до 3 м на хлопковом поле сказывается гораздо резче, чем на люцерновом. Доля грунтовой воды в суммарном расходе воды на однородных суглинках Пахтаарала с хорошо выраженными капиллярными свойствами значительно выше, чем на тяжелых слоистых глинах Ферганы. При близко расположенных несоленых грунтовых водах можно уменьшить подачу поливной воды за счет использования грунтовых вод. Это особенно хорошо видно из табл. 14, данные которой получены в совхозе Пахтаарал в полевом опыте. Глубина стояния грунтовой воды на опытных участках весной была 0,7—0,8 м, а осенью увеличилась до 2,0—2,5 м.

ВОДНЫЙ БАЛАНС В НЕВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Основное количество осадков в Средней Азии выпадает в осенне-зимне-весенний сезон. Поступление влаги в почву в это время превышает величину суммарного испарения даже в самых засушливых районах вследствие понижения температуры воздуха и увеличения его влажности.

После прекращения летних поливов почва в сентябре-ноябре сильно высыхает, и ее влажность в метровом слое составляет не более 0,5 ППВ. Особенно сильно пересыхает самый верхний горизонт. Естественный ход изменения содержания влаги в почве в невегетационный (осенне-зимне-весенний) период имеет поэтому положительный характер. Запасы влаги в почве увеличиваются (величина $\pm\Delta И$ в уравнении водного баланса имеет знак плюс). В результате происходит промачивание почвы на различную глубину, увеличение микроагрегатности и улучшение проницаемости почвы вследствие значительных колебаний температуры и влажности. Существенное значение имеет зяблевая вспашка.

Влага, запасенная в почве в невегетационный период, имеет большое хозяйственное значение. При достаточном количестве она позволяет получать дружные всходы семян возделываемых культур и оттянуть срок первого полива. При глубоком (до 1,5—2,0 м) промачивании почвы растения могут использовать эту влагу даже летом. Однако сравнительно большое количество осадков в невегетационный период выпадает лишь в предгорьях и в поясе подгорных наклонных равнин (в Узбекистане, в основном в Ташкентской и части Самаркандской областях,— около 300 мм). На плоских равнинах Средней Азии сумма невегетационных осадков

составляет 80—150 мм. Часть поступающей влаги (40—50%) в этой зоне расходуется на испарение в невегетационный период. Поэтому запасы влаги, создаваемые там невегетационными осадками, составляют всего 400—800 м³/га.

Малое количество осадков, наличие в осенне-зимний сезон положительных температур воздуха не позволяют накапливать в почве необходимые запасы влаги, проводить доброкачественную зяблевую пахоту и получать нормальные всходы посевов. Чтобы устранить последствия недостаточного естественного накопления влаги, широко применяют запасные осенне-зимние и предпосевные весенние поливы.

Для того чтобы довести влажность всего корнеобитаемого слоя почвы до ППВ, запасные поливы проводят различной, обычно большой (1500—2500 м³/га), нормой в зависимости от дефицита влаги в слое почвы глубиной до 1,5—2,0 м.

В условиях жаркого сухого климата на землях с близким залеганием грунтовых вод, интенсивно расходуемых летом на испарение, в почве накапливаются легкорастворимые соли — хлориды и сульфаты натрия и магния. В зимне-ранневесенний периоды вследствие слабого испарения и ничтожных расходов воды на транспирацию в почве преобладают нисходящие потоки воды над восходящими и возникает в разной степени выраженный обратный процесс рассоления ее верхних слоев. Вынос солей в более глубокие горизонты почвы (в достаточно больших количествах) происходит в поясе предгорий и подгорных наклонных равнин, где в невегетационный период выпадает сравнительно большое количество осадков, которые в низких местах — в поймах и нижних террасах речных долин, в естественных понижениях — промачивают всю, обычно увлажненную снизу капиллярной водой почву и выносят значительную часть накопленных в жаркое время солей в близко залегающие грунтовые воды. При условии хорошей отточности грунтовых вод (наличии хорошо проводящих воду крупнозернистых грунтов и достаточного их уклона, которые обычно имеются в этом почвенно-климатическом поясе) здесь формируются пресные или слабо минерализованные грунтовые воды, развиваются луговой процесс почвообразования и незасоленные почвы.

В низменных равнинах и шлейфах конусов выноса зоны пустыни соли недостаточно вымываются осадками. Затрудненная отточность грунтовых вод (из-за малых уклонов и наличия грунтов часто тяжелого механического состава) и расход их в основном на испарение приводят к развитию солончакового процесса с образованием засоленных в разной степени почв, грунтовых вод, подстилающих грунтов. Орошение и сельскохозяйственное освоение этих земель требуют проведения комплекса мелиоративных работ: планировки поверхности, устройства искусственного дренажа и капитальной промывки, обычно большими нормами.

На орошаемых землях низменных равнин зоны пустыни благоприятный для растений солевой режим почвы поддерживается поливами в вегетационный и невегетационный периоды. В жаркое

время и осенью вследствие расхода большого количества грунтовой воды на испарение в верхних слоях почвы происходит накопление легкорастворимых солей иногда до вредных для растений размеров (сезонное засоление). Распределение этих солей в почвенном профиле в значительной мере зависит от вида возделываемой культуры и уровня агротехники. На полях, занятых пропашными культурами, накопление солей в самых верхних слоях почвы вследствие испарения из нее влаги выражено значительно сильнее, чем на люцерновых полях, где доля транспирации в суммарном испарении больше и влага расходуется преимущественно из более глубоких слоев почвы.

Для ликвидации сезонного засоления проводят промывные поливы, в основном в осенне-зимний невегетационный период. При этом соленые почвенные растворы вытесняются в подпочву, в грунтовую воду или выносятся за пределы орошаемой территории. Схема расчета вытеснения солей из почвы строится с учетом проведения работы в несколько этапов: первый — доведение влажности в зоне аэрации (выше уровня грунтовых вод) до ППВ; последующий — вытеснение почвенного раствора количествами воды, пропорциональными ППВ,— формула Л. П. Розова:

$$M = ППВ - m + nППВ, \qquad (11)$$

где ППВ — предельная полевая влагоемкость, м³/га; m — содержание воды в почве перед промывкой, м³/га; n —коэффициент, принимаемый равным от 0,5 до 2,0.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СУММАРНОГО ИСПАРЕНИЯ

Суммарное испарение — это одно из основных слагаемых уравнения водного баланса поля, экспериментальное определение которого связано со значительными трудностями. Поэтому для его измерения пользуются прямыми и косвенными методами:

1. Метод водного баланса — прямой и косвенный.
2. Градиентный метод — прямое измерение потока пара, идущего от испаряющей поверхности в атмосферу.
3. Метод теплового баланса — косвенное определение величины испарения по затратам тепловой энергии.

Метод водного баланса

Методом водного баланса можно определить суммарный расход воды путем замера всех или основных статей прихода и расхода ее в естественных условиях (на опытных участках или помещая почву в различные сосуды и создавая более или менее нормальные условия для развития в них растений). Использование этого метода дает хорошие результаты, так как, выбрав достаточно мощный слой почвы, можно исключить ряд приходно-расходных статей, входящих в общее уравнение водного баланса, особенно водообмен между почвой и близко залегающими грунтовыми водами.

При полевом определении суммарного испарения методом водного баланса задачу можно решить двумя способами. Первый способ состоит в том, что решают уравнение водного баланса, определяя все статьи прихода и расхода кроме испарения (формула 9), и итог правой части уравнения считают равным величине испарения. Здесь величина суммарного испарения является единственным неизвестным, определяемым из уравнения водного баланса. Второй способ основывается на прямом определении расхода воды из почвы путем проведения систематических замеров влажности перед, после и между поливами. Замер влажности начинают, когда состояние почвы после полива позволяет брать пробы буром и сток гравитационной влаги в основном прекратился, промочив почву до заданной глубины. Определение влажности почвы ведут послойно на всю заданную глубину: сначала часто, через каждые 1—3 дня, затем реже. При этом неучтенным остается расход влаги на испарение во время проведения полива через 1—2 дня после его окончания. Чтобы определить расход влаги из почвы за время от начала одного полива до начала следующего, по полученным замерам влажности строят кривые зависимости величины испарения от времени и, экстраполируя их до даты начала полива, определяют величину суммарного испарения от полива до полива.

Обоим методам водного баланса (косвенному и прямому) присущи специфические ошибки. При косвенном методе, когда главная расходная статья — суммарное испарение — не замеряется, а является результатом определения остальных статей, невозможно оценить достоверность полученных результатов. Кроме того, в расходную часть уравнения водного баланса входят некоторые потери воды на поле, которые учитываются приближенно путем введения поправочных коэффициентов (КПД полива). Это связано с тем, что не все замеренное количество поступившей на поле воды остается в корнеобитаемой зоне. Из-за неравномерного увлажнения почвы по длине борозд или полос, недостаточной выровненности поверхности поля часть поданной на поле воды может просочиться в глубокие слои — в подпочву или быть потерянной в результате неучтенных утечек и сбросов, а также другими путями.

Ошибки прямого метода определения суммарного расхода воды связаны с недостаточно большой повторностью взятия почвенных образцов из-за значительной трудоемкости этой работы и меньшей точностью определения расхода влаги в начале полива. Увеличение точности этого способа достигается использованием различных стационарных датчиков влажности почвы.

Лучшие результаты могут быть получены при решении задачи обоими способами, из которых косвенный будет основным, а прямой — контрольным. Отношение величины суммарного испарения, полученной прямым способом, к таковой, полученной косвенным методом, характеризует величину потерь воды на поле при поливе, или коэффициент полезного действия (КПД) полива. КПД полива определяют также как отношение количества поданной на поле воды к количеству накопленной в корнеобитаемом слое почв. По-

следняя представляет собой разность между содержанием влаги в корнеобитаемом слое почвы до и после полива.

Величина ошибки в размерах суммарного испарения, полученных методом водного баланса, составляет 10—20%. При использовании лизиметров точность получаемых результатов значительно выше. Особенно хорошие результаты получают в взвешиваемых лизиметрах, которые являются единственным надежным способом изучения суммарного испарения на землях с близким залеганием грунтовых вод, расходуемых на испарение.

Однако для обеспечения нормального развития в них растений (корневой системы и наземных органов) требуется устройство лизиметров достаточно больших размеров. Такие лизиметры с почвой весят несколько тонн —10 и более. Сложные устройства для взвешивания лизиметров удорожают их строительство и исследования.

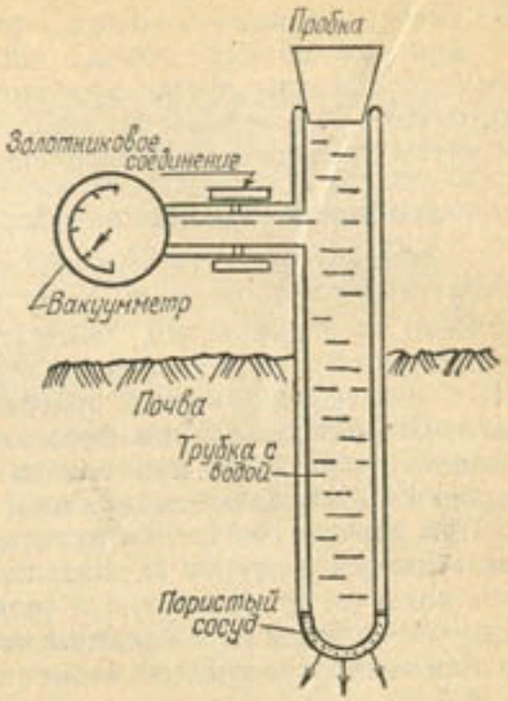
В последнее время предложены лизиметры с гидравлической системой измерения веса. В них почвенные монолиты помещают в плавающие на воде контейнеры (металлические сосуды), и изменение содержания влаги в почве определяют по степени погружения контейнера относительно уровня воды в наружном баке. Величина вертикального перемещения плавающего контейнера регистрируется автоматически самописцами. Ошибка при этом способе составляет доли процента.

Трудности, связанные с изучением влажности почвы в поле, часто не позволяют получить достаточно надежные результаты. К недостаткам распространенного теперь способа изучения влажности почвы следует отнести: большой объем и трудоемкость работ по ручному бурению для взятия образцов из всей толщи почвы, необходимость каждый раз производить бурение на некотором расстоянии от предыдущего, что не дает возможности следить за динамикой влажности в одной и той же точке, производить бурение в период проведения полива и сразу после его окончания.

Избежать этих недостатков можно косвенным определением влажности почвы с помощью различных датчиков, постоянно (и во время проведения полива) находящихся в почве на разной глубине. К таким датчикам относятся тензиометры, блоки сопротивления электрическому току и нейтронные влагомеры.

Тензиометрами определяют величину отрицательного давления почвенной влаги в интервале 0—1 атм, т. е. при изменении влажности почвы от насыщения до 0,6 ППВ. Они состоят из тонкопористого керамического сосуда, погруженного в почву и соединенного наполненной водой трубкой с манометром (вакуумметром), по которому отсчитывают величину отрицательного давления (сосущую силу) в почве (рис. 8).

Блоки сопротивления электрическому току — это небольшие бруски из пористого материала (гипса, стекловолокна или нейлона), в которые плотно вделаны два электрода, подключаемые к переносному прибору, являющемуся источником электрического тока и показывающему величину сопротивления току. Оно зависит от количества поглощенной блоком воды из почвы и, следовательно, от влажности почвы. Блоками можно измерить и небольшую влажность почвы — до коэффициента завядания (—15 атм). Показания, получаемые с помощью этих датчиков, отстают по времени от фактического изменения влажности почвы на 15—20 часов. Зависимости между сопротивлением току и влажностью почвы, определяемые с помощью блоков, менее достоверны, чем данные, получаемые тензиометрами.



8. Тензиометр для определения отрицательного давления в почвенной влаге.

Работа переносного нейтронного влагомера основана на определении интенсивности рассеяния быстрых нейтронов. Он состоит из трубки, в которой имеется радиоактивный источник быстрых нейтронов и счетчик медленных нейтронов. Трубку (щуп) опускают до нужной глубины в постоянную небольшого диаметра скважину в почве. Так как атомы водорода почвенной влаги обладают значительно большей способностью замедлять и рассеивать быстрые нейтроны, чем другие атомы, интенсивность рассеяния быстрых нейтронов (количество образующихся медленных нейтронов) связана с влажностью почвы, что позволяет эмпирически устанавливать зависимость между влажностью почвы и показаниями счетчика.

Из перечисленных стационарных способов косвенного определения влажности почвы на месте наиболее точными являются методы рассеянных нейтронов и тензиометрический. Последний, однако, дает возможность определять влажность почвы в сравнительно небольших пределах — на среднесуглинистых почвах от НДП (примерно 14—16% от массы) до полного насыщения (35—45%). Когда отрицательное давление близко к одной атмосфере и влажность почвы уменьшается до 0,55—0,6 ППВ (на средних суглинках —12—15% от массы), в тензиометр проникают пузырьки воздуха, он перестает работать и требуется его перезарядка водой.

Чтобы по косвенным показателям определить содержание влаги в почве в кубических метрах или процентах (что нужно для расчета водного баланса), производят тарировку показаний любого датчика по влажности, полученной в результате прямого определения ее высушиванием образцов до постоянного веса. Для этого в

одном и том же месте параллельно ведут прямое определение влажности и записывают показания датчика.

Для уменьшения объема работ некоторые основные замеры влажности почвы лучше производить прямым способом, а промежуточные — косвенным по показаниям датчиков, протарировав их во время проведения основных замеров.

Градиентный метод определения суммарного испарения

К прямым методам определения суммарного испарения относится также градиентный метод измерения потока водяного пара, идущего от испаряющей поверхности в атмосферу. Он позволяет рассматривать турбулентный перенос пара не как общий обмен влаги между испаряющей поверхностью и атмосферой (что имеет место при использовании формулы Дальтона), а как процесс, интенсивность которого пропорциональна градиентам влажности, замеренным на небольших расстояниях.

При расчете испарения этим методом (теоретическое обоснование которого дано М. И. Будыко), по наблюдениям в приземном слое воздуха, принимают, что величина потока пара за малый промежуток времени Δt с единицы поверхности может быть выражена приближенно следующей зависимостью:

$$\varepsilon = -\kappa(z)\ \frac{\partial a}{\partial z}, \qquad (12)$$

где $\kappa(z)$—коэффициент турбулентной диффузии; z—вертикальное расстояние от испаряющей поверхности; $\frac{\partial a}{\partial z}$ — градиент содержания влаги в воздухе.

Разделив переменные и проинтегрировав (12), считая ε постоянным, а зависимость κ от z линейной, получим следующую формулу:

$$\varepsilon = \kappa_1 \frac{a_1 - a_2}{ln\frac{z_2}{z_1}} (\text{кг/м}^2 \cdot \text{с, или мм/с}),$$

где $a_1 - a_2$ — разность содержания пара в воздухе (кг/м³) на двух высотах z_1 и z_2 (м). Значение коэффициента κ_1 находят эмпирически.

Удобнее пользоваться аналогичной формулой Д. Л. Лайхтмана, где величина κ_1 зависит от средней скорости ветра $\bar{u}$ (м/сут):

$$\varepsilon = 0{,}05\, \bar{u} \frac{a_1 - a_2}{ln\frac{z_2}{z_1}} (\text{кг/м}^2 \cdot \text{сут, или мм/сут}). \qquad (13)$$

Вследствие малой разности значений измеряемых величин упругости пара на небольших расстояниях и необходимости в связи с этим производить точные замеры приходится пользоваться сложными приборами и проводить тщательные наблюдения. Несмотря на то, что методика этих наблюдений совершенствуется, градиентный метод не нашел пока производственного применения. Основан-

ный, однако, на правильном представлении физической сущности процесса, он имеет важное значение и заслуживает дальнейшего изучения.

Метод теплового баланса определения суммарного испарения

Из косвенных способов замера суммарного испарения следует остановиться на методе теплового баланса. Сущность его заключается в определении количества тепла, затрачиваемого на испарение, и вычислении по нему величины испарения. Для оценки количества тепла, затрачиваемого на испарение, рассматриваются статьи прихода и расхода энергии, поступающей на поверхность, и составляется уравнение теплового баланса:

$$R = L\varepsilon + H + B, \qquad (14)$$

где R — радиационный баланс поверхности; $L\varepsilon$ — поток скрытого тепла в атмосферу, связанный с испарением (здесь L — скрытая теплота испарения, ε — величина суммарного испарения); H — турбулентный поток тепла в атмосферу (теплообмен между поверхностью и атмосферой); B — поток тепла в почву (теплообмен в почве).

Единственным источником энергии, поступающей на земную поверхность, является солнечная радиация. Она составляет только часть коротковолновой (диапазон длины этих волн от 0,2 до 4 мкм) солнечной радиации, приходящей к верхней границе земной атмосферы. Часть ее отражается обратно в мировое пространство (главным образом облаками), часть поглощается газами атмосферы (и примесями) — в основном молекулами воды и углекислого газа, нагревая их. Часть солнечной радиации рассеивается, меняя направление, поэтому всю поступающую радиацию делят на прямую и рассеянную (идущую как бы не прямо от солнца, а от всего обширного небосвода). При безоблачном небе на прямую радиацию (в зависимости от высоты стояния солнца) приходится до 80—90% ее общей интенсивности. Если солнце закрыто даже тонкими облаками, прямая радиация уменьшается до нуля. То же происходит на рассвете и закате солнца. До земной поверхности доходит в среднем около половины всего количества солнечной радиации, приходящей из космоса. Однако эта средняя величина существенно меняется в зависимости от широты местности и климатических зон. Так, количество суммарной радиации, поступающей на поверхность суши, на Крайнем Севере $25 \cdot 10^4$ ДЖ/см²·год, а в Ташкенте —$59 \cdot 10^4$ Дж/см²·год, и она больше в сухих зонах, где облачность мала.

Достигшая земной поверхности прямая и рассеянная солнечная радиация не вся ею поглощается, а как уже отмечалось, частично ею отражается. Эта часть известна как альбедо и составляет для зеленой растительности 15—20%. Кроме того, из поглощенной земной поверхностью энергии часть возвращается в атмосферу в виде встречных потоков длинноволнового (4—40 мкм) излучения. Количество поглощенной поверхностью радиации минус количество излученной обратно и составляет радиационный баланс R.

Поглощенная земной поверхностью радиация превращается в тепловую энергию поверхности и потенциальную энергию пара, которые вызывают образование идущих от поверхности потоков тепла — явного, связанного с теплообменом между поверхностью и атмосферой, и скрытого потока тепла в водяном паре.

Для определения величины испарения ε методом теплового баланса удобно воспользоваться несколько измененным уравнением Боуена:

$$\varepsilon = 0{,}1\frac{R-B}{Cp\frac{\Delta T}{\Delta e}+L} \text{ (мм/мин)}, \qquad (15)$$

где R — радиационный баланс, кал/см²·мин; B — поток тепла в почву, кал/см²·мин; Cp — теплоемкость воздуха, кал/г·град; Δt — перепад температуры, град; Δe — перепад влажности воздуха, г пара/г воздуха (безразмерная величина); L — скрытая теплота парообразования, кал/град.

Для замера R пользуются различными балансомерами, основной деталью которых являются зачерненные с обеих сторон пластинки, устанавливаемые горизонтально на небольшой высоте от поверхности. На них сверху поступает коротковолновая солнечная радиация, а снизу — встречная длинноволновая радиация от испаряющей (подстилающей) поверхности. Создающаяся разность температур измеряется термопарами. На малых высотах она пропорциональна радиационному балансу. Теплообмен в почве B изучается путем наблюдений за профилем температуры почвы с помощью специальных термометров и определения теплоемкости почвы. Его можно также определить балансомерами, построенными примерно так же, как и радиационные балансомеры. Δt и Δe изучаются с помощью пар психрометров, из которых один устанавливается непосредственно над испаряющей поверхностью, а второй — на высоте 1—2 м от нее. Агрофизическим НИИ системы ВАСХНИЛ разработаны почвенные тепломеры (не требующие специального определения теплоемкости почвы), градиентомеры для измерения Δt и Δe и радиационные балансомеры.

Метод теплового баланса определения суммарного испарения дает во многих случаях достаточно надежные результаты. Однако в орошаемых оазисах нормальное уменьшение температуры воздуха от поверхности почвы вверх часто нарушается: она убывает в обратном направлении от атмосферы к почве (температурная инверсия). Поэтому почва в течение длительного времени может получать тепло из воздуха, и на испарение расходуется больше тепла, чем его содержится в радиационном потоке. Такой же результат может вызвать крупномасштабный боковой приток тепла (адвекция), связанный с перемещением синоптических систем. Истинные пределы использования этого метода зависят от множества факторов, которые еще недостаточно изучены.

Описанные экспериментальные методы определения величины суммарного испарения имеют свои достоинства, но наиболее надежным и простым из них является метод водного баланса, получивший широкое распространение. В тех случаях, когда этот метод не дает надежных результатов, например, на землях с близко расположенными к поверхности грунтовыми водами, расходуемыми на испарение, или с маломощными, подстилаемыми галечниками почвами, а также в ряде других случаев, целесообразно проводить комплексные исследования с использованием методов водного и теплового баланса.

Расчет суммарного испарения

Рассмотрение физической сущности процесса влагообмена показывает наличие определенных зависимостей между величиной испарения и такими метеорологическими факторами, как дефицит влажности воздуха и его температура, интенсивность солнечной радиации, поступающей на поверхность, и продолжительность светового дня.

Определенное сходство существует также между величиной испарения с хорошо увлажненной почвы (как голой, так и занятой вегетирующей растительностью) и испаряемостью с открытой водной поверхности (табл. 11). Это имеет важное практическое значение, так как последнюю легко замерить в специальных сосудах-испарителях, а затем после введения поправок, получаемых на основе экспериментального определения испарения из почвы, использовать для расчета.

Наличие зависимости между испарением и метеорологическими факторами послужило основанием для разработки приближенных способов расчета водопотребления различными сельскохозяйственными культурами и вывода экспериментальных формул. В качестве примера приведем формулу И. А. Шарова:

$$\varepsilon = e\sum t + 4b, \qquad (16)$$

где ε — суммарный расход воды за весь вегетационный период, м³/га; e — коэффициент водопотребления сельскохозяйственной культурой, рассчитанный на 1°С; Σt — сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации, °С; b — число дней вегетационного периода.

За рубежом широко используются формулы, выведенные Торнтвейтом, Блейни и Криддлом, Кристиансеном и др. Формула Блейни и Криддла имеет следующий вид:

$$U = K\frac{tP}{100}, \qquad (17)$$

где U — месячное водопотребление; K — эмпирический коэффициент сельскохозяйственной культуры; t — среднемесячная температура; P — месячное количество световых часов, % от годового количества.

Для расчета по этой формуле приведены таблицы значений K для разных культур и значений P с учетом широты местности.

В формуле Кристиансена величина испарения определяется в зависимости от количества поступающей солнечной радиации, среднемесячное значение которой находится по прилагаемым таблицам, рассчитанным для разных широт.

Удовлетворительные результаты по этим эмпирическим формулам получают в тех условиях, где они выведены. Использование их в иных условиях приводит часто к серьезным ошибкам.

В СССР широкое распространение получил метод расчета водопотребления сельскохозяйственными культурами А. М. Алпатьева, прошедший длительную экспериментальную проверку в нашей стране и за рубежом.

Этот метод основан на том, что суммарный расход воды с поля, занятого растениями, пропорционален величине испаряемости в аналогичных природных условиях и определяется введением поправочных биоклиматических коэффициентов (зависящих от вида сельскохозяйственной культуры и климата), которые находят путем постановки специальных экспериментов на участках, типичных для разных природных зон.

В общем виде предложенная для расчета зависимость выражается так:

$$\varepsilon = K_б \varepsilon_0, \qquad (18)$$

где ε и ε_0 — соответственно суммарное испарение и испаряемость за некоторую часть времени или за весь вегетационный период, мм; $K_б$ — биоклиматический коэффициент.

Измерение испаряемости и упругости пара непосредственно на покрытой растительностью поверхности поля или температуры (для определения упругости насыщенного пара по ней) представляет значительные трудности вследствие того, что испарение и транспирация происходят в некотором слое довольно большой мощности, внутри которого величины этих характеристик подвержены значительным колебаниям в пределах небольших расстояний. Поэтому вместо градиента давления пара (по разнице между его упругостью у испаряющей поверхности и над ней) используют данные наблюдений метеорологических станций за величиной дефицита влажности воздуха, измеряемой на некоторой высоте (обычно 2 м).

Полученные уравнения для определения испарения представляют собой эмпирические зависимости от дефицита влажности, температуры воздуха и вида сельскохозяйственной культуры.

Величину испаряемости ε_0 за некоторый период времени (за месяц или год) принимают пропорционально сумме среднесуточных дефицитов влажности воздуха: $\varepsilon_0 = k\Sigma d$ (где k — экспериментальный коэффициент пропорциональности; $d = e^1_0 - e$ — разность между насыщающей упругостью пара при температуре воздуха на высоте 2 м и фактической упругостью пара в атмосфере на той же высоте).

Испаряемость часто также определяет по формуле Н. Н. Иванова, учитывающей и температуру, и дефицит влажности воздуха:

$$\varepsilon_0 = 0{,}0014\,(25+t)^2 \cdot (100-r), \qquad (19)$$

где ε_0 — испаряемость, мм/месяц; t — среднемесячная температура воздуха, °С; r — среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Биоклиматический коэффициент в формуле (18) определяют из отношения $K_б = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$, где ε (фактическое испарение) берут по имеющимся на опытных станциях данным. Полученные значения $K_б$ могут затем быть использованы для территорий, где нет или недостаточно экспериментальных данных, но обычно имеются данные наблюдений метеорологических станций за температурой и влажностью воздуха.

Желательно размеры испаряемости, рассчитываемые только по метеорологическим факторам, корректировать по величине потенциального суммарного испарения разных сельскохозяйственных растений в различных зонах, считая ее равной величине испарения при влажности почвы, близкой к ППВ (первые 1—2 дня после полива).

Биоклиматический коэффициент для определения фактического суммарного испарения учитывает различные факторы (биологические, климатические, почвенно-гидрогеологические), характерные для данного природного региона. Для Европейской части СССР, где выращиваются в основном зерновые культуры, $K_б = 0{,}65$—на северо-западе и $K_б = 0{,}4$—в южных районах.

В зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения фактическая величина суммарного испарения составляет около 50% от максимального — испаряемости.

В аридной зоне интенсивного орошения сельскохозяйственных культур, с длительным вегетационным периодом и большими поливными нормами, биоклиматический коэффициент изменяется в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры, длительности вегетационного периода и почвенно-гидрогеологических условий. Так, коэффициент, зависящий от вида сельскохозяйственной культуры, принят для хлопчатника 0,65, для люцерны 0,88, для кукурузы и джугары 0,55.

Следует отметить, что величина водопотребления меньше испаряемости, так как влажность активного слоя почвы (откуда растения берут основное количество воды) за период между двумя выпадениями осадков или двумя поливами опускается ниже ППВ. Значительное влияние оказывают особенности развития растений: время образования сплошного зеленого покрова и возрастные изменения, приводящие к уменьшению интенсивности транспирации. Установлено, что интенсивность суммарного испарения с политого поля убывает по мере просыхания почвы. В первые дни после полива уменьшение скорости испарения происходит очень резко, а затем медленнее. По данным Г. Г. Решетова, полученным в Сурхандарьинской области УзССР, в 1-й день после окончания первого полива на испарение было израсходовано 120 м³/га сут, через

4—5 дней испарялось 87 м³/га сут, а на 11-й день после полива — всего 38 м³/га сут.

Скорость испарения с орошаемого поля очень мала (практически равна нулю), когда содержание воды в активном слое почвы соответствует влажности завядания (ВЗ) и происходит разрыв сплошности потока капиллярной влаги. Скорость испарения достигает наибольшей величины (равна интенсивности потенциального суммарного испарения), когда движение влаги в почве незначительно ограничивается удерживающими силами и израсходованные порции воды быстро восполняются новыми. Это происходит в том случае, если в активном слое почвы влажность равна или больше ППВ (последнее наблюдается во время полива и в первые 2—3 дня после его окончания).

Согласно экспериментальным данным, зависимость скорости испарения от влажности почвы в диапазоне от ВЗ до ППВ носит линейный характер. Поэтому приняв, что скорость испарения в этом диапазоне меняется от 0 до предельной (потенциальной) величины и ее зависимость от влажности носит линейный характер, можно записать:

$$\varepsilon = \frac{W - \text{ВЗ}}{\text{ППВ} - \text{ВЗ}} \varepsilon_0, \qquad (20)$$

где ε — фактическое испарение за единицу времени; ε_0 — суммарное потенциальное испарение определенной сельскохозяйственной культуры в конкретных природных условиях за единицу времени; W — фактическая влажность почвы.

Здесь ε_0 зависит от климата и вида сельскохозяйственной культуры, а коэффициент при ε_0 — от характера и влажности почвы. Как установлено многочисленными экспериментальными исследованиями, оптимальная предполивная влажность для большинства сельскохозяйственных растений составляет 0,6—0,8, а влажность завядания 0,4—0,5 от ППВ. Следовательно, величина коэффициента при ε_0 перед поливом должна приниматься от 0,25 до 0,65 и за весь межполивной период меняться от 1 до этих значений. Для хлопчатника и других сельскохозяйственных растений установлена различная оптимальная предполивная влажность для основных фаз развития, и соответственно по фазам будет меняться коэффициент при ε_0.

Существенное значение при расчете может иметь оценка расхода грунтовых вод на испарение, особенно в условиях аридного климата. Как уже отмечалось, он зависит от глубины залегания вод, характера почвы, вида растений, климата, величины испаряемости. Найти зависимость величины испарения грунтовых вод, достаточно точно отражающую суммарное влияние такого большого числа факторов, трудно.

С известным приближением рассчитать величину капиллярного подпитывания корнеобитаемого слоя почвы можно по формуле С. И. Харченко:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_0}{e^{mh}}, \qquad (21)$$

где ε — поступление грунтовой воды в зону корнеобитания, мм/сут; ε_0 — испаряемость, мм/сут; e — основание натуральных логарифмов; m — коэффициент, зависящий от характера грунта и фазы развития растений; h — глубина залегания грунтовых вод, м.

Расчеты испарения грунтовой воды следует сопоставлять с данными лизиметрических наблюдений в аналогичных природных условиях. Практический интерес представляет также расчет суммарного испарения по данным наблюдений за испаряемостью с открытой водной поверхности. Простота замера в испарителях делает этот метод доступным для применения во всех природных зонах, а при использовании стандартных испарителей, соблюдении правил их установки и эксплуатации позволяет получить достаточно хорошие результаты. Точность определения биоклиматических коэффициентов зависит в основном от качества и объема имеющихся экспериментальных работ по определению фактического расхода воды, проводимых на опытных станциях и в хозяйствах. Величина ошибки при расчете среднемесячных значений этих коэффициентов составляет 15—20%.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ И НОРМ ПОЛИВОВ РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Для разработки режима орошения необходимо установить сроки (а значит и число) поливов и количество воды, которое нужно затратить на каждый полив и за весь сезон, чтобы создать благоприятный водно-солевой режим и получить высокий урожай возделываемых сельскохозяйственных культур. Сроки поливов определяются продолжительностью времени (межполивным периодом), за которое будет израсходована поступившая на поле вода, и влажность почвы в корнеобитаемом слое (или в той его активной части, из которой происходит основной расход воды) уменьшится в результате испарения от наибольшего возможного верхнего предела — ППВ до нижнего допустимого предела — НДП.

Величина поливной нормы (объем воды, подаваемый за один полив на один гектар) зависит от количества легкодоступной влаги, которое почва может удержать. Количество легкодоступной (продуктивной) влаги, которое почва может накопить в слое h на площади 1 га, можно подсчитать по сходной с приведенной выше формулой (3). При расчете поливной нормы учитывают также потери воды на поле:

$$m = \frac{100 h \rho (\text{ППВ} - \text{НДП})}{\eta}. \qquad (22)$$

Здесь m — поливная норма, м³/га; η — КПД полива, который зависит от техники полива, качества его проведения и подготовки поля к поливу; в производственных условиях при поливе по бороздам КПД полива равен 0,6—0,7, на опытных делянках — больше.

Сумма всех поливных норм составляет оросительную норму,

подаваемую за весь сезон. Сумма межполивных периодов определяет продолжительность всего оросительного сезона.

Чтобы определить величину поливных, оросительных норм и сроков полива, необходимо правильно выбрать глубину расчетного слоя и оптимального НДП.

Выбор глубины расчетного слоя почвы для определения поливных норм. Глубину h, по которой рассчитывают поливную норму (расчетная глубина увлажнения), увязывают с мощностью корневой системы растений в разные фазы их развития. Поэтому нормы различных поливов разные. Скорость испарения также меняется по мере развития растений и увеличения температуры, что обусловливает и разную продолжительность межполивных периодов.

Рекомендации по выбору расчетной глубины увлажнения разработаны на основе многолетних исследований различных организаций. В СоюзНИХИ (С. Н. Рыжов, В. Е. Еременко, М. П. Меднис, С. А. Гильдиев) принята следующая расчетная глубина увлажнения почвы хлопкового поля: до бутонизации —0,5 м, в период бутонизации —0,7 м, в период цветения и плодообразования — 1,0 м и в период созревания — 0,7 м. При залегании грунтовых вод на 2—3 м от поверхности расчетная глубина должна быть 0,4—0,5 м. В институте «Средазгипроводхлопок» расчетную глубину увлажнения принимают 0,8—1,0 м. Этими же расчетными глубинами пользуются и при определении поливных норм и предполивной влажности для других полевых культур. Многие исследователи допускают однако значительные отступления в выборе расчетной глубины увлажнения почвы.

Данные по расходу влаги из разных по глубине слоев почвы показывают, что при определении мощности слоя для расчета поливных норм необходима большая его дифференциация. Из табл. 15, построенной на основе фактических наблюдений, видно, что надо

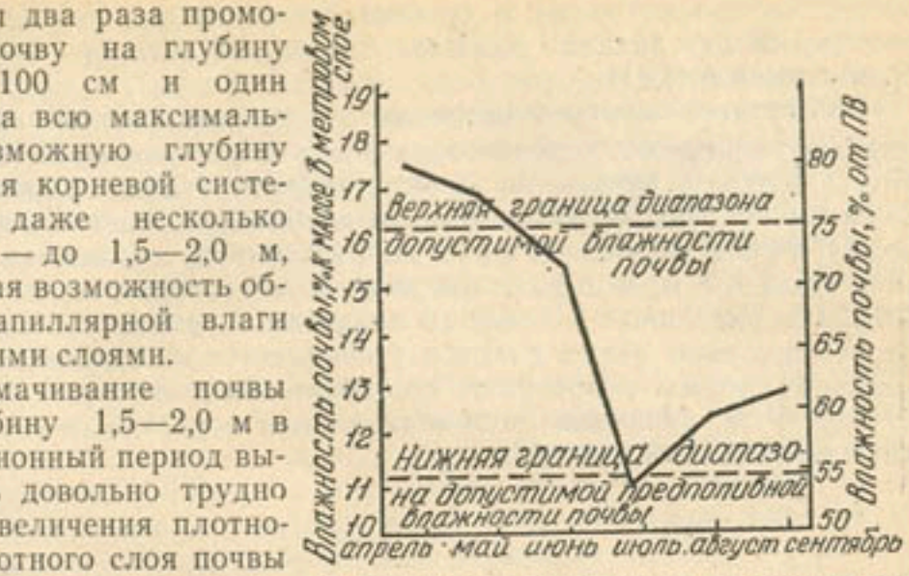
Таблица 15

Расход воды из разных слоев почвы хлопкового поля за весь оросительный сезон

Глубина слоя почвы, см	Израсходовано воды из каждого слоя		Средняя ППВ, % от массы почвы	Средняя предполивная влажность		Сколько раз расходуется доступная влага каждого слоя за весь сезон
	м³/га	%		% от массы почвы	% от ПВ	
0 — 30	2880	40	22	12,5	57	7,7
30 — 60	1728	24	23	14,5	63	5,1
60 — 90	1152	16	21	14,7	70	4,6
90 — 120	720	10	24	18,0	75	3,0
120 — 150	432	6	22	16,7	76	2,1
150 — 180	288	4	21	15,5	74	1,3
	7200	100	22	15,3	70	

хотя бы два раза промочить почву на глубину более 100 см и один раз — на всю максимально возможную глубину развития корневой системы и даже несколько больше — до 1,5—2,0 м, учитывая возможность обмена капиллярной влаги с нижними слоями.

Промачивание почвы на глубину 1,5—2,0 м в вегетационный период выполнять довольно трудно из-за увеличения плотности пахотного слоя почвы и ухудшения ее проницаемости под влиянием поливов и междурядных обработок, а также вследствие увеличения интенсивности расхода влаги по мере развития растений и повышения температуры. Это приводит к понижению фактической величины предполивной влажности на полях колхозов и совхозов в самый напряженный по температурным условиям период даже в передовых, добивающихся высоких урожаев хозяйствах (рис. 9). Промачивание почвы на глубину распространения корневой системы следует производить в невегетационный период в виде запасных поливов, когда этому благоприятствуют метеорологические условия и состояние почвы. Рекомендации по выбору глубины слоя для расчета поливных норм в вегетационный период необходимо уточнять на основе изучения материалов послойного расхода влаги из почв в разных природных условиях для различных сельскохозяйственных культур.



9. Фактическая предполивная влажность в колхозах Андижанского района (*по Н. К. Балябо*)

Выбор глубины расчетного слоя почвы для определения сроков полива. Обычно глубина слоя почвы, по которой определяют НДП, одинакова с той, по которой определяют поливную норму. Использование при расчете данных влажности нижних малодинамичных глубоких слоев почвы (60—100 см), где сравнительно высокая влажность почвы несущественно меняется в межполивной период (табл. 15), недостаточно характеризует истинные условия снабжения растений водой, так как в верхних слоях почвы (до 40—60 см) влажность в течение межполивного периода меняется в широких пределах — от ППВ до 0,5 ППВ и растения значительную часть межполивного периода вынуждены расходовать только бедные питательными элементами растворы глубоких горизонтов почвы.

Очевидно, эти два параметра — глубина расчетного слоя почвы для вычисления поливной нормы и для определения НДП — не должны быть обязательно одинаковыми и средняя влажность

того слоя, по которому рассчитывают поливную норму, должна отличаться от средней влажности слоя, по которой определяют срок полива и НДП.

Имеющиеся немногочисленные экспериментальные исследования подтверждают нецелесообразность определения НДП в слое почвы большой мощности. В эксперименте (табл. 16) по средней влажности почвы одной и той же глубины определяли поливную норму и срок полива. В фазы до цветения и созревания эта глубина была 0,7 м, а в фазу цветения и плодообразования — варьировала в указанных в табл. 16 пределах. С увеличением глубины расчетного слоя число поливов уменьшается, а средняя величина поливной нормы возрастает, составляя соответственно 940, 1250 и 1720 м³/га, увеличиваются абсолютные и удельные затраты воды и уменьшается урожай.

Таблица 16

Число поливов и затраты воды при разной глубине расчетного слоя (данные С. А. Гильдиева)

Глубина расчетного слоя почвы, см	Число поливов	Оросительная норма, м³/га	Урожай, ц/га	Удельные затраты воды, м³/ц
100	7	6600	52	127
150	6	7500	49	156
200	5	8600	48	181

Определение оптимальной предполивной влажности и режима орошения в вегетационный период. Одна из основных задач, которая должна быть решена при изучении режима орошения и разработке рекомендаций по его применению,— определение величины оптимальной предполивной влажности почвы (т. е. допустимого нижнего порога ее, когда необходимо начинать очередной полив и дальнейшая его задержка приведет к снижению урожая). Эту задачу решают путем постановки полевых экспериментов с вариантами разной (средней в заданном слое почвы) предполивной влажности — от 0,5 ППВ до 0,9 ППВ. Результаты полевых опытов затем анализируют и оценивают по развитию растений и урожайности, удельным затратам воды на единицу урожая и экономическим показателям.

Варианты с разной величиной предполивной влажности изучают по основным фазам развития растений. Так, для хлопчатника определяют оптимальную предполивную влажность почвы для трех основных фаз развития: до цветения, в период цветения-плодообразования и созревания. Поэтому результаты получаются в виде трехчленной схемы режима предполивной влажности: например 75—70—60— три величины оптимальной предполивной влажности по фазам, % от ППВ.

От величины предполивной влажности и глубины слоя, по которому определяется ее среднее значение, зависят сроки, число и нормы поливов. Поэтому каждой схеме режима влажности почвы соответствует определенная схема режима орошения — распределения числа поливов по фазам (например 2—4—1). Согласно этой схеме режима орошения должно быть дано всего 7 поливов: 2— до цветения, 4— в период цветения и плодообразования и 1— в период созревания. Для трав количество поливов привязывают к срокам укосов. Например, схема орошения 1—2—2—2—2 для люцерны показывает число поливов в промежутках между каждым последующим укосом.

Оптимальная предполивная влажность почвы, как и размеры водопотребления, зависит от особенностей развития каждой культуры, ее хозяйственного использования и природных условий (климата, характера почвы), а в условиях аридного климата — и от глубины залегания и минерализации грунтовых вод, так как их испарение может достигать большой величины.

Рассматривая эти зависимости, можно установить следующие закономерности. Общая закономерность проявляется в увеличении водопотребления — числа поливов и оросительных норм — в более жарком и сухом климате, а также у культур с более длинным вегетационным периодом, мощным развитием куста и корневой системы. Оросительная норма любой полевой культуры, выращиваемой в одно и то же календарное время, значительно больше в Средней Азии, чем в Европейской части СССР. Люцерна в одних и тех же природных условиях расходует больше воды, чем хлопчатник, вследствие того, что у нее более мощная корневая система, лучше развиты испаряющие органы и большая продолжительность интенсивной вегетации.

Другая закономерность состоит в наличии определенной связи между водопотреблением, оптимальной влажностью почвы в разные фазы развития растений и характером формирования используемого в хозяйстве урожая.

Для группы растений, урожаем которых является зеленая масса (листья, стебли), выращиваемая в течение всего теплого периода и используемая на сено или зеленый корм, уровень влажности почвы должен быть сравнительно высоким и почти не меняться на протяжении всего периода вегетации. Величина водопотребления этими культурами хорошо отражает ход изменения метеорологических факторов. Так, у люцерны оптимальная предполивная влажность составляет 70—80% от ППВ в течение всей вегетации, продолжительность межполивных периодов из-за интенсивного испарения сравнительно небольшая, особенно в самое жаркое время, и число поливов варьирует в пределах 8—13, между укосами — 1—3. Мощная корневая система позволяет ей расходовать влагу из глубоких горизонтов, что требует больших поливных норм, поэтому оросительные нормы люцерны 8—12 тыс. м³/га. Урожай сена при таких оросительных нормах на люцерниках второго-третьего года достигает 200 ц/га и больше.

Для второй группы полевых растений, урожаем которых являются зрелые зерна, волокно, крахмал и сахар корнеплодов и стебля, масло семян, установлено, что для высокого выхода продукции необходима несколько меньшая предполивная влажность почвы по сравнению с влажностью для трав и культур, возделываемых на силос, и она должна быть строго дифференцирована по фазам развития растений. Особенно явно это проявляется в период созревания растений. Если в это время не снизить влажность почвы, урожай можно вообще не получить. Сахарный тростник в сухих тропиках обильно орошают, но за 2 месяца до уборки его перестают поливать, чтобы повысить сахаристость стебля. Люцерне, возделываемой на семена, дают в 4—5 раз меньшее количество поливов и поддерживают невысокую предполивную влажность почвы. С рисовых полей в фазу созревания зерна сбрасывают воду и понижают уровень грунтовых вод. В схемах режима орошения хлопчатника и других культур с длинным вегетационным периодом предусматривают уменьшение предполивной влажности в фазу созревания. Наиболее распространенная схема предполивной влажности хлопчатника —70—70—60, при которой растение получает 7 поливов обычно по схеме 2—4—1 с общей оросительной нормой 6,0—7,5 тыс. м³/га. Такие затраты воды могут обеспечить урожай 35—50 ц/га.

Результаты исследований показывают, что разные сорта хлопчатника предъявляют неодинаковые требования к предполивной влажности. По данным М. П. Медниса, скороспелые сорта хлопчатника более требовательны к воде, чем позднеспелые; они положительно реагируют на увеличение предполивной влажности в первую фазу до 75% от ППВ, тогда как позднеспелые позволяют понижать ее до 65%. Пределы, в которых может меняться предполивная влажность незасоленных почв в период до созревания растений,—65—75% от ППВ. При уменьшении предполивной влажности в первые две фазы развития хлопчатника до 60% от ППВ происходит заметное снижение урожайности, но в фазу созревания такая влажность является оптимальной. Оптимальная схема предполивной влажности у кукурузы на зерно примерно такая же, как и у хлопчатника, но из-за более короткого вегетационного периода число поливов и оросительная норма у первой меньше.

У растений рассматриваемой группы, у которых урожай создается в процессе созревания, динамика расхода воды в течение оросительного сезона достаточно хорошо отражает изменение напряженности метеорологических факторов только в период интенсивной вегетации, а в фазу созревания указанная зависимость выражена менее четко или вовсе не обнаруживается. Это особенно хорошо заметно у культур с коротким вегетационным периодом в условиях климата с большой продолжительностью теплого времени. Например, у зерновых культур созревание и резкое уменьшение транспирации в Средней Азии приходится на время очень высокой температуры и сухости воздуха.

Для третьей группы растений — раннего и позднего картофеля, овощей и других культур с неглубокой корневой системой и водянистым сочным плодом, требующих высокой влажности почвы, характерно интенсивное водопотребление с середины и до конца периода созревания плодов.

Влияние разной влажности почвы на развитие растений в более ранние фазы выражено менее четко. Однако более высокая потребность в ней в первую фазу развития обнаруживается довольно хорошо у большинства культурных растений. Для хлопчатника это положение отрицается рядом исследователей, рекомендующих одинаковую предполивную влажность от всходов до начала созревания. Это, вероятно, объясняется тем, что при ранних поливах происходит понижение температуры почвы и уплотнение пахотного горизонта, оказывающие вредное влияние на молодые растения. Требуемую высокую влажность почвы в первую фазу развития растений следует создавать путем проведения запасных поливов, при которых отпадает необходимость в проведении слишком ранних вегетационных поливов.

На землях с близким залеганием грунтовых вод уже на небольшой глубине постоянно сохраняется высокая влажность почвы. Если грунтовые воды находятся на глубине 1—2 м от поверхности, то на глубине 0,5 м и ниже влажность почвы равна ППВ или выше ее. У растений с глубоко залегающей корневой системой наблюдается резко выраженное увеличение ее массы в верхнем полуметровом слое, откуда происходит основной расход воды на испарение и создается значительная дифференциация влажности в вертикальном профиле почвы. В верхних слоях она может понижаться до влажности завядания при очень высоком содержании влаги ниже.

Однако убывание влажности почвы — ее понижение до НДП— происходит здесь значительно медленнее вследствие притока капиллярной влаги из нижних горизонтов. Поэтому срок первого полива наступает значительно позже. Если на землях с глубоким залеганием грунтовых вод полив необходимо давать хлопчатнику в мае, то на землях с близким залеганием — в июне или даже в начале июля. По этой причине значительно увеличивают время между каждым поливом, в результате чего число поливов сокращается. Для хлопчатника оптимальными часто оказываются схемы режима орошения, в которых в фазы до цветения и в период созревания поливы совсем не предусмотрены, а в фазу цветения-плодообразования —1—3 полива, что сильно снижает величину оросительной нормы (обычно она от 1,5 до 3,5 тыс. м³/га). В то же время общий расход поливной и грунтовой воды, как правило, выше, чем на землях с глубоким залеганием грунтовых вод.

С увеличением поступления грунтовой воды в корнеобитаемую зону и расходом ее на испарение повышается концентрация почвенного раствора и сосущая сила листьев. В результате возникает необходимость разбавлять концентрацию почвенного раствора — поддерживать более высокую влажность почвы. Поэтому предпо-

ливная влажность на подверженных сезонному засолению почвах хлопчатника в фазы до цветения и цветение-плодообразование не должна быть меньше 75% от ППВ (в ряде исследований ее оптимальная величина составляла 80% от ППВ). Рекомендуемые схемы предполивной влажности в этих условиях 75—75—65 и 80—75—65. Для люцерны оптимальная предполивная влажность составляет 80 и 85% от ППВ.

На подверженных засолению землях с близким стоянием сильно минерализованных грунтовых вод важно создавать поливами слой пресной грунтовой воды и не допускать интенсивного притока ее в корнеобитаемую зону. С этой целью увеличивают вегетационные поливные нормы на 20—30%, но не более чем на 0,2—0,25 от величины испаряемости.

На землях с большим количеством легкорастворимых солей в корнеобитаемом слое почвы, накопившихся в результате сезонного засоления или общего солончакового процесса, необходимо, кроме того, проводить невегетационные промывные поливы, рассчитанные на то, чтобы вытеснить почвенный раствор в грунтовые воды и дренажную сеть.

На водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных культур оказывают влияние также особенности почвы и подстилающего грунта: мощность почвы, механический и агрегатный ее состав, наличие слоистости, плотность и общее строение профиля. Суммарное влияние всех этих характеристик, отражающееся на характере движения влаги в почве, обусловливает разную проницаемость, способность накапливать и удерживать влагу. Общая оценка всех этих характеристик на основе почвенных исследований в принятых масштабах затруднительна и не всегда дает достаточно надежные результаты. Закономерности, отражающие влияние этих почвенных характеристик, можно сформулировать лишь в общей форме, а именно: на легких (супесчаных, песчаных) почвах, подстилаемых с небольшой глубины грубыми по механическому составу слоями и отличающихся высокой проницаемостью, вследствие возрастания потерь поливной воды необходимо уменьшать поливные нормы, увеличивать число поливов и оросительную норму.

Для установления сроков полива наряду с величиной влажности предлагается учитывать и другие показатели — величину сосущей силы листьев растений. Полив следует производить в том случае, когда она увеличится до допустимого верхнего предела, характеризующего определенный уровень напряженности процесса транспирации.

Изучение этих верхних пределов проводилось многими исследователями для разных сельскохозяйственных культур. В качестве примера в табл. 17 приведены данные исследований С. А. Гильдиева, из которых следует, что время очередного полива необходимо назначать тогда, когда сосущая сила листьев хлопчатника достигает 12—14—16 атм в соответствующие три фазы развития. Сосущая сила листьев зависит от многочисленных биологических, метеорологических и почвенно-мелиоративных факторов, вследст-

Таблица 17

Сравнение двух способов назначения сроков полива (данные С. А. Гильдиева)

Заданные схемы влажности, % от ППВ и сосущей силы	Полученные схемы поливов	Урожайность, ц/га	Затраты воды, м³/ц
70 — 70 — 60 ППВ	1 — 4 — 0	47	120
14 — 16 — 18 атм	2 — 3 — 0	47	120
12 — 14 — 16 атм	2 — 4 — 0	50	131

вие чего между ее величиной и влажностью почвы отсутствует достаточно хорошо выраженная зависимость. Поэтому применять этот способ как единственный показатель для определения сроков полива нецелесообразно. В то же время данные по определению величины сосущей силы листьев являются ценным дополнительным показателем потребности растений в воде и будут полезны при окончательном выборе оптимального режима орошения.

Промывные поливы в невегетационный период

Чтобы ликвидировать сезонное засоление (накопление к осени избыточного количества солей на орошаемых землях), ежегодно проводят профилактические промывки. При мелиорации засоленных неиспользуемых земель и солончаков осуществляют капитальные промывки. Для расчета промывных норм пользуются эмпирическими формулами, построенными на изучении в полевых условиях и лабораториях динамики выноса солей. Их рассчитывают на единицу промывной воды или вычисляют обратную величину — количество затраченной воды на вынос единицы массы соли — коэффициент выноса. Величина промывной нормы зависит от исходного и допустимого предела содержания (не оказывающего вредного влияния на растения) легкорастворимых солей в почве и коэффициента выноса. На последний влияет характер почвы, состав солей в почве и почвенном растворе и поглощенных катионов. В тяжелых слоистых почвах затраты воды на вынос единицы массы соли значительно больше.

Предельное (допустимое) содержание легкорастворимых солей в активном слое почвы зависит от типа засоления, которое определяется отношением содержания ионов Cl' к ионам SO''_4 в водной вытяжке. Для хлоридно-сульфатного типа засоления, наиболее распространенного в Средней Азии ($Cl/SO_4=0{,}2—1{,}0$), предельное содержание общего количества легкорастворимых солей составляет 0,3—0,45%, а по иону Cl'—0,01—0,02% к массе сухой почвы в слое 1,0 м; для сульфатного типа засоления ($Cl/SO_4<0{,}2$) допустимо большее общее содержание легкорастворимых солей — до 0,6—1,0%, а для хлоридного ($Cl/SO_4>2{,}5$) —0,25%.

Более интенсивно и в первую очередь вымываются из почвы хлориды, содержание которых быстро уменьшается уже в первые фазы проведения промывки. В сильно засоленной почве, содержа-

щей большое количество поглощенного Na, при длительной промывке в результате обменных реакций между Ca труднорастворимого сульфата гипса и поглощенным ионом Na могут образоваться легкорастворимые сульфаты. Вследствие этого содержание легкорастворимых солей в почве может оказаться несколько большим, чем их находят в водной вытяжке, приготовленной из почвы до промывки. В результате обменных реакций, происходящих во время промывки, наблюдается изменение физических свойств почвы — ее водопроницаемости.

Для ликвидации сезонного засоления орошаемых почв рекомендуют промывные нормы от 2 до 5 тыс. м³/га. Более 50% орошаемых земель Средней Азии нуждается в таких периодических профилактических промывках. При освоении неиспользуемых средне- и сильнозасоленных, не очень тяжелых по механическому составу почв применяют промывные нормы 10—15 тыс. м³/га. Солончаки и сильно засоленные почвы, тяжелые по механическому составу, приходится промывать нормами до 40—50 тыс. м³/га в течение нескольких сезонов. Эффективное проведение промывки засоленных почв возможно лишь при хорошей планировке поверхности и наличии дренажа.

РАЙОНИРОВАНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ

Получаемые на опытных станциях и в хозяйствах в результате экспериментальных исследований материалы по режиму орошения можно рекомендовать лишь для природных условий, сходных с таковыми опыта: по климату, гидрогеологии и характеру почв. Поэтому базой для разработки режима орошения кроме специальных исследований служит также природное районирование территории, т. е. выявление зависимостей между водопотреблением сельскохозяйственных растений и различными природными факторами (величиной солнечной радиации, температурой воздуха, его сухостью, глубиной и минерализацией грунтовых вод, механическим составом и мощностью почвы). Пользуясь этими зависимостями, а также исходя из объема имеющихся экспериментальных исследований материалов по районированию территории, состава и длительности наблюдений за внешними условиями, в которых они проводились, производят расчет режима орошения для каждой природной зоны и района.

На землях нового орошения расчет строится по зависимостям, полученным в аналогичных природных условиях. Данные по оптимальному режиму орошения корректируют в административных областях и районах для увязки потребности плановых площадей всех сельскохозяйственных культур в воде с объемом и расходом воды, получаемым из источника орошения. Увязку делают по годам с разной водообеспеченностью: средней —50% водообеспеченности, для сухих лет —75% и для влажных лет —25%. При необходимости в результате корректировки уменьшают количество поливов и оросительные нормы против оптимума, разрабатывают дополнительные

мероприятия по экономии воды, уменьшению потерь и использованию грунтовой и сбросной воды.

Выбор основных показателей для районирования территории по природным условиям зависит от ее географического положения, климата и геоморфологии. В условиях Средней Азии изменение климатических факторов обусловливается широтной и высотной зональностью. В широтном отношении территорию Средней Азии делят на три зоны: северную, центральную и южную. По характеру вертикальной (высотной) зональности в той части, где развито орошение, ее делят на две основные почвенно-растительные зоны: пустынно-экстрааридную и пустынно-степную аридную. Они различаются геоморфологией, климатом, естественной растительностью, материнскими породами, подвижностью, минерализацией грунтовых вод и, следовательно, почвами.

Зона пустыни — это громадная низменная равнина (Туранская низменность), занимающая 2/3 территории Средней Азии, с абсолютными отметками поверхности до 150—200 м над уровнем моря, с отдельными возвышениями в местах выхода древних коренных пород и глубокими впадинами. Климат этой зоны характеризуется очень высокими летними температурами, крайне малым количеством осадков (75—150 мм/год) и сухостью воздуха. Растительность — редкие жесткие полукустарнички, приспособленные к жизни в условиях недостатка влаги и большого содержания солей в почве. Материнские породы — преимущественно мелкоземистые аллювиальные отложения, в различной степени переработанные ветром и опесчаненные. Грунтовые воды слабоподвижные, значительно минерализованные. Почвы этой зоны пустынные: песчаные, такырные, серо-бурые, преимущественно маломощные, слаборазвитые и часто остаточно засоленные.

Расположенная выше зона пустынных степей — это предгорные покатые равнины с конусами выносов и межгорные долины с абсолютными отметками 200—900 м, широкой лентой опоясывающие горную часть страны. Здесь выпадает 200—500 мм/год осадков. Ранней весной образуется сплошной покров травянистой эфемерной растительности, заканчивающей вегетацию и выгорающей к концу мая (степной период), после чего продолжают развиваться только некоторые представители пустынной флоры. Материнские породы — пролювиально-аллювиальные отложения, тонкие и грубые, особенно в верхней части, с наличием галечника. Грунтовые воды более подвижны и характеризуются пестрой, но меньшей минерализацией. Почвы этой зоны — сероземы: светлые, типичные и темные.

Гидрогеолого-мелиоративная характеристика обеих зон зависит от близости залегания грунтовых вод к поверхности и их участия в почвообразовании. По этим признакам выделяют автоморфные почвы с глубоким залеганием грунтовых вод и гидроморфные, формирующиеся при слабом влиянии грунтовых вод (глубина 2—3 м), умеренном влиянии (глубина 1—2 м) и избыточном влиянии (глубина менее 1 м).

Гидроморфным почвам поясов типичных и темных сероземов, образующимся на нижних террасах речных долин и в понижениях, свойственно развитие лугового процесса, богатой, все лето вегетирующей растительности и повышенное содержание гумуса. В поясе светлых сероземов и в зоне пустыни на гидроморфных почвах, развивающихся в полосах питания грунтовых вод из рек, ирригационных каналов и других источников, преобладает солончаковый процесс и образуются засоленные почвы и солончаки. При орошении и опреснении этих почв поддерживается близкое стояние грунтовых вод поливами и возникает выраженный в разной степени процесс сезонного засоления и потребность в периодических промывках. Наличие дренажа и правильный режим орошения позволяют значительно ослабить интенсивность сезонного засоления и получить нормальные урожаи сельскохозяйственных культур.

Первые работы по районированию режима орошения в привязке к административным областям были выполнены В. М. Легостаевым и Б. С. Коньковым по материалам изучения фактических размеров водопотребления в хозяйствах, с привлечением данных экспериментальных исследований. Позже в связи с укрупнением хозяйств и совершенствованием агротехники на основе новых материалов исследований проводилась корректировка режимов орошения по административным областям.

Работы по режиму орошения в Средней Азии ведутся различными научно-исследовательскими и проектными организациями применительно к широтным почвенно-растительным (высотным) зонам и выделенным внутри них гидрогеолого-мелиоративным районам, называемым гидромодульными районами. На основе этих работ, базирующихся на экспериментальных исследованиях сельскохозяйственных опытных станций и хозяйств определяется режим орошения. В институте «Средазгипроводхлопок» произведен расчет режима орошения для бассейнов рек Сырдарьи и Амударьи с использованием зависимости водопотребления от испаряемости и коэффициентов, учитывающих вид сельскохозяйственной культуры, продолжительность оросительного сезона и особенности гидромодульных районов. В нем даны величины оросительных норм по каждой культуре и распределение их по месяцам в процентах для каждой природной зоны и гидромодульного района. Пример разработки режима орошения по двум областям УзССР приведен в табл. 18 для центральной широтной зоны. При определении величины оросительных норм для южной зоны вводят коэффициенты 1,04—1,08, а для северной —0,88—0,96.

Данные по оптимальному режиму орошения, разрабатываемые по административным областям и районам, используются в основном для составления хозяйственных планов водопользования и вододеления между хозяйствами, районами и областями, управлениями оросительных систем при проведении работ по эксплуатации, переустройству и строительству ирригационной сети. Режим орошения, рассчитанный по широтным и поясно-высотным зонам, на-

Таблица 18

Режим орошения сельскохозяйственных культур в Андижанской и Ферганской областях УзССР (центральная широтная зона) (рекомендации А. Д. Чурляева, СоюзНИХИ)

Высотно-поясные почвенно-растительные зоны	Глубина залегания грунтовых вод, м	Характеристика почв	Вегетационный период		Невегетационный период, норма м³/га	
			Схема или число поливов	Оросительная норма, м³/га	Запасные и предпосевные поливы	Промывные поливы
1	2	3	4	5	6	7
		Хлопчатник				
Зона пустынных почв	Глубокая	Маломощные, грубые	3—5—1	8800	1000—1500	—
	—"—	Мощные суглинки	3—4—1	8400	1500—2000	—
	2—3	Легкосуглинистые и супесчаные	2—4—0	7000	—	2000
	—"—	Суглинистые и глинистые	2—3—0	6800	—	2500
	1—2	Легкосуглинистые и супесчаные суглинистые	1—4—0	5600	—	2500
	—"—	Суглинистые и глинистые	1—3—0	5400	—	3500
	0,5—1	—"—	0—3—0	3000	—	3500
Пояс светлых сероземов	Глубокая	Маломощные, грубые	2—5—1	8000	1000—1500	—
	—"—	Мощные суглинки	2—4—1	7000	1500—2000	—
	2—3	Легкосуглинистые и супесчаные	2—4—0	6000	—	2000
	2—3	Суглинистые и глинистые	2—3—0	5700	—	2500
	1—2	Легкосуглинистые и супесчаные	1—3—0	4600	—	3500
	0,5—1	Суглинистые и глинистые	0—3—0	2900	—	3500
		Люцерна				
Зона пустынных почв	Глубокая	Маломощные, грубые	11	12000	1200—2000	—
	—"—	Мощные, суглинистые	9	10800	1200—2000	—
	2—3	Суглинистые и глинистые	8	9500	—	1200—2000

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
			5—6	7000	—	2000
		—"—	3—4	3900	—	3000
		—"—	9	11000	1200 — 1500	—
Пояс светлых серозёмов		Маломощные, грубые	8	9500	1200 — 1500	—
		Мощные, суглинистые	7	8100	—	2000
		Легкосуглинистые и супесчаные	6	7600	—	2500
		Суглинистые и глинистые	4—5	6000	—	3500
		—"—	3—4	3700	—	3500
		—"—				
		Кукуруза на зерно				
	Глубокая	Маломощные, грубые	8	7500	1000 — 1500	—
	—"—	Мощные, суглинистые	6	6800	1000 — 1500	—
Зона пустынных почв	2—3	Легкосуглинистые и супесчаные	5—6	6000	—	2000 — 2500
	—"—	Суглинистые и глинистые	4—5	5800	—	—"—
	1—2	—"—	4	4600	—	—"—
	0,5—1	—"—	3	2600	—	—"—

ходит применение и при проектировании новых ирригационных объектов.

Величины поливных и оросительных норм приводятся по каждому гидромодульному району, характеризующему достаточно большую по площади единицу. В хозяйстве (колхозе, совхозе) обычно выделяют 1—2 и реже больше гидромодульных районов. Предлагаемые сроки и нормы полива являются осредненными характеристиками для площади в несколько тысяч гектаров. Для конкретных полевых участков они служат лишь некоторым ориентиром и должны уточняться по показателям, получаемым в результате наблюдений за растениями и влажностью почвы на каждом поле с помощью датчиков влажности (устанавливаемых на глубину 30—50 см), почвенных щупов, а также рефрактометров (определяющих концентрацию клеточного сока в листьях).

ТЕХНИКА ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

История возникновения орошаемого земледелия насчитывает многие тысячелетия. В течение этого периода происходило постепенное совершенствование известных с давних времен поверхностных способов полива: затоплением, напуском, по бороздам и грядкам — джоякам (поверхностно-самотечное орошение). В довольно больших размерах применялось подпочвенное орошение грунтовыми водами в сочетании с поверхностными поливами. Лишь с середины последнего столетия начали широко применять механизацию и автоматизацию полива и новые способы орошения: дождевание, капельное и внутрипочвенное.

Применение поверхностных поливов основано на различных способах распределения воды, поступающей на поле из мелких оросительных каналов, и регулирования струй, стекающих по поверхности и искусственным земляным руслам (полосам, бороздам, грядкам) или наполняющих замкнутые площадки. На поле вода подается по идущим параллельно друг другу на расстоянии от 200 до 800 м оросительным каналам. При поливе по бороздам и напуском (на посевах хлопчатника, кенафа, свеклы, кукурузы, джугары), кроме того, поперек оросительных нарезают временные выводные каналы, расстояние между которыми может быть от одного до нескольких сотен метров. Площадь, ограниченная двумя оросительными каналами, называется *поливным участком*. При проведении сельскохозяйственных работ, в том числе послеполивной культивации, трактор с орудиями движется непрерывно по всей длине поливного участка. Для этого выводные каналы перед тракторной обработкой разравнивают и затем снова нарезают. Чтобы обеспечить необходимое для послеполивной культивации равномерное просыхание почвы (до состояния спелости) по всей длине участка, полив его необходимо закончить в течение 2—3 суток.

При поливе затоплением воду из оросительных каналов выпускают прямо на площадки (чеки), окруженные земляными валиками,

наполняя их слоем 10—15 см, которая, впитываясь в почву, увлажняет ее. При поливе напуском вода поступает из оросительных в выводные каналы и затем медленно стекает по поверхности почвы либо сплошным широким потоком, либо по полосам шириной от 3—4 до 25—30 м, увлажняя почву в процессе движения.

При поливе по бороздам из выводных каналов вода стекает по поверхности не сплошным потоком, а разделяется на мелкие струйки, движущиеся по дну борозд в междурядьях пропашных культур.

Каждый из перечисленных способов полива требует соответствующей подготовки поверхности поля — планирования (выравнивания) поверхности, нарезки сети оросительных каналов, валиков, борозд. Для полива затоплением делают горизонтальную планировку поверхности участков площадью от десятых долей гектара до нескольких гектаров. Горизонтальная планировка поверхности связана с выполнением большого объема земляных работ на крупных чеках — более 1000 м³/га. Для других способов полива при планировке сохраняют существующий естественный уклон поверхности в направлении движения воды, что позволяет сократить объем работ.

При поливе дождеванием вода подается насосом в металлические трубы под большим напором (до 60—120 м) и выбрасывается из них через тонкие открылки, заканчивающиеся неподвижными насадками или вращающимися струйными дождевальными аппаратами. Вода, вытекая из отверстия (сопла) струйной насадки с большой скоростью, распыляется в воздухе и покрывает дождем участки разной формы и площади. Дождевальные системы могут быть передвижными и стационарными. Обычно насосную станцию и магистральные трубопроводы устанавливают неподвижно, а поливные трубопроводы передвигают по мере надобности по орошаемому участку. Есть полностью передвижные дождевальные системы, у которых насосная станция, проводящая и поливная части навешиваются на трактор. Это дождевальные самоходные машины; они работают либо в процессе движения, либо позиционно — на месте.

Орошение путем подачи воды непосредственно внутрь корнеобитаемой зоны по уложенным на глубину 30—40 см от поверхности длинным перфорированным (с выпускными отверстиями) трубам называют *внутрипочвенным*. Современные системы внутрипочвенного орошения состоят из водоприемного головного сооружения с сороудерживающими сетками и распределительных трубопроводов, от которых под прямым углом на расстоянии 1,0—1,2 м отходят друг от друга поливные пластмассовые трубы (увлажнители) диаметром от 15 до 40 мм. При поливе вокруг перфорированных труб в почве развиваются контуры увлажнения, которые после смыкания могут захватывать всю корнеобитаемую зону, за исключением небольшого верхнего слоя почвы.

При *капельном* орошении вода из труб увлажнителей небольшого диаметра выпускается через капельницы, которые обычно

располагаются на поверхности почвы около кустов виноградника или деревьев.

При подпочвенном орошении увлажнение корнеобитаемой зоны почвы происходит путем поступления в нее капиллярной влаги из залегающей на небольшой глубине (1—2 м) пресной грунтовой воды. Уровень грунтовой воды, необходимой для нормального развития растений, регулируют путем подачи ее по заглубленным оросительным каналам и отвода с помощью дренажной сети.

В условиях аридного климата Средней Азии, где для культур хлопкового севооборота с длительным вегетационным периодом необходима подача большого количества воды, дождевание не получило распространения. Несомненный положительный агротехнический и экономический эффект от дождевания получен лишь в некоторых природных условиях — прежде всего на луговых почвах с близким залеганием пресных грунтовых вод. Применение этого способа орошения может дать положительные результаты также на землях с близко расположенными слабоминерализованными грунтовыми водами при сочетании дождевания с промывными поливами (затоплением) в невегетационный период.

С развитием техники дождевания, созданием большого количества новых, более совершенных машин с высоким уровнем автоматизации полива будет расширена область его применения и в аридном климате. В настоящее время изучение и производственное испытание дождевания ведут научно-исследовательские институты, конструкторские бюро и водохозяйственные организации.

Внутрипочвенное и капельное орошение дают положительный эффект и получают в основном распространение в плодовых садах и виноградниках, особенно там, где поверхностный полив затруднителен (например, при опасности эрозии почв на землях с большим уклоном). В последнее время в Узбекистане (в Голодной степи) и в Таджикистане ведется производственное изучение этого способа орошения и на хлопчатнике. В условиях засушливого климата Средней Азии подпочвенное орошение не может применяться без дополнительных поверхностных вегетационных или невегетационных промывных поливов во избежание засоления почвы. Подпочвенное орошение в сочетании с поверхностным широко распространено в районах, где близкое залегание пресных или слабо минерализованных грунтовых вод создается естественным путем или орошением.

В Узбекистане практически на всей орошаемой площади применяются поверхностные способы полива. На старых, неинженерных оросительных системах издавна полив сельскохозяйственных культур проводился в основном затоплением и по грядкам (джоякам), на землях с достаточным уклоном, на которых высевались зерновые культуры и люцерна,— напуском. При поливе этими способами образуется почвенная корка на всей поверхности поля, которую приходится разрыхлять сплошным ручным мотыжением, что требует больших затрат труда. Благодаря механизации сельского хозяйства, переходу на рядовой посев и тракторную между-

рядную обработку бороздковый полив, при котором корка образуется только на дне борозды и может быть уничтожена при культивации, стал единственным способом полива хлопчатника и других пропашных культур. Затоплением проводят только запасные и промывные поливы в невегетационный период, а также полив люцерны на землях с малым уклоном поверхности.

Чтобы обеспечить равномерное увлажнение почвы всего поля на нужную глубину, не допустить больших потерь воды, затрат труда и устранить опасность эрозии почвы, при поливе необходимо правильно выбирать длину борозды и величину струи (расход), подаваемой в каждую борозду. Оптимальная величина их зависит от характера почвы и уклона поверхности (табл. 19).

Таблица 19

Величина бороздной струи и длина борозды в зависимости от уклона участка и водопроницаемости почвы

Уклон поверхности	Расход воды в борозду, л/с	Длина борозд (м) при водопроницаемости почвы		
		слабой	средней	высокой
0,0100	0,1—0,3	125—150	100—130	50—80
0,0070	0,3—0,4	250—300	200—250	100—150
0,0050	0,8—1,2	300—400	250—350	120—180
0,0020	2,0—2,5	350—500	300—400	140—200
0,0005	1,0	200—250	150—200	60—100

Высоких показателей на поливе достигают проведением тщательной планировки поверхности поля, применением стационарных и переносных простых, но надежных сооружений, регулирующих расход и горизонт воды в оросительных каналах и выпуск ее в выводные каналы. Чтобы расход воды в одновременно работающих бороздах был одинаков и устойчив, используют небольшие трубки и сифоны (рис. 10). При этом для обеспечения поливальщику широкого фронта работ в выводные борозды подают достаточно большие расходы воды, чтобы нагрузка на одного человека составляла 50—100 л в секунду, а суточная выработка —4—8 га. Для равномерного увлажнения почвы по всей длине борозды воду в нее сначала подают большой струей через два сифона, а когда она пройдет примерно 2/3 длины борозды, один сифон убирают.

Оптимальные условия для полива по достаточно длинным бороздам с высокой производительностью труда и без опасности эрозии почвы создаются на мощных, хорошо естественно дренированных почвах при уклоне поверхности от 0,001 до 0,005—0,007. В менее благоприятных природных условиях необходимо использовать более совершенные оросительные системы. На подверженных эрозии землях с уклоном поверхности 0,01 и больше рациональным решением является замена каналов в земляном русле системой закрытых трубопроводов, укладываемых на некоторой глубине, и

использование переносных гибких легких шлангов небольшого диаметра с выпускными отверстиями, которые укладываются на поверхности по трассе под определенным уклоном, обеспечивая подачу одинаковых и небольших расходов воды в каждую борозду.

На землях с уклоном менее 0,001 и неправильным рельефом перспективно сочетание самотечного и машинного поливов с подачей воды насосами на повышенные участки. Каналы желательно бетонировать или заменять лотками с целью уменьшить питание грунтовых вод за счет фильтрационных потерь, увеличить скорость движения воды в каналах и избежать заиления.

Развитие техники полива будет, очевидно, идти в дальнейшем по пути более широкого применения закрытых оросительных систем, внедрения механизации и автоматизации.

10. Полив с помощью сифонов.

ГЛАВА III. УДОБРЕНИЯ

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» подчеркивалось, что «в земледелии важнейшей задачей является всемерное повышение плодородия почв и урожайности». Все усилия работников агрохимической науки и производственно-научного объединения «Сельхозхимия» направлены на решение этих задач. В стране производство минеральных удобрений ежегодно будет возрастать на 25—30 млн. тонн, опережающими темпами будет развиваться сырьевая база для более полного использования мощностей по производству минеральных удобрений, увеличится поступление в сельское хозяйство средств механизации. Долг ученых-агрохимиков и работников агрохимслужбы — систематически повышать эффективность научных исследований и средств химизации, стремиться к тому, чтобы каждый килограмм удобрений давал дополнительный прирост урожая на 50—60%.

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеет обеспечение их необходимыми элементами питания. В почве элементы питания находятся в виде

различных минеральных или органических веществ. В процессе выветривания и минерализации они превращаются в усвояемые для растений формы. Азот N используется растениями в форме катиона аммония NH_4, аниона азотной или азотистой кислоты NO, фосфор — в виде фосфатов, сера — в виде сульфатов. Калий, кальций, магний и кремний поступают в корни также в виде ионов, железо — в виде иона или комплексных соединений (хелатов), марганец, медь и цинк — в виде катионов, молибден и бор — в виде анионов в форме молибдатов и боратов.

Содержание питательных элементов в почве обусловливается водным и воздушным режимами. Уровень содержания ионов в почвенном растворе зависит от влажности почвы, а содержание кислорода влияет на дыхание корней и на усвоение питательных элементов. Климатические факторы также оказывают воздействие на усвоение питательных элементов растениями, их рост и развитие.

ЗНАЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ПОЧВАХ АРИДНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Макроэлементы

Азот в минеральном питании растений играет особую роль как неотъемлемая составная часть белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, липоидов и ферментов. В растениях азот находится в виде органических соединений. При недостатке азота в питании у растений подавляется фотосинтез значительно сильнее, чем при недостатке какого-либо другого элемента, уменьшается площадь листовой поверхности, они развиваются слабо. Содержание хлорофилла в листьях находится в прямой зависимости от содержания в них азота. При избытке азота усиливается рост вегетативной массы растения, но ослабевается плодоношение.

Азот в растениях очень подвижен, в процессе развития он легко передвигается из стареющих частей растений в семена, стебли, листья и активно используется при построении молодых органов.

Фосфор. Поступившие в растения фосфаты накапливаются в виде неорганических фосфатов или преобразуются в фитиновую кислоту и в большом количестве — в нуклеотиды. Обычно в корнях старых растений преобладает содержание органически связанных фосфатов, а в листьях больше фосфатов в виде минерального фосфора. В то же время содержание органического или неорганического фосфора в листьях зависит от их возраста: в молодых листьях содержится в основном органический фосфор (часто в форме нуклеотидов), а в старых листьях — неорганический.

Фосфорная кислота входит в основу всего энергетического обмена живой клетки. Этим и объясняется тесная связь между содержанием нуклеотидов и общим уровнем жизнедеятельности тканей растения, активностью синтетических процессов в них. Важная роль в растительной клетке принадлежит веществам липоидного

характера — фосфатидам, которые входят в состав протоплазмы. Усиление фосфатного питания приводит к накоплению в растении важных составных частей клетки — фосфатидов, которые, изменяя проницаемость протоплазмы, оказывают положительное влияние на водный режим растения, а в связи с этим — на ход процессов обмена.

Другие формы соединения фосфора с органическими веществами — это фитин и сахарофосфаты. В больших количествах фитин содержится в семенах и как запасное вещество используется во время прорастания.

Фосфорная кислота играет активную роль в углеводном обмене. Без фосфора невозможен синтез ди- и полисахаридов. Важное место фосфорной кислоте принадлежит в процессах дыхания и брожения. Она является обязательным компонентом ряда окислительных ферментов растительной клетки.

Соединения фосфора в растениях разнообразны по химическому составу и физиологическим функциям. Из них прежде всего следует назвать нуклеотиды, включающие АМФ, АДФ и АТФ (аденозин, моно-, ди- и трифосфатные кислоты). Установлена их активная физиологическая роль в превращении и биосинтезе углеводов, липоидном и белковом обмене.

При недостатке фосфора снижается образование углеводов. Однако этот процесс выражен менее четко, чем при синтезе белков. Для синтеза аминокислот и протеинов, как и для нуклеиновых кислот и нуклеопротеидов, необходимы богатые энергией фосфаты. Усиленное фосфорное питание способствует накоплению в семени хлопчатника жиров.

Сера содержится в растениях в виде неорганических и органических соединений. Она входит в состав белков, поэтому необходима для питания растений так же, как и азот. Сера сульфатов является резервом питания растений и находится преимущественно в вакуолях. Этот запас серы используется при синтезе органических соединений. Сера усваивается растениями в окисленном состоянии (SO_4).

Фотосинтез растений во многом определяется степенью обеспеченности их серой. При ее недостатке приостанавливается рост растений и уменьшается количество хлорофилла в листьях. Объясняется это тем, что недостаток серы снижает процесс синтеза белков, что, в свою очередь, ведет к накоплению в растениях растворимых азотистых соединений (азот нитратов, азот аминов, амидов) и углеводов (крахмал).

Сера оказывает влияние и на такой важный процесс, как дыхание. Недостаток серы подавляет дыхание растений, а следовательно, и снижает их продуктивность.

Калий. Значение калия для жизни растений весьма многообразно. Калий в растительных организмах содержится в виде минеральных солей и солей органических кислот. Отсутствие прочной связи калия с составными частями клетки обусловливает способность его легко передвигаться из одной части растения в другую,

например, из старых клеток в более молодые и жизнедеятельные органы. Легко проникая внутрь клетки, он увеличивает проницаемость клеточных мембран для различных веществ, вследствие чего значительно влияет на обмен веществ. Калий играет важную роль в углеводном обмене, оказывая положительное влияние на образование углеводов при фотосинтезе, на их преобразование и передвижение. При исключении его из питательной смеси в листьях падает интенсивность фотосинтеза, усиливаются процессы дыхания и уменьшается накопление хлорофилла.

Калий усиливает гидрофильность коллоидов растительной клетки, благодаря чему растение легче переносит кратковременные засухи, увеличивает осмотическое давление клеточного сока и, следовательно, зимостойкость культур.

Калий влияет на поглощение, передвижение и распределение элементов минерального питания растений, является биокатализатором отдельных процессов обмена.

Кальций поступает в растение в виде свободного иона или солей. В молодых частях растений кальций находится в водорастворимом состоянии, в старых — в форме нерастворимых карбонатов, фосфатов и ацетатов кальция. Подвижность кальция в растении относительно мала.

Кальций входит в состав ядер и микросом и участвует в связывании нуклеотидов. Кальций идет на образование пектиновых веществ, входящих в состав клеточной стенки. Он снижает гидрофильность клеточных коллоидов и уровень обводненности протоплазмы и концентрируется в старых тканях с пониженной жизненной активностью. Значительна роль кальция как нейтрализатора токсического действия водородных ионов. Нейтрализуя реакцию почвенных растворов, кальций тем самым благоприятно влияет на жизнедеятельность нитрифицирующих, азотфиксирующих и других групп полезных микроорганизмов, населяющих почву.

Кальций оказывает влияние на общее физико-химическое состояние протоплазмы, на ее вязкость, проницаемость и другие свойства. Исключительно важна роль кальция как антагониста других катионов, и в особенности иона водорода. Задерживая поступление в клетку одних элементов, кальций в то же время стимулирует поглощение других. Существенно влияет кальций на процессы выделения различных веществ тканями корней.

При недостатке кальция подавляется поглощение нитратов и синтез белков. Для нормального обмена в растениях необходимо присутствие ионов кальция, которые влияют на поступление в растения бора, марганца, молибдена и других микроэлементов.

Магний поступает в клеточный сок в виде ионов. Он может быть адсорбирован коллоидами и играет существенную роль в обмене веществ клетки. Магний активизирует ферментные процессы, протекающие в растениях. Он может быть комплексно-химически связан с протеинами, а также с такими соединениями, как АТФ. Многочисленные процессы фосфорилирования также активизируются при наличии магния.

Ионы магния катализируют образование сахаров из монофосфатов, а также перемещение фосфорной кислоты от одного атома углерода к другому. Установлено также участие магния в активизации ферментов лимоннокислого цикла (оксидаза и карбоксидаза пировиноградной кислоты, дегидрогиназа изолимонной, янтарной кислот и т. д.).

Магнию принадлежит важное место в реакциях энзиматического переноса групп и в первую очередь фосфатных остатков. Подвижность магния в растении относительно велика. Магний участвуют в построении молекулы хлорофилла, входит в состав фитина и других элементов растения, оказывает влияние на фотосинтез. Обеспечение растений магнием улучшает синтез хлорофилла, повышает ассимиляцию CO_2, что в конечном результате способствует накоплению углеводов. Уменьшение магния отрицательно сказывается на синтезе белков и образовании пластид. При недостатке магния увеличивется количество азотсодержащих соединений небелкового типа в растениях.

Микроэлементы

Микроэлементы, хотя и содержатся в тканях растений в ничтожно малых количествах, отличаются исключительно высокой биологической активностью. Нормальная жизнедеятельность растительного организма возможна лишь при условии его обеспеченности микроэлементами; отсутствие того или иного из них вызывает нарушения в ходе роста и развития растений, их иммунитета к болезням и вредителям и другие отклонения от нормы. Микроэлементам, являющимся активаторами биохимических процессов, также принадлежит существенная роль в процессах питания растений. Так, бор, марганец, цинк, молибден и медь оказывают существенное влияние на фотосинтетическую активность растений; кроме того, бор, медь и цинк стимулируют передвижение ассимилянтов из листьев в генеративные органы и корни. Это действие особенно отчетливо проявляется при повышении температуры почвы, которая обычно тормозит миграцию ассимилянтов, и т. д.

Железо. Железо имеет существенное значение для растений. Содержание воднорастворимого железа в растениях незначительно. В листьях большая часть железа локализуется в хлоропластах, где оно связано с белками или нуклеиновыми кислотами. Часть железа связана с несодержащими фосфор белками. Железо как составная часть ферментов имеет большое значение для каталазы, пероксидазы, для протеинов, связанных с восстановлением нитратов.

В растениях железо относительно неподвижно и почти не продвигается от старых органов к молодым, вследствие чего молодые органы испытывают в нем недостаток. Железо регулирует окислительно-восстановительные процессы, влияет на синтез хлорофилла, восстановление нитратов. Растения при недостатке железа страдают хлорозом, листья у них становятся светло-желтыми или белыми.

Марганец входит в состав цитоплазмы, соединения с АДФ и АТФ и другими органическими веществами. В многочисленных ферментах он является активизирующим металлическим ионом, который частично может быть заменен магнием. Марганец активно участвует в процессе дыхания, редуктазы нитратов и фосфорном обмене.

Медь присутствует в растениях в форме комплексно-химических соединений и прочно связана с белковыми структурами цитоплазмы. Она локализируется в хлоропластах листьев и составляет основную часть различных ферментов. Медь входит в состав протеинов, активно участвующих в восстановлении NO_3.

Обеспечение растений медью резко повышает ассимиляцию листьев. Медь придает стабильность хлорофиллу коллоидной системы хлоропластов и защищает их от преждевременного разрушения, усиливает интенсивность дыхания, участвует в превращениях углеводов и белков в растениях.

Цинк. В растениях цинк, так же как магний и марганец, играет роль активатора ферментов, малоподвижен, входит в состав хлоропластов. Между содержанием цинка и содержанием протеинов имеется тесная связь. Недостаток цинка значительно снижает интенсивность ассимиляции у растений, вызывает расстройство процессов глюкозо-фосфорилирования, что явно проявляется у растений, содержащих большое количество углеводов. Недостаток цинка в питании растений особенно ощутим на карбонатных почвах.

Молибден тесно связан с ферментом нитратредуктаза. Этот элемент участвует в восстановлении нитратов. Недостаток молибдена в питании растений приводит к повышению содержания NO_3 в листьях.

Бор. В растениях бор локализируется в стенках клеток. С многими органическими веществами он дает комплексные соединения (глюкоза, фруктоза, глицерин, винная кислота и другие вещества), из которых особое значение имеют углеродно-гидратные комплексы. Подвижность бора в растении невелика. Бор способствует ускорению роста корней. Недостаток его в питании растений отражается на прочности тонкостенных тканей. При резком снижении количества бора у растений повреждается флоэма, замедляется процесс транспорта углеводов. Удобрение растений бором улучшает углеводный и белковый обмен, ускоряет рост и плодообразование. К периоду плодоношения наиболее сильно проявляется потребность в боре и слабее — в меди. При исключении из питательной среды бора хлопчатник не плодоносит.

Использование питательных элементов хлопчатником

В повышении урожайности хлопчатника особое место занимает проблема продуктивного использования минеральных удобрений. Необходимо добиваться того, чтобы каждый килограмм питатель-

Таблица 20

Потребление азота, фосфора и калия хлопчатником в разные периоды его развития

Фазы развития хлопчатника	Сорт хлопчатника								
	«108-Ф» при урожае хлопка-сырца 34 ц/га			«Ташкент-1» при урожае хлопка-сырца 36,0 ц/га			«6465-В» при урожае хлопка-сырца 34 ц/га		
	Общее потребление, кг/га								
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
3—4 настоящих листа	0,5—0,9	0,3—0,5	—	0,3—0,6	0,2—0,4	—	1,9—2,7	0,3—0,6	—
Бутонизация	28—36	10—14	—	29—34	9—12	—	31—39	14—16	—
Массовое цветение	71—78	16—19	—	76—82	19—24	—	84—90	22—29	—
Начало созревания	154—160	54—58	—	163—172	61—68	—	191—192	73—75	—
Конец вегетации	188—197	66—71	222—231	207—216	72—80	230—242	221—228	81—89	256—268
Биологический вынос на 1 тонну хлопка-сырца	55,3—57,9	19,4—20,9	65,3—67,9	57,5—60	20—22,2	63,9—67,1	65,8—67,1	23,8—26,2	75,3—78,8

ных элементов, внесенный с удобрениями, был использован растениями с максимально высокой продуктивностью.

Количество питательных элементов, усваиваемых различными видами и даже сортами одного и того же вида хлопчатника, различно. Оно меняется также на протяжении всего вегетационного периода, что во многом определяется биологическими особенностями сорта растения.

Так, хлопчатник сорта «Ташкент-1» использует питательных элементов меньше, чем тонковолокнистый хлопчатник сорта «6465-В».

Появившиеся молодые всходы потребляют немного питательных элементов (табл. 20). К моменту появления 3—4-х настоящих листьев растение использует 0,50—2,70 кг азота и 0,20—0,60 кг фосфора.

В последующие фазы развития хлопчатника, по мере роста корневой системы и надземной массы, потребность его в питательных элементах резко возрастает. Уже в фазу бутонизации хлопчатника растениями используется 28—36 кг азота и 9—16 кг фосфора.

Наиболее существенные различия в количестве потребляемых элементов питания хлопчатником различных сортов начинаются с фазы массового цветения. Средневолокнистые сорта хлопчатника используют 71—82 кг азота и 16—24 кг фосфора, а тонковолокнистый —84—90 кг азота и 22—29 кг фосфора.

В фазу массового цветения и начала созревания коробочек у хлопчатника потребление питательных элементов достигает наивысшей величины.

К концу вегетационого периода снова происходит снижение потребности в питательных элементах. Безусловно, какая-то часть их вместе с опадающими листьями и другими наземными частями, а также с отмирающими корнями возвращается в почву.

Наряду с изменением потребности растений в элементах питания в течение вегетационного периода меняется и возможность их усвоения. Это зависит прежде всего от развития корневой системы. Питательные элементы усваиваются корневыми волосками из удобрений, расположенных близко от них. Например, фосфаты усваиваются наиболее разветвленной мелкой корневой системой из слоя почвы толщиной не более 1—4 мм. Следовательно, питательные элементы хорошо усваиваются при постоянном их подтоке к корням или при активном росте корневой системы. Корни растений, уходящие в глубь почвы, потребляют из нее влагу. Мелкие корни, развивающиеся в пахотном слое, снабжают растения питательными элементами.

Для регулирования питательного режима растений вносят удобрения в разных дозах, применяют различные приемы обработки почв, вводят севообороты с применением чередования полевых культур, способствующих накоплению в почве растениями питательных элементов.

При разработке системы внесения удобрений, обеспечивающей удовлетворение потребности растений по фазам развития, важно

так заделать их в почву, чтобы они постоянно находились в зоне деятельности корневой системы. Очень мелкая или глубокая заделка могут привести к тому, что удобрения будут находиться в почве в позиционной недоступности для растений. От того, как будут заделаны удобрения в почву, зависит поступление их в растения и, следовательно, урожайность хлопка-сырца.

Удобрения бывают органические и минеральные.

ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

Органические удобрения применяются с глубокой древности. Основой их являются вещества животного и растительного происхождения, которые при попадании в почву разлагаются почвенными микроорганизмами и обеспечивают растения необходимыми питательными элементами. К ним относятся навоз, компосты, жмыхи, торф, фекалии, птичий помет, мусор и другие местные удобрения (например, отходы после очистки курака на ворохе), зеленые удобрения (сидераты), промышленные отходы, канализационные воды и их остатки.

В навозе имеются все необходимые для жизни растений элементы питания: азот, фосфор, калий, кальций, сера, магний и др. Кроме того, под влиянием органического вещества навоза улучшаются водно-физические свойства (водопроницаемость, влагоемкость, теплоемкость, объемная масса) и биологическая активность почвы.

При разложении органического вещества в почве выделяется углекислота, которая способствует растворению трудно усваиваемых соединений. При этом углекислотой обогащается надпочвенный слой воздуха, что активизирует фотосинтез растений.

С навозом в почву попадает огромное количество микроорганизмов, которые мобилизуют почвенные питательные элементы и увеличивают способность растений усваивать минеральные удобрения. Поэтому рекомендуется совместное внесение навоза и минеральных удобрений. Чтобы увеличить выход навоза и улучшить его качество, необходимо применять подстилки.

В качестве подстилки на животноводческих фермах чаще всего применяют солому зерновых и бобовых культур, а также опилки, стружки, древесную листву, еловые лапки и другие материалы. Подстилка должна хорошо поглощать жидкую часть навоза, что сохраняет аммиачный азот и увеличивает выход навоза. Так, в сутки в среднем требуется подстилать коровам 3—5 кг, свиньям —1,5—3 кг, овцам 0,5—1 кг соломы на каждое животное.

Состав твердых и жидких выделений зависит от вида животных, а также от качества и количества задаваемых животным кормов. Чем больше концентрированных кормов входит в рацион, тем больше азота, фосфора и калия содержится в жидких и твердых выделениях животных (табл. 21 и 22). Изменяется состав навоза и в зависимости от условий и продолжительности его хранения. В условиях, исключающих потери питательных элементов из навоза

при выщелачивании их дождевыми и талыми водами, установлена следующая зависимость: чем дольше навоз хранится и, следовательно, чем более высокой степени разложения он достигает, тем выше в нем общее содержание азота, фосфора, калия и других элементов, но тем меньше в нем аммиачного азота.

Таблица 21

Среднее количество твердых и жидких выделений от разных видов животных (данные ВИУА и других учреждений)

Вид животных	Твердые выделения (кг/сутки)	Жидкие выделения (л/сутки)
Крупный рогатый скот	20—30	10—15
Лошади	15—20	4—6
Овцы	1,5—2,5	0,6—1,0
Свиньи	1,2—3,0	2,5—4,5

Перед внесением навоза в почву он должен пройти специальный цикл хранения в навозохранилищах. Это необходимо для разложения органического вещества, гибели возбудителей глистных заболеваний и болезней животных, а также уничтожения семян сорных растений, не потерявших всхожесть при прохождении через кишечный тракт животных.

Каждая тонна внесенного в почву навоза повышает урожай всех культур севооборота в среднем на 1 ц в пересчете на зерно. Норма внесения навоза 20—30 т/га и больше. Лучший срок внесения навоза под яровые культуры — осенний, под зяблевую пахоту. В некоторых хлопководческих хозяйствах практикуется так называемый «шарват»— внесение навоза с поливной водой при вегетационных поливах хлопчатника.

На крупных животноводческих комплексах применяется гидросмывная система удаления навоза без применения подстилки. При гидросмыве в комплексах по воспроизводству, выращиванию и откорму свиней принята следующая технология утилизации навоза. Экскременты животных, поступающие через решетчатый пол в навозные каналы, удаляются из них водой из смывных бачков. В каналы поступает также вода от мойки технологического оборудования, полов и частично от автопоилок. Поэтому экскременты сильно разбавляются водой. Из навозоприемника стоки подаются насосом на динамические виброфильтры, а оттуда твердая фракция транспортерами отводится в кессон-дозатор, а из него выгружается в транспортные средства для вывоза на поля. Жидкая фракция (навозная жижа) используется для удобрения и удобрительных поливов.

Компосты — это различные смеси, приготавливаемые из навоза, фекалий, органических остатков, мусора, бытовых отходов с землей, фосфорными удобрениями и т. п. Для приготовления компоста его компоненты укладывают слоями в штабеля, заливают навозной жижей или водой, после уплотнения перелопачивают

Таблица 22

Состав свежего навоза (данные НИУИФ, ВИУА и других учреждений), %

Навоз	Вода	Органическое вещество	Азот			Состав золы							
			общий	белковый	аммиачный	P	K	Известь	Магнезия	SO_4	Cl	Кремниевая кислота	Окись железа
На соломенной подстилке:													
смешанный	75,0	21,0	0,50	0,31	0,15	0,25	0,60	0,35	0,15	0,10	—	—	—
конский	71,3	25,4	0,58	0,35	0,19	0,28	0,63	0,21	0,14	0,07	0,04	1,77	0,11
крупного рогатого скота	77,3	20,3	0,45	0,28	0,14	0,23	0,50	0,40	0,11	0,06	0,10	0,85	0,05
овец	64,6	31,8	0,83	—	—	0,23	0,67	0,33	0,18	0,15	0,17	1,47	0,24
свиней	72,4	25,0	0,45	—	0,20	0,19	0,60	0,18	0,09	0,08	0,17	1,08	0,07
На торфяной подстилке:													
конский	67,0	—	0,80	0,48	0,28	0,25	0,53	0,44	—	—	—	—	—
крупного рогатого скота	77,5	—	0,60	0,38	0,18	0,22	0,48	0,45	—	—	—	—	—

(один-два раза за сезон). Для полного созревания компоста необходимо два-три месяца.

Фекальные компосты приготавливают смешиванием фекалий с землей или торфом, которые хорошо удерживают жидкость, обогащенную аммиачным азотом. В тонне фекалия содержится 3—10 кг азота, 2—3 кг фосфора и калия. Фекальные компосты можно приготавливать в специальных траншеях, пересыпая фекальную массу слоями земли. Через 3—4 месяца компост можно использовать на удобрение.

При утилизации бытовых отходов также получаются хорошие органические удобрения.

Торф — это продукт неполного разложения отмерших остатков болотных растений в условиях анаэробиоза. В чистом виде торф применять не рекомендуется. В нем содержится значительно больше органических веществ, азота, фосфора и калия, чем в навозе. Однако они плохо усваиваются растениями, поэтому торф лучше смешивать с навозом, бактерии которого мобилизуют питательные элементы торфа, обогащая ими почву при удобрении.

Птичий помет намного богаче питательными элементами, чем навоз (табл. 23), но он легко теряет содержащийся в нем азот. Во избежание этого его следует посыпать землей или торфом и хранить в сухом месте под навесом. Норма внесения птичьего помета в почву за один прием 2—4 т/га, так как избыточное количество может привести к ожогам корневой системы растений.

Таблица 23

Состав птичьего помета, %

Вид птицы	Вода	Сухое вещество	Азот	Калий	Известь	Магний	Фосфорная кислота	Серная кислота
Куры	56,0	44,0	1,63	0,85	2,40	0,74	1,54	0,45
Гуси	77,1	22,9	0,55	0,95	0,84	0,20	0,54	0,14
Утки	56,6	43,4	1,00	0,62	1,70	0,35	1,40	0,35
Голуби	54,9	48,1	1,76	1,00	1,60	0,50	1,78	0,33

Зеленые удобрения, или сидераты (горох, шабдар, злаки, крестоцветные и др.), выращиваются на полях в период отсутствия основной культуры и затем запахиваются в почву для обогащения ее органическим веществом.

Канализационные воды и осадки сточных вод. Осадки, получающиеся на очистительных сооружениях при биологической переработке сточных вод, представляют собой ценное органическое удобрение, пригодное для всех сельскохозяйственных культур.

Термически высушенный осадок — новый вид своеобразного органо-минерального удобрения, в котором помимо указанных выше элементов содержится железо (2,7%), значительное количество хлора и золы (до 61%).

Промышленные отходы. В промышленности получают много разнообразных отходов, которые могут быть использованы как

удобрение. Отходы мясокомбинатов, пивоваренных, винокуренных, свеклосахарных, крахмалопаточных, сыроваренных и других заводов содержат в 1 л раствора 100—250 мг азота, по 50—100 мг фосфора и калия. В большинстве своем они имеют местное значение и используются хозяйствами, расположенными близ этих заводов и фабрик.

Из местных отходов, могущих послужить хорошим органическим удобрением, можно назвать экскременты шелковичных червей и их куколки, жмых, мусор после ворохоочистки и очистки хлопка-сырца, золу гуза-пая и т. д.

Навозная жижа — ценное и быстродействующее удобрение. Каждая тонна ее при правильном использовании дает дополнительно свыше 1 ц зерна.

Навозную жижу получают при стойловом содержании животных. Особенно много ее накапливается в современных животноводческих комплексах. Собирается она с помощью специальной канализации, устраиваемой на фермах. В зависимости от условий сбора и хранения содержание питательных элементов в навозной жиже колеблется в широких пределах: в ней содержится около 0,3—0,4% азота и 0,3—0,6% калия. В основном это азотно-калийное удобрение, поэтому при добавлении на 1 м³ жижи 10—15 кг суперфосфата получается полное сложное удобрение.

В жиже азот находится в легкодоступном для растений состоянии (в форме аммиака) и используется полностью в первый же год. При открытом хранении она быстро теряет азот в результате улетучивания аммиака. Жижу чаще применяют в качестве подкормок, вывозят и вносят ее в почву автожижеразбрасывателями. Для весенней подкормки озимых вносят до 5 т на 1 га, пропашных культур —4 т с заделкой ее на глубину 10—15 см. Овощные культуры удобряют из расчета 2 т/га и вносят ее под зяблевую вспашку. В садах вносят 15—20 т/га растениепитателями в борозды, которые сразу закрывают. Жижу используют и для компостирования с торфом, соломой, особенно в зимнее время.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Минеральные удобрения, вырабатываемые на химических заводах, содержат необходимые для растений питательные элементы, главным образом в неорганической форме. К ним относятся и некоторые органические соединения, например, мочевина, цианамид кальция, оксамид, мочевиноформальдегидное удобрение и др.

В одиннадцатой пятилетке поставки минеральных удобрений сельскому хозяйству страны намечается довести до 135—140 млн. тонн — это почти вдвое больше, чем в 1977 году. Значительно возрастет выпуск высококонцентрированных и сложных туков — мочевины, двойного суперфосфата, аммофоса, нитрофоса и других видов удобрений, за счет чего среднее содержание питательных элементов в них достигнет более 40%.

Различают физиологически-кислые, физиологически-щелочные и физиологически-нейтральные удобрения. К физиологически-кислым относят удобрения, из которых растения энергично поглощают катион, а анион подкисляет почвенный раствор. Это сульфат аммония, хлорид калия, сульфат калия и др., а также аммонийные азотные удобрения и мочевина. К физиологически-щелочным относят удобрения, из которых анион ассимилируется растением, а катион, постепенно накапливаясь, подщелачивает почвенную среду, например, нитраты натрия, калия и кальция.

Эти агрохимические особенности минеральных удобрений учитывают при разработке технологии их использования под разные виды растений и на различных почвах. Так, на почвах, подверженных хлоридному засолению, наиболее эффективно применять бесхлорные удобрения (сернокислый калий), а при сульфатном засолении — хлористый калий.

По содержанию питательных элементов различают минеральные удобрения одинарные и комплексные (сложные, сложносмешанные и смешанные).

Простые (одинарные) удобрения в зависимости от содержания элементов питания подразделяются на азотные, фосфорные, калийные, а также на удобрения, содержащие микроэлементы.

Азотные удобрения

Из азотных удобрений в орошаемые районы Средней Азии в основном поставляют аммиачную селитру, мочевину и в небольших количествах — сульфат аммония.

Аммиачная селитра (нитрат аммония, азотно-кислый аммоний) — концентрированное эффективное азотное удобрение, выпускается в виде гранул или чешуек белого или желтоватого цвета, содержит 34—34,5% азота в нитратной и аммиачной формах, хорошо растворяется в воде, гигроскопична. Хранить ее надо в сухих закрытых помещениях.

Довольно высокая концентрация полезного вещества (азота не менее 34,5%) в двух различных формах — в нитратной, наиболее легко усваиваемой растениями и дающей хороший эффект, и в аммиачной, обеспечивающей продолжительное питание растений азотом,— позволяет успешно применять аммиачную селитру для всех сельскохозяйственных культур. Особенно высоких результатов добиваются при использовании аммиачной селитры под хлопчатник, сахарную свеклу, лен, овощные и зерновые культуры и особенно в смеси с фосфорными и калийными удобрениями.

Сульфат аммония — высокоэффективное азотное удобрение, хорошо растворимое в воде. Выпускается в виде мелкокристаллического порошка белого или серовато-зеленого цвета, хорошо растворим в воде. Содержит азот в пересчете на сухое вещество —21%, влагу —0,2%, свободную серную кислоту — не более 0,025%. Применяется для удобрения почв при выращивании любых сельскохозяйственных культур.

Карбамид гранулированный (мочевина) используется в сельском хозяйстве для удобрения лугов, пастбищ, лесов. Содержит 46% азота и служит основой для производства концентрированных азотно-фосфорных удобрений. По внешнему виду — это белые слабоокрашенные гранулы.

В животноводстве карбамид применяется в качестве белковой добавки и в виде сложных кормов, получаемых на основе фосфатов аммония. Карбамид также находит применение в промышленности при получении гербицидов, мочевиноформальдегидных удобрений, карбамидных смол и пластмасс, меламина, в фармацевтической промышленности и т. д.

Нитрофос — сложное азотно-фосфорное удобрение белого цвета, выпускается в гранулированном виде, не слеживается, содержит 23,5—24,0% азота и 14—17% фосфора. Лучший срок использования под хлопчатник и другие культуры — в период подкормок.

Аммиачная вода (раствор аммиака в воде) представляет собой бесцветную или желтоватую жидкость, содержащую 16,4—20,5% азота. По эффективности равноценна другим азотным удобрениям. Применяется в небольших количествах в хозяйствах, расположенных вблизи заводов. Вносится в почву специальными машинами в допосевные сроки и в подкормки хлопчатника и других пропашных культур. Во избежание потерь азота из сухой почвы (улетучивание аммиака) аммиачную воду следует вносить на глубину не менее 18—20 см.

Фосфорные удобрения

Аммофос — высококонцентрированное сложное фосфорно-азотное гранулированное удобрение, не слеживается, хорошо растворяется в воде и смешивается с другими минеральными туками. Аммофос, выпускаемый среднеазиатскими заводами из фосфоритов Каратау,— серовато-белого цвета, содержит 43—46% фосфора и 11% азота. Аммофос из апатитового концентрата более светлый, содержит 49% фосфора и 11,5% азота.

Аммофос вносится под зяблевую пахоту в период сева и в подкормки хлопчатника. На засоленных почвах, где по зяблевой пахоте проводятся промывные поливы грузными нормами, вносить его следует после промывок культиваторами-удобрителями или чизелями-удобрителями.

Как высококонцентрированное удобрение аммофос имеет экономическое преимущество перед простыми туками. В одной тонне его содержится питательных элементов (фосфора и азота) столько же, сколько в трех тоннах аммонизированного суперфосфата и 200 кг аммиачной селитры, вместе взятых.

В настоящее время в хлопкосеющие хозяйства более 75% фосфорных удобрений поступает в виде аммофоса.

Аммонизированный суперфосфат — гранулированное удобрение серого цвета, содержит 14—16% фосфора и 1,5—2,0% азота.

Аммонизированный суперфосфат — самое низкоконцентрированное высокобалластное фосфорное удобрение. Поэтому в бли-

жайшие годы выпуск его будет полностью заменен высококонцентрированным аммофосом.

При использовании аммонизированного суперфосфата, как и других сложных туков, необходимо учитывать содержащийся в нем азот и соответственно корректировать дозы внесения азотных удобрений.

Суперфосфат простой — порошковидный или гранулированный, белого или сероватого цвета, производится из апатитового концентрата или каратауского фосфорита, завозится в республику в небольших количествах, хорошо смешивается с другими минеральными туками, содержит соответственно 14,0—16,0 и 19,0—19,5% усвояемого фосфора, в гранулированном виде — не менее 16—20%.

Суперфосфат двойной — гранулированное удобрение белого цвета, содержит в среднем 45% усвояемого фосфора, обладает хорошими физическими свойствами. По эффективности на хлопчатнике и других культурах равноценен простому суперфосфату.

Калийные удобрения

Хлористый калий — основное калийное удобрение, поставляемое в колхозы и совхозы республики Средней Азии. Это мелкокристаллический порошок белого или красно-бурого цвета, содержит 58—60% калия, при длительном хранении слеживается.

Хлоркалий-электролит по своим физическим свойствам и эффективности не отличается от хлористого калия, но содержит 45,5% калия.

Калийная соль (смесь хлористого калия с сильвинитом или каинитом) — мелкокристаллическое удобрение серо-бурого цвета, содержит 40% калия.

Помимо указанных удобрений в последние годы в хлопкосеющих хозяйствах в небольшом количестве используется тройное сложное гранулированное удобрение, содержащее азот, фосфор и калий. К нему относится нитрофоска, нитроаммофоска, аммофос с добавлением меди и цинка.

Нитрофоска — удобрение белого цвета, хорошо смешивается с другими туками. Оно содержит 36% питательных элементов (12% N, 12% P_2O_5 и 12% K_2O). Применяется для основного внесения под сельскохозяйственные культуры в дозе 180—185 кг/га (т. е. по 20 кг/га азота, фосфора и калия).

Аммофос с добавлением меди или цинка эффективен на всех почвах, пригоден как для основного внесения, так и для подкормки растений, входит в состав комплексных удобрений. Содержит фосфора до 50%, азота —10—12%, меди или цинка—1,2—1,4%.

Нитроаммофоска применяется на различных почвах под все сельскохозяйственные культуры как основное удобрение, вносится сплошным и локальным способами в подкормки и с семенами в рядки или лунки. Содержит не менее 50% суммы N, P_2O_5 и K_2O, дает прибавку урожая зерновых озимых на 3,6—18,9 ц/га, яровых зерновых — на 4,0—9,7, картофеля — на 25—68, сахарной свеклы — на 44—105 и хлопчатника — на 3,0—8,8 ц/га.

Полифосфат аммония — высококонцентрированное удобрение. Представляет собой гранулированный продукт серого цвета с размером гранул 1—3 мм, не слеживается при хранении, полностью водорастворим. Содержит 10—12% N и 62—64% P_2O_5.

Жидкое комплексное удобрение, получаемое аммонизацией суперфосфорной кислоты, вносят под зяблевую вспашку или перед культивацией. Применяется при выращивании любых сельскохозяйственных культур. Содержит не менее 10 весовых процентов азота и 34 весовых процента фосфора (P_2O_5). Свободный аммиак отсутствует, поэтому удобрение можно вносить на поверхность поля с последующей заделкой почвообрабатывающим орудием (чизелем или дисковой бороной). По своей эффективности удобрение не уступает твердым тукам, внесенным в одинаковой дозе.

Сложно-смешанные удобрения получают путем обработки готовых удобрений (аммофоса, диаммофоса и других удобрений) аммиаком, аммиакатом и кислотами (фосфорной и др.) с последующей грануляцией.

СРОКИ, СПОСОБЫ И НОРМЫ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ХЛОПЧАТНИК

Для получения максимального эффекта от применения минеральных удобрений необходимо соблюдать оптимальные сроки, способы и нормы внесения с учетом агрохимических свойств туков и форм питательных элементов, содержащихся в них.

Как показали многолетние исследования, сроки внесения удобрений существенно влияют на интенсивность физиолого-биохимических процессов и фотосинтетическую активность растений, усиливают их ростовые процессы и развитие, ускоряют закладку репродуктивных органов, повышают общий и доморозный урожай. Регулированием режима питания растений в разные периоды вегетации можно изменять ход биохимических процессов, протекающих в них, более направленно управлять их ростом и развитием, получением высококачественного урожая.

Минеральные удобрения вносятся в допосевные сроки (под вспашку и под предпосевную обработку почвы), одновременно с севом и в подкормки.

Зяблевое внесение удобрений. Многочисленными исследованиями установлено, что под зяблевую вспашку в хлопкосеющих хозяйствах рекомендуется вносить до 70—80% годовой нормы фосфорных, 50% калийных удобрений и 20—30 тонн навоза.

Высокая эффективность внесения удобрений под вспашку обусловливается как биологическими особенностями питания хлопчатника и характером развития корневой системы, так и особенностями превращения и поведения азотных, фосфорных, калийных и органических удобрений в почвах Средней Азии.

Практика передовиков хлопководства убедительно показывает целесообразность внесения местных органических удобрений под

вспашку (полную годовую их норму). Навоз и другие органические удобрения, прежде чем станут непосредственным источником питательных элементов для хлопчатника, до известной степени должны разложиться в почве. Поэтому важно навоз и другие местные удобрения вносить вместе с фосфорными и калийными удобрениями (простой аммонизированный, гранулированный суперфосфат, аммофос, калийную соль, хлористый калий) под зябь заблаговременно, что значительно повышает их эффективность.

Высокая эффективность этих удобрений под вспашку обусловливается тем, что наиболее ответственный период в питании фосфором у хлопчатника наступает в фазах начала цветения и плодообразования, а калия — в фазу начала бутонизации. Корневая система же в этот период располагается в слое почвы 20—40 см, а более деятельные всасывающие корешки могут располагаться на глубине 40—60 см и более. Заделка малоподвижных в почве фосфорных и калийных удобрений на глубину пахоты способствует более тесному и длительному контакту удобрений с корневой системой и лучшему их использованию.

Глубокая заделка фосфорных удобрений необходима еще и потому, что в весенне-летний период верхний слой почвы (0—10 см) на хлопковых полях из-за высоких летних температур пересушивается, боковые корешки хлопчатника в этом слое отмирают, а находящиеся в нем питательные элементы не используются растениями или используются очень слабо.

Навоз в количестве до 20—30 тонн на гектар рекомендуется вносить совместно с минеральными удобрениями, в первую очередь на старопахотных землях, начиная с третьего года после распашки люцерны, а также на участках, где проводилась капитальная планировка. При недостатке навоза лучше сократить удобряемую площадь, но не уменьшать норму внесения. Опытами установлено, что внесение хорошо перепревшего навоза повышает урожай хлопка на 5—6 ц/га. Вносить навоз нужно равномерно, разбрасывая его по всему полю перед самой вспашкой. Нельзя вносить навоз задолго до вспашки и разбрасывать его по полю мелкими кучками, так как в этом случае неизбежны потери большого количества азота в виде аммиака.

На всех участках без исключения навоз, как и другие местные удобрения, надо вносить только под вспашку, а на засоленных землях — обязательно до промывки. Ни в коем случае не следует вносить навоз после подъема зяби поверхностно, вразброс по вспаханному полю: это резко снижает эффективность удобрений и урожайность хлопчатника.

Под вспашку следует вносить до 70—80% годовой нормы фосфорных и до 50% калийных удобрений.

Фосфорные удобрения следует применять под вспашку на всех землях, где промывные поливы не проводятся или проводятся не грузными нормами. На засоленных почвах, где промывные поливы проводятся грузными нормами (6—8 тыс. м³) в несколько приемов, фосфорные удобрения лучше вносить в предпосевной период.

Хозяйства, получившие аммофос, должны широко использовать его для внесения под основную вспашку.

В настоящее время каждый колхоз и совхоз республики имеет почвенные карты и агрохимкартограммы, которые должны стать научной основой для правильного планирования, распределения и внесения удобрений под вспашку в каждом хозяйстве. Особенно важно дифференцировать применение фосфорных и калийных удобрений. На всех полях, где по данным агрохимкартограммы содержится от 15 до 30 мг фосфора на килограмм почвы, вносится полная годовая норма фосфорных удобрений. На полях, где содержится от 31 до 45 мг фосфора, норму внесения суперфосфата под вспашку нужно снизить на 25%, а на полях с более высоким содержанием фосфора (45—60 мг) — на 50%. На полях, где содержится 60 мг фосфора на килограмм почвы и более, фосфорные удобрения вносить под вспашку не рекомендуется, так как годовая норма суперфосфата здесь невысокая (25% от полной нормы) и его лучше использовать с посевом. На участках, содержащих до 15 мг подвижного фосфора, норму фосфора следует увеличить на 25% от полной нормы удобрений.

Аналогичная дифференциация необходима и при внесении под вспашку калийных удобрений. Так, при содержании в почве калия до 100 мг/кг почвы годовую норму калия необходимо увеличить на 25%; при содержании калия от 101 до 200 мг/кг следует вносить полную годовую норму удобрений; при содержании калия в пределах 201—300 мг/кг годовую норму необходимо уменьшить на 25%; при содержании калия от 300 до 400 мг/кг годовая норма снижается на 50%, а при содержании свыше 400 мг/кг наибольший эффект от калийных удобрений получен при внесении лишь 25% годовой нормы удобрений совместно с навозом и фосфорными удобрениями.

Дифференцированное применение фосфорных и калийных удобрений на основе агрохимкартограмм позволит более рационально использовать имеющийся в хозяйстве запас минеральных удобрений.

Правильное и своевременное применение минеральных удобрений под основную обработку в сочетании с высококачественной вспашкой является основой высокого урожая будущего года.

Предпосевное внесение удобрений. В фазу прорастания семян, образования семядолей и первых настоящих листочков, когда корневая система развита еще слабо, хлопчатник хорошо отзывается на повышение концентрации в почвенном растворе всех элементов питания, в первую очередь азота и фосфора. Так, в одном из опытов СоюзНИХИ при достаточном азотном и фосфорном питании хлопчатника в фазе проростков бутонизация наступила на 36-й день после посева, цветение — на 62-й день. При недостатке азота и фосфора в этот период бутонизация наступила на 45-й день, а цветение — на 75-й день. В первом случае было собрано 36,5 ц/га, в том числе 32,2 ц/га доморозного, а во втором — лишь 31,3 ц/га общего и 25,6 ц/га — доморозного хлопка-сырца.

Предпосевное внесение удобрений в количестве 25—30% от годовой нормы азота обычно проводится по вспаханной почве неза-

долго до сева, с обязательной заделкой удобрений на глубину не менее 10—12 см.

Внесение удобрений одновременно с севом хлопчатника. Молодые растения хлопчатника в зависимости от запаса питательных элементов в семенах предъявляют повышенные требования к питанию, начиная с появления всходов и особенно на 7—10-й день их развития. Чтобы удовлетворить потребность проростков хлопчатника в питательных элементах в этот период, необходимо установить, в какие сроки и какими способами наиболее целесообразно вносить удобрения.

Исследованиями установлено, что на типичных сероземах при внесении фосфорных удобрений под вспашку, проводимую плугом с предплужником на глубину 28—30 см, фосфор начинает поступать в молодые растения на 28—32-й день после появления всходов. Поэтому для удовлетворения потребности растений в питательных элементах удобрения следует вносить на глубину 3—4 см от посевного рядка и на глубину 8—10 см от поверхности почвы, либо на 3—4 см ниже ложа семян. При этих условиях на 5—10-й день после всходов фосфор начинает поступать в растения.

Если удобрения вносятся на 5—7 см от посевного рядка и на глубину 12—14 см, фосфор начинает поступать в растения на 15—16-й день (табл. 24).

Таблица 24

Поступление меченого фосфора в проростки хлопчатника в зависимости от способа внесения удобрений

Способ внесения фосфорных удобрений	Количество дней от всходов до потребления фосфора растениями
Под вспашку, проводимую плугом с предплужником на глубину 28 — 30 см	28—32
Под семена на 3 — 4 см ниже ложа семян	5—6
С боку посевного рядка на 3—4 см и на глубину 8—10 см от поверхности почвы	8—10
С боку посевного рядка на 5 — 7 см и на глубину 12—14 см от поверхности почвы	15—16

Создание соответствующих условий питания растениям в раннем возрасте особенно важно для районированных средневолокнистых сортов хлопчатника «Ташкент», которые в силу своих биологических особенностей в первый период замедленно формируют вегетативные органы.

Этот прием внесения минеральных удобрений широко используется во всех хлопкосеющих хозяйствах Средней Азии.

Создавать повышенную концентрацию питательных элементов в зоне развития молодых растений особенно необходимо на промытых, истощенных почвах или в годы, когда весной выпадает много осадков. Так, в орошаемых районах Средней Азии на почвах, подверженных той или иной степени засоления (а их более 59%), проводят промывные поливы. В результате из верхних слоев большая часть питательных элементов вымывается в более глубокие горизонты, и молодые проростки не получают достаточного питания.

Применение удобрений при возделывании всех культур, особенно хлопчатника, который сильно истощает почву, при правильных приемах агротехники способствует обогащению почвы питательными элементами.

Многочисленные полевые опыты, проводимые в различных зонах хлопкосеяния и на различных почвах, подтверждают, что внесение фосфора и азота, а во многих случаях — фосфора, азота и калия повышает урожай хлопка-сырца на 1,7—4,9 ц/га.

По данным СоюзНИХИ, внесение небольшой части фосфора (10—40 кг/га) одновременно с севом хлопчатника дало прибавку урожая на 2,4—3,2 ц/га по сравнению с внесением фосфора только под основную вспашку (табл. 25).

Таблица 25

Влияние припосевного внесения фосфора на урожай хлопка-сырца

Почвы	Урожай хлопка-сырца, ц/га (по фону азота)		Прибавка урожая за счет припосевного внесения фосфора, ц/га
	фосфор под зябь	фосфор под зябь и с посевом	
Сероземы типичные и светлые	38,0	41,2	3,2
Луговые и лугово-болотные	36,1	39,2	3,1
Луговые, подверженные засолению	24,7	27,0	2,3
Сероземно-луговые	40,5	43,0	2,4

При посеве одновременно с фосфором целесообразно вносить и азот. Это удовлетворяет потребности растений в питательных элементах, ускоряет их развитие и дает прибавку урожая на 2,3—3,2 ц/га.

Опытами Туркменского НИИ земледелия установлено, что внесение фосфора в форме аммофоса увеличило урожай хлопка-сырца на 6,8 ц/га, что на 3,8 ц/га больше, чем при внесении его в форме аммонизированного суперфосфата.

Припосевное внесение удобрений производится хлопковыми сеялками в агрегате с тракторами Т-28Х3 и Т-28Х4 и культиваторами-растениепитателями КРХ-4 и КРХ-3,6.

На всех почвах одновременно с севом хлопчатника рекомендуется вносить минеральные удобрения в форме аммофоса, нитрофоски или нитрофоса в норме соответственно 91—95, 180—185 и 100—105 кг на 1 гектар.

Внесение элементов питания в форме сложных удобрений (нитрофоска и нитрофос), содержащих в своем составе азот, фосфор и калий или азот и фосфор, упрощает технологию сева хлопчатни-

ка, так как это исключает необходимость приготовления тукосмесей, уменьшает расходы на транспортировку и подготовку удобрений.

Припосевное внесение удобрений — важный резерв дальнейшего повышения урожайности хлопка-сырца.

Способ внесения удобрений при подкормках хлопчатника. Влияние подкормок (как приема направленного воздействия на развитие растений) на урожай сельскохозяйственных растений в значительной мере зависит от своевременности их проведения и способов внесения удобрений. При внесении удобрений необходимо учитывать:

а) биологическую потребность хлопчатника в питательных элементах по фазам развития;

б) характер развития корневой системы;

в) особенности поведения азотных и фосфорных удобрений в почвах.

Использование азотных и фосфорных удобрений в значительной степени зависит от того, в какой мере они позиционно доступны корневой системе хлопчатника. Поэтому для оптимального по отношению к растениям распределения питательных элементов удобрений в почве необходимо исходить прежде всего из особенностей их поведения в условиях орошаемого земледелия.

Результаты исследования показывают, что при внесении аммиачной селитры в середину междурядья на глубину 3—4 см ниже дна борозды нитратный азот, растворяясь при поливе с первыми порциями воды, проникает в глубь почвы главным образом по вертикальной линии, т. е. располагается в основном под бороздкой, и в малом количестве распространяется в сторону рядков. Боковые же корни хлопчатника в фазе 2—3 настоящих листочков распространяются в сторону междурядья всего лишь на 10—12 см. Естественно, что азот аммиачной селитры может быть использован хлопчатником в наибольшей мере в том случае, когда корни его достигнут зоны, в которой происходит передвижение нитратного азота.

Более благоприятное распределение нитратного азота по профилю почвы происходит при внесении аммиачной селитры с боку рядка, что обеспечивает передвижение нитратного азота ближе к растениям и лучшее его использование.

Установлено, что под хлопчатник в фазу 2—4-х настоящих листьев удобрения следует вносить с боку растений на расстоянии 15—18 см, в фазу бутонизации — на 20—22 см с боку рядка; в период цветения и в начале плодообразования — в середину междурядья при ширине междурядий 60 см и с боку рядка на расстоянии 30—35 см при широких междурядьях. Во все указанные сроки удобрения вносятся на 3—5 см ниже дна уровня поливной борозды.

Передвижение нитратного азота при различных способах внесения удобрений объясняется различным влиянием воды, проникающей в почву с поливом. На среднесуглинистом типичном сероземе при однородной плотности почвы наиболее глубокая фильтрация гравитационной воды в силу ее тяжести происходит непосредственно под затопленной частью борозды. По мере удаления от вертикальной линии в стороны плотность воды уменьшается, и боковое передвижение влаги происходит в основном за счет капиллярного промачивания в стороны. В первые часы после начала полива смоченный профиль напоминает слегка сдавленный, каплевидный круг. Верхние границы его имеют наибольшую высоту у дна поливной борозды и постепенно снижаются по слегка выпуклой кривой к рядку. После насыщения почвы до полевой влагоемкости усиливается подток влаги к рядкам, смачивание которых происходит в результате капиллярного поднятия воды с низу междурядья.

При внесении аммиачной селитры ниже дна поливной борозды нитраты вместе с первыми порциями воды направляются почти вертикально вниз, весьма слабо распространяясь в стороны. В случае внесения удобрений с боку рядка и заделки их выше уровня дна борозды (на глубину 10 см от поверхности) нитраты капиллярным током воды, идущим снизу и со стороны поливной борозды, выносятся в гребень. При внесении удобрений с боку рядка, но ниже уровня дна борозды они оказываются лишь в некоторой мере под влиянием действия гравитационной воды, так как находятся в стороне от основного действия ее тяжести. Это приводит к значительному смещению их в сторону рядка и вглубь.

Если удобрения вносятся на уровне дна борозды, нитраты в меньшей мере оказываются в зоне гравитационного тока воды и под влиянием бокового промачивания значительно передвигаются под растения и несколько вглубь. При внесении удобрений с большим отдалением от рядка, т. е. с приближением к середине междурядья, например при внесении от рядка на 25—26 см, нитратный азот смещается в сторону рядка в меньшей мере, чем при более близком внесении от рядка. Тем не менее даже незначительное смещение линии внесения удобрений от середины междурядья будет приближать питательные элементы при поливе к зоне распространения корневой системы.

Если азот вносится в почву в форме мочевины, аммиак (без последующего полива) полностью концентрируется в месте внесения удобрений и распространение его по профилю почвы в окружности составляет 3—4 см.

При проведении полива аммиачный азот промывается до глубины 20 см от места его внесения. Передвижение азота мочевины и сульфата аммония вместе с влагой в почве начинается после его аммонификации и нитрификации. После нитрификации азот этих форм удобрений (NH_4NO_3) ведет себя так же, как и при использовании аммиачной селитры.

При внесении фосфора в форме суперфосфата в середину междурядья на 3—4 см ниже дна поливной борозды фосфор поглощается почвой в месте его внесения. Передвижение его вглубь и в стороны при этом не наблюдается. В этом случае фосфор может быть использован растениями при развитии корневой системы вблизи места внесения удобрений.

Если суперфосфат вносить с боку рядка, фосфор располагается ближе к растениям. Это способствует созданию очага с повышенным содержанием фосфорной кислоты в зоне развития корневой системы (в горизонте 10—15 см и на расстоянии 12—16 см от растения), значительному улучшению условий фосфорного питания хлопчатника. В этом случае исключается возможность выворачивания суперфосфата на поверхность почвы, в процессе последующих обработок и внесения удобрений не происходит нарушения контакта корневой системы с ранее внесенными удобрениями, как это обычно наблюдается при внесении удобрений в середину междурядий. Отдаление линии внесения удобрений от рядка существенно влияет на начало и интенсивность поступления фосфора в растения (табл. 26).

Таблица 26

Скорость поступления меченого фосфора в растения в зависимости от способа внесения удобрений и количество растений, его потребляющих

Способ внесения удобрений	Количество дней		Количество растений, потребляющих фосфор, %
	от всходов до начала потребления	от внесения до начала потребления	
В фазу 2—4-х настоящих листьев:			
в середину междурядья	95	68	29
с боку рядка на 15 — 18 см	41	15	60
с боку рядка на 20 — 22 см	67	41	42
с двух сторон рядка на 15 — 18 см	41	15	60
В фазу бутонизации:			
в середину междурядья	95	40	26
с боку рядка на 20—22 см	75	20	44
с боку рядка на 25—27 см	90	35	38
с двух сторон рядка на 20—22 см	75	20	45
В фазу цветения:			
в середину междурядья	103	24	34
с боку рядка на 25—27 см	90	11	56

Из данных таблицы следует, что боковое внесение фосфора во всех фазах развития хлопчатника способствовало более раннему поступлению его в растения, чем при внесении в середину междурядья.

Таким образом, поступление фосфора в растения определяется не сроком, а способом внесения, т. е. отдалением линии внесения от рядка.

Для подкормок широкое распространение получил фосфор в форме аммофоса, который благодаря хорошему распределению в горизонтальном и вертикальном направлении от места внесения удобрений наиболее доступен растениям.

В период вегетационных подкормок хлопчатника удобрения, внесенные в середину междурядья, недостаточно быстро и полно используются растениями. Агрохимические исследования, проведенные на посевах с междурядьем 60 см, показали, что более благоприятные условия питания растений достигаются при подкормках, проводимых с боку рядка, в фазу 2—4-х листьев и бутонизации, а в фазу цветения — в середину междурядья.

В условиях орошаемого земледелия при поливе на участках с большими уклонами из-за большой скорости движения воды размывается дно борозды и смывается мелкозем почвы в пониженные места склонов. Только в Узбекистане насчитывается около 450—500 тыс. га земель (25% от общей площади посевов хлопчатника), подверженных водной и ветровой эрозии. Поэтому при решении вопроса об установлении рациональных способов внесения удобрений необходимо учитывать степень подверженности почвы водной эрозии.

Одним из способов повышения эффективности удобрений на почвах, подверженных водной эрозии, является внесение их с боку рядка при подкормках хлопчатника. При таком способе внесения удобрений азот проникает вглубь и в стороны под рядком, а фосфор, находящийся в 10—12 см от середины междурядья, размывающему действию воды не подвергается. В результате внесения удобрений с боку рядка улучшаются условия питания растений и повышается урожай хлопка-сырца до 5,0 ц/га по сравнению с внесением их в середину междурядий.

В подкормки хлопчатника удобрения рекомендуется вносить следующим образом: при ширине междурядий 60 и 90 см в фазу 2—4-х настоящих листьев — на расстоянии 15—18 см от рядка, в фазу бутонизации — на расстоянии 20—22 см, в фазу цветения при ширине междурядий 60 см — в середину междурядий и при ширине междурядий 90 см — на 30—32 см с боку рядка. Во все указанные сроки удобрения должны заделываться на глубину 3—5 см ниже дна уровня поливной борозды.

Современные средства механизации внесения удобрений при подкормках хлопчатника с различными междурядьями позволяют заделывать их на заданном расстоянии от растений и на необходимую глубину.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ХЛОПЧАТНИК

Высокая биогенность и насыщенность почв хлопковой зоны карбонатом кальция и некоторые другие специфические условия обусловливают быструю минерализацию и нитрификацию органических и минеральных форм азота. В связи с этим для орошаемых районов важное значение имеет определение форм азотных и фосфорных удобрений.

Аммиачная селитра — основной вид азотного удобрения, исполь-

зуемого в районах поливного земледелия. Она содержит азот в форме нитрата аммония ($NH_4 NO_3$), который при внесении в почву в короткий срок нитрифицируется до азота нитратов. Нитратный азот характеризуется высокой подвижностью в почве. Это приводит к периодическому удалению больших количеств нитратов из корнеобитаемых слоев почвы, снижает эффективность использования азота и общую эффективность азотных удобрений.

При внесении **мочевины** азотный режим складывается следующим образом. В результате действия уреазы и почвенной микрофлоры мочевина в почве быстро разлагается на CO_2 и NH_3, что вначале подщелачивает почву, а затем, после нитрификации аммиака,— подкисляет.

Поэтому в почвенных условиях эффективность действия мочевины всецело зависит от скорости аммонификации и нитрификации, а со свободной мочевиной растения почти не сталкиваются.

Такие факторы, как низкая температура и малое содержание органического вещества в почве, высокая концентрация мочевины, уменьшают скорость разложения последней в почве. Это указывает на то, что растения кроме азота в виде NH_4 и NO_3 какое-то время будут потреблять из почвы и азот в виде мочевины. Частичное высвобождение доступных форм азота из мочевины отмечено на 5—6-й день после внесения ее в почву, а примерно на 25—30-й день этот процесс завершается полностью.

Однако, несмотря на явные физиологические достоинства аммиачного и амидного азота перед нитратным в питании хлопчатника, агрохимическое преимущество этих форм азота не всегда удается выявить, особенно при внесении удобрений в подкормки на почвах с глубоким залеганием грунтовых вод. Это связано с высокой биогенностью почв Средней Азии и быстрым, в течение 8—15 дней, окислением аммиачного и амидного азота до нитратов. При внесении же удобрений под вспашку, перед посевом, одновременно с посевом и в раннюю подкормку, а также на луговых почвах с близким залеганием грунтовых вод и при добавлении к удобрениям ингибиторов, когда нитрификация аммиачного азота и мочевины протекает более продолжительно, преимущество аммиачных и амидных форм азотных удобрений перед нитратными и аммиачно-нитратными явное, и урожай хлопка-сырца увеличивается на 1,7—1,9 ц/га.

Исследованиями установлено, что эффективность удобрений повышается, а урожайность хлопчатника увеличивается при дифференцированном использовании разных форм азотных, фосфорных и калийных удобрений. Способность мочевины отдавать азот растению постепенно в значительной мере определяет распределение его по срокам. Так, наиболее целесообразным является внесение мочевины при 2—4-х настоящих листьях и в фазу бутонизации, а в фазу цветения хлопчатника — аммиачной селитры (табл. 27).

При таком распределении форм азотных удобрений получено по 38,4 ц/га хлопка-сырца, что на 2,1 ц/га больше, чем при внесении только мочевины во все три подкормки.

Таблица 27

Влияние форм азотных удобрений на урожайность хлопчатника (данные СоюзНИХИ)

Годовая норма, кг/га			Азотные удобрения, вносимые в подкормки			Урожай хлопка-сырца, ц/га
N	P_2O_5	K_2O	в фазу 2—4-х настоящих листьев	в фазу бутонизации	в начале цветения	
220	140	50	Мочевина	Мочевина	Мочевина	36,3
220	140	50	Мочевина	Мочевина	Аммиачная селитра	38,4

Если азот мочевины вносить в почву в фазу цветения, растения будут расходовать его медленнее, чем азот аммиачной селитры, и его влияние скажется в более поздний период. Это задержит созревание хлопка-сырца и в конечном итоге снизит общий урожай, особенно первых сборов. Эффективность азота во многом зависит от обеспеченности почв подвижным фосфором, так как при этом создаются различные условия азотного питания растений. Так, в опытах с хлопчатником, проведенных в Узбекской, Туркменской и Таджикской ССР на почвах с различным содержанием фосфора в почве, растения неодинаково реагировали на источник азотного питания. В опытах СоюзНИХИ при низкой и средней обеспеченности почв фосфором (до 15 мг/кг и от 31 до 45 мг/кг P_2O_5) наибольший урожай хлопка-сырца был получен от азота, внесенного в аммиачной (сульфат аммония) и амидной (мочевина) формах. При высоком содержании подвижного фосфора (более 60 мг/кг) в почве внесение азота в форме аммиачной селитры позволяет получить 44,2 ц/га хлопка-сырца, что на 2,2—2,6 ц/га больше, чем при внесении мочевины и сульфата аммония (табл. 28).

Таблица 28

Влияние форм азотных удобрений на урожай хлопка-сырца в зависимости от содержания подвижного фосфора в почвах (данные опыта СоюзНИХИ)

Содержание P_2O_5 в почве, мг/кг	Урожай хлопка-сырца (в среднем за 6 лет) при внесении азота в форме, ц/га		
	аммиачной селитры	сульфата аммония	мочевины
До 15	36,6	38,1	38,2
31—45	38,7	39,5	40,5
Свыше 60	44,2	41,6	42,0

В настоящее время в хозяйства республик Средней Азии фосфорные удобрения в основном поступают в виде аммофоса, который содержит 11,0—11,5% азота и 44,0—49,0% фосфора. В аммофосе азот находится в форме аммиака и однокальциевого фосфата

($NH_4H_2PO_4$), что во многом определяет их поведение в карбонатных почвах орошаемого земледелия.

Фосфор аммофоса меньше закрепляется почвой в местах его внесения и под влиянием вегетационного полива передвигается в более глубокие горизонты. Его целесообразно использовать под зябь при посеве и в фазу цветения, что дает прибавку урожая на 2,1—4,7 ц/га по сравнению с внесением тех же норм и в те же сроки суперфосфата.

В опытах, проведенных на светлых сероземах Голодной степи, при внесении фосфорных удобрений под основную вспашку в форме аммофоса дополнительно получено по 2,2 ц/га хлопка-сырца, а при использовании в подкормки —1,9 ц/га по сравнению с простым суперфосфатом. В случае внесения фосфора в виде аммофоса под зяблевую вспашку до проведения промывок, а также с посевом и в фазу цветения хлопчатника дополнительно получено 2,5—4,7 ц/га хлопка-сырца.

Внесение калия в форме хлористого калия повышает урожай хлопка-сырца в среднем на 2,4 ц/га, внесение в форме сернокислого калия — на 3,5 ц/га.

Нормы минеральных удобрений и способы их внесения под хлопчатник изменяются в зависимости от планируемого урожая, типа почв, положения данного поля в севообороте, форм удобрений. Дифференцированное применение удобрений в оптимальных дозах и соотношениях с учетом агрохимической характеристики почв — один из основных резервов повышения эффективности промышленных туков.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ В ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТАХ

Научными основами поливного земледелия с достаточной убедительностью доказано, что для систематического повышения плодородия урожаев хлопчатника самой правильной системой организации рационального и высокопродуктивного земледелия является освоение интенсифицированных хлопковых севооборотов, обеспечивающих высокий урожай хлопка-сырца, кормовой продукции и обогащение почвы органическим веществом. Этот путь возможен при включении в травяное звено севооборота совместно с люцерной таких высокопродуктивных культур, как кукуруза, суданская трава, а в промежуточных посевах хлопково-люцернового севооборота — использование зерновых колосовых, зернобобовых, крестоцветных и других растений.

Установлено, что применение удобрений под культуры хлопковых севооборотов должно строиться с учетом влияния их на плодородие почвы. Люцерна как в чистых, так и в совмещенных посевах накапливает в среднем от 500 до 700 кг/га биологического азота. Положительное действие люцерны как предшественника на урожай хлопчатника проявляется в течение первых 3—4 лет. Урожай хлопка-сырца по различным полям севооборота приведен в табл. 29. По мере удаления хлопкового поля от года распашки люцерны возрастает потребность хлопчатника в минеральных азотных удобрениях.

Таблица 29

Урожай хлопка-сырца на различных полях севооборота, ц/га

Поля севооборота	Типичный серозем (СоюзНИХИ Аккавак)	Светлый серозем (Андижан)	Луговая почва (Вахш, Таджикистан)
1. Хлопчатник по пласту трехлетней люцерны	36,7	36,2	36,1
2. Хлопчатник по обороту пласта люцерны	37,6	31,8	31,0
3. Хлопчатник на 3-й год	34,2	26,6	29,6
4. Хлопчатник на 5-й год	25,8	22,8	23,5

В хлопково-люцерновом севообороте после распашки люцерников с хорошим травостоем по пласту и обороту пласта под хлопчатник норму азотных удобрений без ущерба для урожая можно снизить соответственно до 150—200 кг/га, сохранить полную норму фосфора, предусмотренную планом (при норме азота 250 кг/га— до 175—200 кг/га P_2O_5). Таким образом, по пласту соотношение $N:P_2O_5:K_2O$ будет составлять 1:1,2:0,9, по обороту пласта 1:1:0,5. Нормы фосфора и калия должны уточняться и дифференцироваться в зависимости от содержания подвижных форм фосфора в почве согласно разработанной и широко используемой агрохимслужбой шкале.

Годовые нормы азотных удобрений по обороту пласта люцерны и в следующие годы возделывания хлопчатника, вплоть до 4-го года, должны нарастать количественно, а затем — быть равновеликими нормами, применяемыми по фону хлопковых старопашек.

При использовании минеральных удобрений под хлопчатник как по фону хлопковой старопашки, так и в севообороте должны учитываться почвенно-климатические условия отдельных районов хлопкосеяния и высота планируемых урожаев.

Одним из резервов сохранения плодородия почвы и получения стабильных урожаев на 4 года является внесение органических удобрений (навоза) в количестве 20—30 тонн на гектар. Удобрение люцерны фосфором и калием как в чистых, так и совмещенных посевах целесообразно проводить до посева полной нормой, рассчитанной на 2—3 года.

Совместные посевы люцерны с кукурузой или джугарой (или пшеницей) при внесении удобрений позволяют во много раз увеличить производство кормов для животноводства. Экспериментальные данные СоюзНИХИ (И. И. Мадраимов) свидетельствуют о том, что азотные удобрения в дозе 200 кг/га на фоне фосфорно-калийных обеспечивают прибавку урожая кукурузы на 433,1—518,1 ц/га. Действие фосфорных и калийных удобрений заметно

слабее: прибавка урожая от внесения фосфора составляет 28,9 ц/га и от внесения калия —7,4 ц/га.

При выращивании кукурузы совместно с люцерной внесение азота в дозах 150—200 кг/га на фоне высоких доз фосфора и калия дает возможность получить более 500 ц/га зеленой массы кукурузы и 300—350 ц/га сена люцерны.

Существенная роль в получении высокого урожая зерна ячменя, являющегося также покровной культурой, принадлежит азотным удобрениям как при одностороннем, так и совместном (с фосфорными удобрениями) внесении. Например, в опыте Бухарской областной агрохимлаборатории на бедных серо-бурых почвах (Узбекской ССР) внесение 100 кг/га азота увеличило урожай с 7,6 до 15,3 ц/га, а при внесении азота и фосфора 100 кг/га урожай повысился до 21,4 ц/га.

Результатами исследований СоюзНИХИ и других научно-исследовательских учреждений доказано положительное влияние промежуточных культур в полях хлопковых севооборотов при внесении минеральных удобрений на повышение урожая хлопка-сырца в течение двух-трех лет. Сидеральные культуры повышают урожай хлопчатника в течение первых двух лет, на третий год их влияние незначительно (табл. 30).

Таблица 30

Влияние сидератов на урожай хлопка-сырца (ц/га) по предшественникам

Годы после запашки сидератов	Хлопчатник без сидератов	Предшественники				Средняя прибавка от сидератов по годам
		горох		горох + рожь		
		урожай	прибавка от сидератов	урожай	прибавка от сидератов	
1	40,1	51,1	11,0	47,0	6,9	8,9
2	40,9	45,7	4,8	42,6	1,7	3,3
3	32,8	33,0	0,2	34,3	1,5	0,8

Примечание. Горох и рожь высевали по сидератам, выращиваемым после кукурузы.

В севооборотах на сероземе светлом Андижанского филиала и на лугово-сазовой почве Ферганской опытной станции во все годы соотношение культуры в севообороте было 3:7 (табл. 31).

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ

Средняя Азия характеризуется большим разнообразием природных условий, что обусловливает формирование различных типов почв. На территории Узбекской и Таджикской ССР, в предгорных равнинах развиты сероземные и коричневые почвы. Для возделывания хлопчатника наиболее ценными являются типичные и светлые сероземы. Содержание гумуса в типичных сероземах со-

Таблица 31

Урожай хлопка-сырца при бессменной культуре хлопчатника и в севообороте, ц/га

Почва и место проведения опыта	Годы	Ротация севооборота**	Хлопчатник бессменно, ц/га			В севообороте с люцерной, удобряемой по ротациям
			Без удобрений	Азот, фосфор, калий	Навоз	
Серозем типичный (СоюзНИХИ)	1926—1935	—	15,3	20,9	21,8	—
	1936—1947	1—2	17,3	35,9	30,9	42,4
	1948—1963	3—4	13,4	36,6	35,4	43,2
	1964—1976*	5—6	13,6	33,1	33,4	38,8
Серозем светлый (Андижанский филиал СоюзНИХИ)	1936—1954	1—2	21,4	35,6	—	39,5
	1955—1974	3—4	16,2	32,3	—	39,8
Лугово-сазовая (Ферганская опытная станция)	1954—1963	1	25,2	34,6	N, P, K + навоз	
	1964—1973	2	20,5	31,8	36,8	38,2
					33,3	36,8

* Хлопчатник поражен вилтом.

** Соотношение люцерны и хлопчатника по ротациям севооборота в СоюзНИХИ было: 1—2 ротация — 2:4:3 — 2:5,4 — 2:7,5:2,6.

ставляет 1,2—1,4%, в светлых —1,0—1,2%; содержание валового фосфора колеблется в пределах 0,16—1,25%, калия —2,2—3,0%. Темные сероземы и коричневые почвы содержат больше гумуса (до 2,5%).

В пустынной зоне Туркмении и Узбекистана преобладают такырные и серо-бурые почвы. В такырных почвах содержание гумуса варьирует от 0,5 до 0,7%, в серо-бурых от 0,3 до 0,5%; содержание фосфора в них не превышает 0,12—0,16%, калия 1,8—2,6%. Факторами, лимитирующими плодородие этих почв, являются механический состав, засоление, чрезвычайно малое количество органического вещества, а серо-бурых почв — повышенная дренированность.

На луговых почвах близость грунтовых вод создает условия для накопления повышенного количества органического вещества (1,3—2,0% — в сероземном поясе и 1,0—1,5% — в пустынной зоне). Фосфором и калием луговые почвы несколько беднее сероземных. В пахотном горизонте, независимо от поясности, содержится 0,12—0,20% фосфора и 1,5—2,3% калия. Исходя из обеспеченности луговых почв органическим веществом более высоким бонитетом характеризуются почвы сероземного пояса (на бонитировочной шкале они значатся как луговые темные).

Сероземно-луговые и лугово-сероземные почвы по агрохимическим показателям занимают промежуточное положение между се-

роземами и луговыми и по бонитету приравниваются к типичным сероземам. Такой же подход к оценке плодородия применен к лугово-такырным и такырно-луговым почвам, бонитет которых приравнивается к уровню такырных почв.

Среди луговых в условиях недостаточного оттока грунтовых вод развиты болотно-луговые и лугово-болотные почвы. Они отличаются довольно высоким содержанием органического вещества (до 2,5%). Однако близость грунтовых вод (до 1,0 м) обусловливает их оглеение. Особую группу составляют маломощные и дренированные почвы, характеризующиеся высокой дренированностью, бедностью органическим веществом и питательными элементами. Все это определяет их низкий бонитет.

Все орошаемые почвы делятся на два подтипа: новоорошаемые и староорошаемые. Новоорошаемые почвы недостаточно окультурены, имеют небольшие запасы питательных элементов, вследствие чего их бонитет невысок. Староорошаемые почвы в результате длительного орошения достаточно окультурены, имеют повышенные запасы питательных элементов. Их бонитет оценивается довольно высоко.

С учетом генетической принадлежности почв, их агрохимических показателей, давности орошения, обеспеченности термическими ресурсами Гипроземом разработана бонитировочная шкала почв Средней Азии, выраженная в относительных баллах. Наивысшей оценкой (100 баллов) характеризуются почвы с оптимальными свойствами, обладающими при равных условиях наивысшей продуктивностью. Бонитировочная шкала объективно отражает производительную способность почв и положена в основу разработки оптимальных норм минеральных удобрений путем введения системы поправочных коэффициентов в зависимости от типа почв.

При расчетах норм минеральных удобрений учитывают также механический состав почвы, степень засоленности, эродированности и содержания в ней подвижных форм фосфора и калия.

УДОБРЕНИЕ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Хлопчатник. Многочисленными исследованиями установлено, что вынос азота на образование одной тонны хлопка-сырца средневолокнистых сортов хлопчатника составляет в среднем 60 кг, фосфора —20 и калия 50 кг, у тонковолокнистых сортов — на 20—25% выше.

Для создания хлопчатнику благоприятных условий питания, ускорения его роста и развития удобрения рекомендуется вносить в следующие агротехнические сроки:

— 25—30% годовой нормы азота применяется до посева, 5—10% — одновременно с севом, остальная часть — в две-три подкормки, завершая их не позднее 10—15 июля;

— 70—80% годовой нормы фосфора вносится под пахоту (на засоленных землях — под предпосевную обработку), остальная часть — при посеве и в период цветения хлопчатника (совместно с азотом);

— годовая норма калийных удобрений вносится равными частями под пахоту и в период бутонизации растений (совместно с азотом).

Кенаф. По данным Узбекской опытной станции, применение минеральных удобрений в нормах 200—250 кг/га азота, 150—200 кг фосфора и 120—150 кг калия обеспечивает получение урожая зеленцового кенафа 200 и более центнеров с гектара.

Под зяблевую пахоту рекомендуется вносить 50—60% годовой нормы фосфорных и калийных удобрений, одновременно с севом — 20—25% азотных и фосфорных. В первую подкормку при образовании 8—10 листьев используется 40—50% годовой нормы азота, остальная часть — фосфора. Во вторую подкормку, проводимую через 20—25 дней после первой, вносится остальное количество азотных и калийных удобрений.

Табак. Под урожай табачного листа 28—30 ц с гектара вносят 110—120 кг азота, столько же фосфора и 60 кг калия. Половину годовых норм фосфорных и калийных удобрений используют под пахоту. Азотные удобрения и остальную часть фосфорных и калийных туков применяют в две-три подкормки.

Кукуруза на зерно. Кукуруза при урожае зерна 60 ц/га потребляет около 150 кг азота, такое же количество калия и до 60 кг фосфора.

Азотные удобрения вносят примерно равными частями под предпосевную обработку почвы и в две подкормки. Половину годовых норм фосфора и калия вносят под пахоту или перед севом. Одновременно с севом применяют небольшие дозы фосфора и азота в виде аммофоса. В первую подкормку азот вносят вместе с калием, во вторую — с фосфором.

Рис. Лучшими формами минеральных удобрений под рис признаны сульфат аммония, мочевина и простой суперфосфат. Особенно эффективен простой суперфосфат на засоленных и вновь освоенных землях, который устраняет заболевание риса в период прорастания и появления всходов.

В предпосевную обработку почвы рекомендуется вносить 70% годовой нормы фосфора, 50% калия и 30% азота. В первую подкормку (по массовым всходам) применяют 40% азотных удобрений, во вторую (при массовом кущении риса) — используют оставшуюся часть азотных, фосфорных и калийных удобрений. При небольших нормах фосфора и калия их вносят под предпосевную обработку почвы.

Зерновые колосовые. Под посевы зерновых колосовых культур всю годовую норму фосфорных и калийных удобрений и 30% азотных рекомендуется вносить под вспашку. Остальную часть азотных туков используют равными частями в две подкормки — ранней весной и перед трубкованием.

Кормовые культуры. Под люцерну, как правило, вносят только фосфорные и калийные удобрения. Для эффективного их использования всю годовую норму этих удобрений рекомендуется вносить под зяблевую вспашку. В первый год стояния люцерну целесообразно подкармливать небольшой нормой азота (25 кг/га). Под посевы люцерны прошлых лет, не получившие удобрения в год посева, азотные, фосфорные и калийные туки применяют ранней весной до ее отрастания. Под совмещенные посевы люцерны с зерновыми культурами необходимо дополнительно вносить азотные, фосфорные и калийные удобрения. Под посевы люцерны с кукурузой вносят до 200 кг/га азота, 180 кг фосфора и 100 кг калия. При посевах люцерны под покровом ячменя, овса или пшеницы необходимо вносить азотные удобрения в норме 60—80 кг/га. Под кукурузу и джугару на силос и зеленый корм нормы азота 200—220 кг/га, фосфора 100—150 кг и калия 90—100 кг обеспечивают получение силосной массы до 400—500 и более центнеров с гектара.

Овоще-бахчевые культуры и картофель. Всю годовую норму калийных удобрений и 75% фосфорных вносят под зяблевую вспашку или при предпосевной обработке почвы. Большая часть азотных удобрений используется в подкормки.

Под картофель 20% годовой нормы азота вносится при посадке клубней и 80% распределяется в две подкормки. Под рассадочные культуры (капуста, томаты) годовую норму азотных удобрений следует вносить равными частями в три срока: при нарезке поливных борозд, после полного приживания рассады и в период массового плодообразования у томатов и начала образования кочанов у капусты.

Под бахчевые культуры годовая норма азотных удобрений вносится равными частями под предпосевную обработку почвы и при появлении 3—4-х настоящих листьев. Годовая норма азота, как правило, не должна превышать 100 кг/га.

Под корнеплоды и лук азотные удобрения вносятся в подкормки — при появлении 1—2-х настоящих листочков и в начале формирования корнеплодов и луковиц.

Сады и виноградники. В плодоносящих садах на сильнорослом подвое минеральные удобрения следует применять из расчета на 1 тонну продукции: азота —15 кг, фосфора —7—8 кг и калия — 4 кг.

Фосфорные и калийные удобрения вносят под пахоту междурядий, азотные — в два приема: до цветения и в период усиленного роста завязи (под поливы).

В молодых неплодоносящих садах и виноградниках рекомендуется вносить на 1 гектар 60 кг азота, 30—40 кг фосфора и 15—20 кг калия. Плодоносящие виноградники удобряют из расчета 15 кг азота, 10—12 кг фосфора и 4—5 кг калия на 1 тонну продукции. Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под пахоту междурядий, азотные — в две подкормки.

ГЛАВА IV. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

ПОНЯТИЕ О СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Сорными растениями, или *сорняками,* называют растения, которые не возделываются человеком, но, произрастая среди культурных видов растений, наносят им вред. Они отнимают у культурных растений воду, питательные элементы, свет и другие факторы жизни (так как для произрастания сорняков необходимы те же экологические условия, что и для культурных растений), чем снижают урожай, а иногда губят посевы, ухудшают качество продукции. Ущерб от сорной растительности для сельского хозяйства огромен. Некоторые сорные растения потребляют влаги и питательных элементов больше, чем культурные растения. Так, осот потребляет фосфора в 1,5 раза и калия в 3,5 раза больше, чем пшеница и рис.

На засоренных посевах температура почвы снижается на 3—4°, что очень нежелательно, особенно в первые фазы развития хлопчатника. Это относится в первую очередь к более северным и предгорным районам возделывания хлопчатника, где низкие температуры весеннего периода часто приводят к отставанию развития молодых растений, а в дальнейшем — к позднему раскрытию коробочек и увеличению курачного сбора.

Среди сорняков встречаются такие, которые не имеют ни корней, ни листьев и питаются соками культурных растений. Это сорняки-паразиты. Они снабжены особыми сосочками (гаусториями), с помощью которых присасываются к культурным растениям и живут за их счет. В результате растения-хозяева, пораженные паразитными видами, слабеют и часто погибают.

На засоренных полях затрудняется работа механизмов. Такие сорняки, как вьюнок, гумай, свинорой, забиваются в шпиндели хлопкоуборочных машин, снижая их производительность и качество собранного урожая.

Вред, причиняемый сорняками, не ограничивается только снижением урожая сельскохозяйственных культур. Он приводит также и к ухудшению качества продукции. Так, например, примесь семян горчака, софоры лисохвостной в зерне пшеницы придают горький вкус муке и могут вызвать отравление у людей и животных. Примесь горчака в сене даже в количестве 5% опасна для скота (Петрушев, 1940). Ядовитыми свойствами обладает и листовень острый, млечный сок которого в небольших дозах действует как слабительное, в больших же дозах — вызывает рвоту, судорогу и смерть животных. Встречается он в тугаях и на поливных землях.

Существует немало и таких сорняков, которые, произрастая на пастбищах, поедаются животными без особого вреда для их здоровья, но сильно снижают качество молока и молочных продуктов, придавая им неприятный вкус и запах.

Сорняки опасны для сельского хозяйства еще и тем, что они служат рассадниками всевозможных вредителей культурных растений — паутинного клещика, различных тлей, трипсов, цикад, озимой совки, карадрины и других, которые зимуют на сорняках, откладывают там яйца, а их гусеницы питаются всходами полевых культур.

Часто на сорняках размножаются различные болезнетворные начала полевых культур — грибы, ржавчина, головня, которые затем поражают зерновые культуры.

На протяжении многих тысячелетий в борьбе за свое существование некоторые сорные растения настолько приспособились к культурным видам, что всходы их зачастую трудно отличить от всходов засоряемой ими культуры, особенно в начале вегетации (например, всходы костра ржаного — от ржи, овсюга — от овса, щетинника — от проса и т. д.). Большинство из этих сорняков остаются почти незаметными до тех пор, пока не образуют своих соцветий, т. е. когда бороться с ними уже бывает поздно. Кроме того, у ряда представителей сорной флоры вегетационный период удивительно совпадает с циклом развития культурных растений, что приводит к засорению семенами сорняков урожая сельскохозяйственных культур (так, семена повилики засоряют семена люцерны, семена курмака — зерна риса и т. д.).

Существуют сорняки, которые не могут произрастать вне посевов культурных растений (куколь, рыжик, некоторые сорняки риса).

Все указанное свидетельствует о необходимости вести повседневную и упорную борьбу с сорняками, которая является одним из мощных факторов увеличения урожая.

ИСТОЧНИКИ ЗАСОРЕНИЯ

Трудность борьбы с сорняками объясняется прежде всего их высокой плодовитостью и хорошей приспособленностью к расселению своих семян. Так, одно растение белой лебеды дает до 1000000 семян, белены —446000, щирицы —500000, гулявника — 730000, в то время как одно растение пшеницы дает около 70 штук семян. Кроме того, многолетние сорняки размножаются вегетативным способом с помощью корневищ, луковиц, корневых отпрысков, ползучих стеблей, усов и т. д.

Источниками засорения полей сорняками является окружающая среда — залежи, перелоги, межи, вода, воздух, оросительные системы, дренажные коллекторы, обочины дорог, животные, птицы, человек и др.

Сорные растения, произрастающие по берегам оросительных каналов и арыков, роняют свои семена и плоды в воду, с которой они затем при поливе попадают на поля. Подсчитано, что за один рабочий день с 800 м³/га оросительной воды приносится на хлопковые поля от 600 до 42120 семян сорных растений. Своевременным уничтожением сорняков до осеменения по берегам оросительных каналов и очищением самих оросителей различными машинами (бульдозерами, скреперами, грейдерами, косилками, землечерпалками, канатно-скребковыми экскаваторами, мелиоративными экскаваторами ЭМ-152Б, самоочистительными машинами Д-490 и др.) можно добиться очищения поливной воды от плодов и семян сорных растений.

Сорные растения, произрастая в оросительных каналах и арыках, снижают их водопропускную способность. Мелкие семена и плоды сорных растений, снабженные летучками и шипами, легко переносятся ветром на дальние расстояния. Иногда даже целые высохшие растения могут перекатываться ветром по полю, по пути разбрасывая свои плоды и семена. У одуванчика, например, семена снабжены летучками, напоминающими своеобразный парашют, позволяющий переноситься даже от легкого ветра далеко от материнского растения. То же самое относится и к плодам карелинии, ковыля и др. У многих видов сорных растений плоды, прилипая с комочками глины к ногам человека, животных, птиц или цепляясь (колючками, зацепками и другими приспособлениями) за шерсть животных, одежду людей, разносятся в разные стороны (плоды якорцев, дурнишника, лопуха и др.). Установлено, что семена некоторых сорных растений, пройдя через желудок животных и птиц, не теряют своей всхожести, возвращаются на поля вместе с навозом. Так, более 58% семян подорожника ланцетовидного, 70% щавеля малого, пройдя через кишечник свиней, сохраняют всхожесть на 64%. Семена ряда сорных растений, как, например, щирицы, пройдя через кишечный тракт некоторых птиц, всходят значительно дружнее и развиваются лучше, чем семена, не прошедшие через пищеварительный тракт.

Главная причина размножения сорняков — это нарушение основных правил агротехники (некачественная обработка почвы, отсутствие севооборота, недоочистка семенного материала, плохая очистка плугов и других почвообрабатывающих орудий, неправильное использование навоза и др.). Наблюдениями ученых установлено, что сорняки не только имеют хорошие приспособления к распространению, но и отличаются высокой жизнеспособностью семян. Известно, что семена культурных растений дают всходы через несколько дней после посева (от 6 до 10 дней), у многолетних злаков срок прорастания семян растягивается до 21—22 дней, иногда и до 28 дней. После указанного срока все не взошедшие семена теряют всхожесть и погибают. Семена же сорных растений начинают прорастать через несколько дней после осыпания, а при неблагоприятных условиях не прорастают, но сохраняют свою всхожесть иногда в течение нескольких лет. Так, семена подорожника могут сохранить жизненность до 8 лет, щирицы и портулака — свыше 40 лет, донника — до 70 лет.

Многие сорняки дают семена, которые прорастают в различные сроки. Например, лебеда дает семена, отличающиеся по форме и величине и способные прорастать в три срока. Крупные семена лебеды в благоприятных условиях всходят осенью, сразу после осы-

пания, семена средней крупности прорастают весной следующего года, а мелкие — весной третьего года. Следовательно, один урожай семян лебеды засоряет почву на 3 года.

Способность семян сорняков сохраняться в почве годами объясняется наличием у них плотной оболочки, предохраняющей зародыш семян от проникновения воды и воздуха в период покоя. Поэтому при неправильной обработке почвы из года в год происходит накопление в ней семян сорных растений, а их высокая жизнеспособность затрудняет борьбу с ними.

Таким образом, широкое и повсеместное распространение сорных растений обусловлено несколькими причинами:

1. Значительная приспособленность к различным условиям внешней среды.
2. Размножение как семенами, так и вегетативными органами.
3. Большая плодовитость.
4. Продолжительность сохранения всхожести семян (жизнеспособность).
5. Недостаточная очистка посевного материала.
6. Отсутствие севооборотов.
7. Нарушение технологии возделывания культур.
8. Легкость переноса семян ветром и водой.
9. Перенос семян животными, а также орудиями обработки почвы.
10. Внесение на поля неперепревшего навоза.

КЛАССИФИКАЦИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В СССР известно около 1500 видов сорных растений. В Средней Азии на пониженных местах, на рисовых полях, на берегах сбросных каналов-коллекторов распространены такие виды, как тростник обыкновенный, осока, сыть круглая, куриное просо. На хлопковых полях и в посевах полевых культур наиболее часто встречаются гумай, свинорой, ежовник обыкновенный (курмак), бодяк полевой, щирица, лебеда, вьюнок полевой, осот полевой.

Успешность борьбы с сорной растительностью зависит от знаний биологических особенностей каждого вида. Поэтому наиболее целесообразной классификацией сорняков является биологическая группировка, основанная на характере питания, способах размножения и продолжительности жизни.

По типу питания сорные растения делятся на две группы: непаразитные и паразитные. К непаразитным сорнякам относятся все цветковые растения, которые питаются самостоятельно за счет фотосинтеза, а к паразитным — такие растения, которые не имеют ни корней, ни зеленых листьев и живут за счет питательных элементов, получаемых от растения-хозяина.

По способу присасывания паразитные растения делятся на стеблевые и корневые. К стеблевым паразитным сорнякам относятся все виды повилик, к корневым — все виды заразих.

Известны и полупаразитные сорняки с нормально развитыми надземными органами и недоразвитыми корнями (погремок), однако в хлопководческой зоне они почти не встречаются.

В зависимости от способов размножения и продолжительности жизни сорные растения подразделяются на однолетние, двулетние и многолетние.

К однолетним сорнякам относятся растения, которые требуют для своего развития одного вегетационного периода, т. е. в первый год жизни они растут, развиваются и плодоносят, засоряя посевы яровых культур, а затем отмирают. Однолетние сорняки в свою очередь делятся на *яровые и зимующие* (они зимуют в той фазе, в которой застала их зима). Яровые дают всходы весной и, дав одно поколение, осенью погибают. Зимующие всходят осенью или зимой вместе с озимыми хлебами, и условия их развития сходны с циклом вегетации последних (пастушья сумка, некоторые костры).

Двулетние сорняки — это растения, которые для своего полного цикла развития требуют два вегетационных периода.

К многолетним сорнякам относятся такие виды, для развития которых необходимо несколько вегетационных периодов. Многие из них наряду с семенным размножением чаще размножаются вегетативными органами.

В зависимости от особенностей строения корневой системы многолетние сорняки делятся на *корневищные, корнеотпрысковые, луковичные, клубневые.* Наиболее злостные из них — корневищные и корнеотпрысковые. Корневищные сорняки размножаются преимущественно вегетативным путем с помощью корневищ (злаки, осоковые).

Корневища — это подземные побеги с узлами и междоузлиями, из почек которых появляются новые подземные побеги, а также надземные органы, дающие начало новым растениям. Все корневища быстро размножаются. Даже на коротких отрезках с одной или двумя почками очень быстро отрастают новые корневища.

Корнеотпрысковые сорняки — это группа сорных растений, обладающая способностью образовывать на корнях придаточные почки, из которых в дальнейшем развиваются корневые отпрыски (побеги).

Борьба с корнеотпрысковыми сорняками так же трудна, как и с корневищными. Механическое повреждение корней этих сорняков не только не угнетает их, но, наоборот, стимулирует еще большее побегообразование.

Однолетние сорняки

Однолетние сорняки размножаются преимущественно семенами, корневая система залегает неглубоко, отмирает вместе с надземной частью растения.

В условиях Средней Азии в основном распространены однолетние однодольные сорняки семейства Злаковые — *куриное просо* — Echinochloa crus galli, *щетинник сизый* — Setaria glauca (рис. 11), *овсюг*

11. Щетинник сизый (иткунок). 12. Щирица обыкновенная (еввои таджихураз).

длинноплодный — Avena fatua и др. Плодоносят они с июня по сентябрь. Овсюг созревает неравномерно: главные метелки созревают и осыпаются до уборки хлебов, засоряя почву; позднее созревающие зерновки с нижних метелок попадают в урожай зерна.

Из двудольных однолетних сорняков чаще всего встречаются *щирица обыкновенная* — Amaranthus retroflexus (рис. 12) семейства Амарантовые, *паслен черный* — Solanum nigrum, *дурман обыкновенный* — Datura stramonium, *белена черная*—Hyoscyamus niger — семейства Пасленовые, *курай* — Salsola kalie — семейства Маревые, *гибискус* — Hibuscus trionum семейства Мальвовые, *полынь однолетняя* — Artemisia annua, *осот полевой* — Sonchus arvensis L., *дурнишник обыкновенный* — Hanthium strumarium, *чертополох мелкоголовчатый*— Carduus pycnocephalus семейства Сложноцветные, *пастушья сумка* — Capsella bursa-pastoris Medic, *гулявник высокий* — Sisymbrium altissimum семейства Крестоцветные, *куколь обыкновенный* — Agrostemma githago семейства Гвоздичные, *портулак* — Portulaca oleracea семейства Портулаковые и др.

Стебли у этих сорняков могут быть прямыми высотой от 30 до 120 см и более или лежачими на земле, как у портулака. Плодоносят с мая по ноябрь. Распространены повсеместно.

К однолетним сорнякам относятся также некоторые паразитные растения.

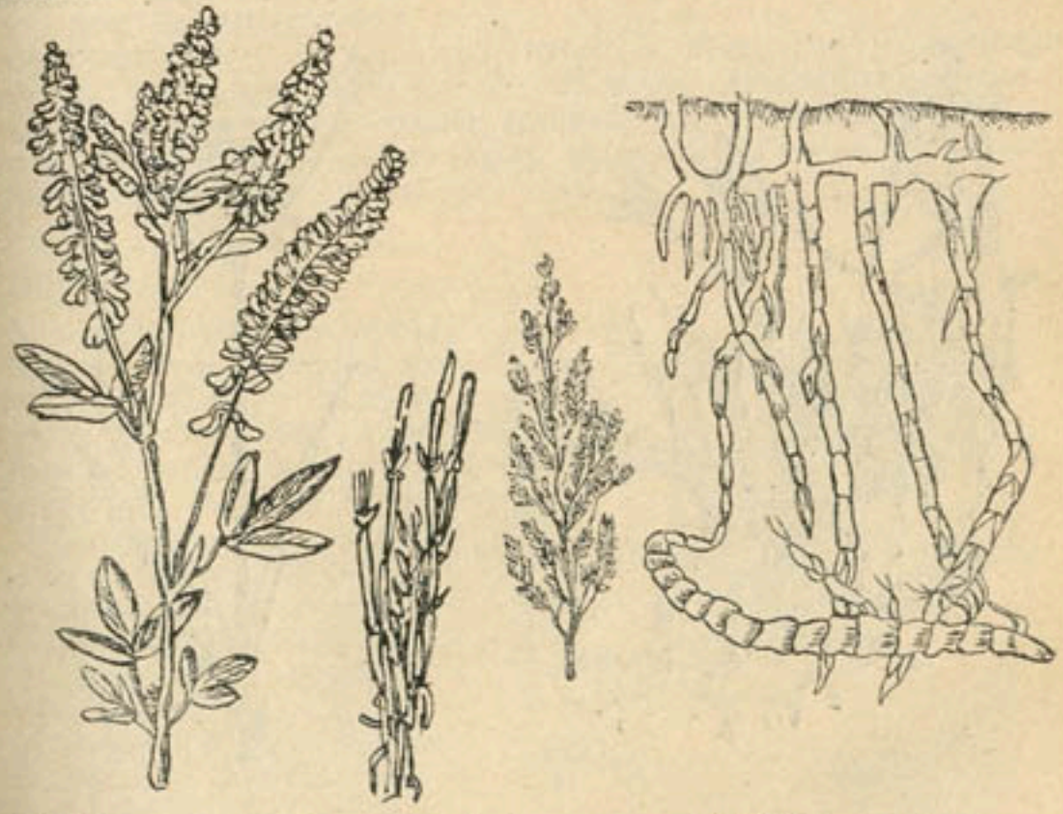
Двулетние сорняки

В первый год жизненного цикла растения этой биологической группы растут и образуют только надземные органы — розетку прикорневых листьев. В корнях за первый год вегетации накапливаются питательные элементы. Весной следующего года они возобновляют свое развитие (из спящих почек розетки появляются побеги, затем цветки) и летом или к осени растение плодоносит, после чего отмирает.

Если у двулетних сорняков по какой-либо причине нарушено плодоношение, растение может зимовать вторую зиму и затем уже дать плоды. К этой группе сорняков относятся *донник желтый* — — Melilotus officinalis (рис. 13) и *коровяк* — Verbascum blattaria.

Многолетние сорняки

В хлопковой зоне наиболее распространены следующие виды корневищных сорняков: гумай, сыть круглая, свинорой, хвощ полевой, тысячелистник обыкновенный, тростник обыкновенный (камыш).



13. Донник желтый (кашкар беда) 14. Гумай.

Однодольные корневищные сорняки

Гумай — Sorghum halepense (рис. 14) — многолетний корневищный сорняк семейства Злаковые. Размножается семенами и корневищами, образует мощные кусты с массой листьев и стеблей высотой до 2 м и более. Один куст гумая занимает 3 — 4 м² площади и дает до 2000 семян. Семена в первую осень не прорастают (находятся в стадии покоя), а на следующий год всходы появляются с глубины 5 — 6 см при температуре 30 — 35°. По данным В. П. Иванова, запасы корневищ гумая составляют до трех тонн на гектар и более. Корневища членистые, толстые, ветвящиеся, основная масса их залегает в почве на глубине до 20 — 25 см; отдельные корневища могут проникать на глубину до 80 см. Засоряет посевы хлопчатника, кенафа, огороды, сады, берега оросителей.

Свинорой (аджирик) — Cunodon dactylon — корневищный сорняк семейства Злаковые (рис. 15). Размножается семенами и главным образом корневищами. Разрастаясь, корневища образуют в пахотном слое сплошную дернину, вытесняют культурные растения, истощают почву и затрудняют ее обработку. На одном гектаре образуется до 85 км (по длине) корневищ с более чем 2 млн. почек.

Кроме подземных корневищ у свинороя образуются и надземные стелющиеся побеги, способные давать ползучие корни, которые углубляются в почву. Надземные побеги быстро отрастают от подземных корневищ, поэтому бороться с этим сорняком очень трудно.

15. Свинорой (аджирик).

16. Сыть круглая (салом алейкум).

Свинорой не требователен к почве и может произрастать повсюду. Семена свинороя при поедании скотом не теряют всхожести.

Двудольные корневищные сорняки

Сыть круглая — Cyperus rotundus — многолетний корневищный сорняк семейства Осоковые (рис. 16). Растение невысокое (до 40 см), с одним или несколькими трехгранными стеблями, имеет сильно развитую систему подземных корневищ и утолщенных корневищ (клубней) длиной до 3 — 5 см. Клубеньки с каждым годом уходят все глубже в почву, иссушая ее. Клубни, лежащие в пахотном слое, в течение лета дают многочисленные надземные побеги. Сыть быстро восстанавливает свою надземную часть, иногда даже на 2 — 3-й день после мотыжения, отсюда и ее народное название — ассолом алейкум. При поедании скотом семена сыти также не теряют своей всхожести. Семена могут распространяться также поливной водой.

17. Горчак розовый (какра).

Корнеотпрысковые многолетние сорняки

К сорнякам этого биологического типа относятся вьюнок полевой, осот, молочай, софора толстоплодная, горчак розовый, бодяк серый и др. Рассмотрим некоторые из них.

Вьюнок полевой—Convolvulus arvensis—многолетний корнеотпрысковый сорняк семейства Вьюнковые с вьющимися или стелющимися по земле стеблями длиной 40 — 70 см и крупными цветками. Размножается как семенами, так и порослью. Засоряет все посевы полевых культур, вызывая

18. Софора обыкновенная (акмиз).

19. Осот полевой (кайлюгун).

их полегание, и затрудняет уборку. Довольно часто встречается в посевах хлопчатника.

Всходы вьюнка появляются весной, быстро развиваются стержневой и боковые корни, которые проникают на глубину до 125 см и более. К осени на корнях закладываются почки, из которых развиваются надземные побеги. Цветет и плодоносит на втором году жизни. При повреждении корней развивается густая поросль.

Горчак розовый — Acroptilon picris (pall) C. A. Mey.— многолетний корнеотпрысковый ядовитый карантинный сорняк семейства Сложноцветные, трудно искоренимый (рис. 17). Сильно засоряет богарные зерновые культуры, реже встречается на поливных землях.

Высота стебля 20 — 40 см, главный стержневой корень достигает глубины 5 — 6 м. Размножается семенами и вегетативно-корневой порослью и отрезками корней. Жизнеспособность семян в почве сохраняется до 3 — 4-х лет, в воде — около 3-х месяцев.

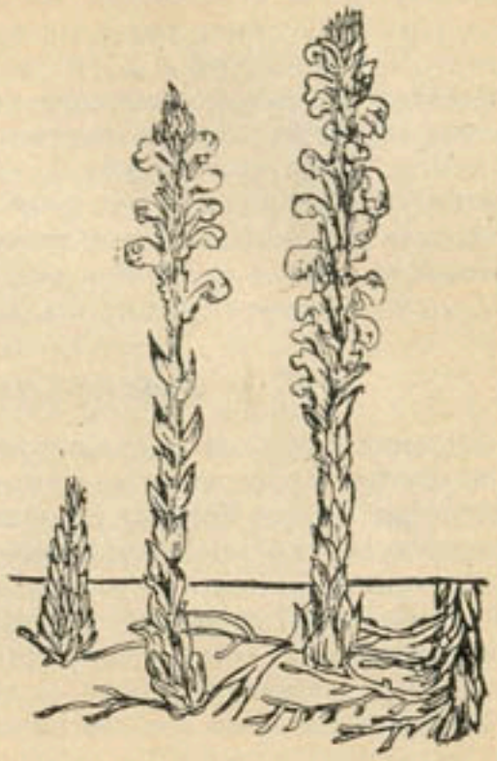
Софора обыкновенная — Sophora alopecuroides L. — многолетний корнеотпрысковый ядовитый карантинный сорняк семейства Мотыльковые (рис. 18). Стебли прямые, почти не ветвистые. Корни глубоко проникают в почву (доходят до грунтовых вод), и там от них развиваются новые побеги. Переносит незначительное засоление, влаголюбива. Цветет с апреля по июль. Семена после созревания осыпаются и в то же лето прорастают. Скотом не поедается. Мука из зерна, засоренного семенами софоры, непригодна к употреблению.

Осот полевой — Sonchus arvensis L. — многолетний корнеотпрысковый сорняк семейства Сложноцветные (рис. 19). Стебли прямые высотой до 80 см. Плодоносит с июля по сентябрь, образуя массу семян с летучками. Хорошо размножается с помощью корневых отпрысков, стеблей, занимает большие площади. Засоряет в основном зерновые и пропашные культуры. Борьба с этим сорняком затруднительна.

Паразитные сорняки

В хлопковой зоне широко распространены из стеблевых паразитов— повилики тонкостебельная и одностолбиковая. Кроме них встречается паразитный корневой сорняк — заразиха, поражающий бахчевые, овощные культуры, табак, кунжут, подсолнечник. Паразитирует он и на

20. Повилика (деу печак).



21. Заразиха (шунгия).

некоторых сорных растениях, таких, как дурнишник, паслен черный и др.

Повилики (тонкостебельная, или *люцерновая*, и *одностолбиковая)* (рис. 20) — Cuscuta apparocmata Babingt и Cuscuta monogynavane — однолетние растения семейства Вьюнковые, паразитирующие на многих растениях, сильно угнетая их и вызывая гибель. Размножаются семенами и обломками стеблей. Очень плодовиты. Стебли этого сорняка быстро растут и ветвятся, захватывая присосками все новые растения. Они сохраняют жизнеспособность даже после 15-дневного лежания на солнце. Семена повилик годами сохраняются в почве. Они оказываются жизнеспособными и после прохождения через желудок животного. Особенно сильно они поражают люцерну (семена которой созревают одновременно с созреванием семян повилик), клевер, кенаф, сахарную свеклу, овощные растения, виноград, встречаются на хлопчатнике.

Заразихи — Orobanche aegyptiaca — одно- или многолетние сорные растения семейства Заразиховые (рис. 21). Паразитируют на корнях многих культурных растений (арбузы, дыни, огурцы, помидоры, табак, подсолнечник, капуста, люцерна и некоторые злаковые). Размножаются только семенами. Одно растение дает 100 — 200 тысяч семян. На территории нашей страны, особенно в республиках Средней Азии, встречается около 40 видов этого сорняка.

Попав в землю, семена заразихи соприкасаются с корнями растений-хозяев и начинают прорастать за счет выделений из них сока. При отсутствии растения-хозяина семена заразихи могут сохраняться в почве от 5 до 10 лет, не теряя своей всхожести. Появившийся из семени росток образует присосок, который проникает в глубь корня растения-хозяина и высасывает из него питательные элементы. Снаружи корня развивается утолщение, из которого вырастают цветоносы. В течение одного вегетационного периода на одном растении-хозяине может развиться несколько десятков цветоносов. После удаления надземной части она вновь не отрастает, но подземные части продолжают паразитировать.

МЕРЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ

Высоких урожаев сельскохозяйственных культур невозможно добиться без проведения систематической борьбы с сорной растительностью. Меры борьбы с сорняками должны быть направлены прежде всего на предупреждение их проникновения на сельскохозяйственные посевы и уничтожение появляющихся среди культурных растений сорняков. Поэтому меры борьбы подразделяются на предупредительные и истребительные. Предупредительные меры борьбы основываются на знании источников засорения полей, истребительные — на знании биологии каждого вида сорняка.

Предупредительные меры борьбы с сорняками

К ним относятся: 1) карантинная служба; 2) очистка семенного материала от семян сорных растений; 3) очистка оросительной воды от семян сорняков; 4) севообороты; 5) правильное применение навоза; 6) своевременный посев сельскохозяйственных культур; 7) провокационные поливы.

Карантинная служба в СССР строго следит за перевозками зерна, сеянцев, саженцев, фруктов, овощей как внутри государства, так и за поступлением из-за границы. Карантинному осмотру подвергаются тара, упаковочные материалы, железнодорожные вагоны и платформы, зернохранилища и др.

В пределах орошаемой зоны карантин устанавливается на такие злостные сорняки, как повилика, горчак, софора, свинорой, гумай.

Один из основных приемов предупреждения заноса на поля сорняков — очистка посевного материала. Семена повилики по своим размерам и форме настолько схожи с семенами люцерны и некоторых других культур, что практически их невозможно отделить на зерноочистительных машинах ОСМ-3У, ОС-4,5, ОСВ-10, ОВП-20. В некоторых случаях для отделения семян повилики от семян люцерны применяют специальные электромагнитные установки, работающие с трифолиновым порошком (машины «Трифолин»).

Для отделения семян повилики от посевного материала трав и мелкосеменных овощных культур и джута пользуются специальными сортировками «Кускута» и «Триумф», а затем — электромагнитной семеочистительной машиной ЭМС-1.

Семена пшеницы, ячменя, овса очищаются от семян горчака на ветро-решетных машинах ОСМ-3, ОСМ-4,5, ОСМ-32, ОС-Л. Семена горчака отличаются от семян зерновых культур парусностью и размерами, поэтому при работе машин следует обращать внимание на подбор триеров и работу аспирации.

Чтобы очистить семена люцерны от семян горчака, последние смешивают с размолотым мелом (1—2 кг мела на 100 кг семян) и пропускают через МС-1. Поскольку источниками засорения воды семенами сорняков являются растения, произрастающие вдоль арыков, каналов, коллекторов, обочин, дорог и межей, семена и плоды которых после созревания осыпаются в воду и вместе с промывными, запасными и вегетационными поливами заносятся на поля, одним из основных мероприятий по предупреждению проникновения сорняков на поля является очистка поливной воды. С этой целью применяют различные щетки, запоны, сита, отстойники, сжигание сорняков вдоль дорог, обочин, межей, оросителей и в других местах.

Немаловажную роль в уменьшении засоренности полей играют севообороты. На фоне правильного севооборота все агротехнические мероприятия дают наибольший эффект. При правильном подборе и чередовании культур семена сорных растений, находящиеся в почве, прорастают и, не найдя обычных условий для своего развития, погибают. Так, например, злостный сорняк риса — просянка — погибает в посевах хлопчатника, а многие сорняки хлопчатника не могут произрастать в условиях затопления на рисовых полях; заразиха исчезает в посевах кукурузы и т. д.

При размещении культур по полям севооборота необходимо учитывать не только типы засорения и биологические особенности сорных растений, но и биологию культурных видов. Известно, что всходы проса, яровой пшеницы, кенафа, хлопчатника растут медленно и легко заглушаются сорняками, в то время как рожь, озимая пшеница являются культурами, хорошо затеняющими почву и подавляющими всходы сорняков.

Во избежание занесения семян сорняков на поля вместе с навозом необходимо вносить его только в перепревшем виде. Для этого навоз подвергают биологической обработке, при которой температура в нем через 3—7 дней достигает 55—70° и погибают семена сорняков. Семена повилики и сорняков погибают при температуре 30—50° через 2—3 месяца.

При биотермической обработке свежий навоз укладывают в навозохранилище вначале в рыхлом состоянии (для лучшего доступа воздуха), при этом навоз самосогревается. После того как температура в навозе достигнет 55—70°, следует его уплотнить в целях сохранения азота и углерода. Не следует употреблять в подстилку солому с примесями стеблей и корневищ сорняков.

Чтобы получить дружные и здоровые, полноценные всходы сельскохозяйственных культур, важно соблюдать сроки сева. При

своевременном посеве культурные растения получают необходимое количество тепла, влаги, хорошо развиваются, заглушая сорные травы. Запоздание же с посевом ведет к изреженности всходов культурных растений и к сильному повышению засоренности, следствием которого является снижение урожая сельскохозяйственных культур.

Эффективным средством предупреждения засорения посевов является проведение провокационного полива. Оптимальный срок проведения такого полива — в послеуборочный период, когда у большинства сорных растений созревают семена. Обилие тепла и влаги при поливе благоприятствуют прорастанию семян сорняков, которые впоследствии уничтожаются зяблевой вспашкой или поверхностной предпосевной обработкой почвы.

Истребительные меры борьбы с сорняками

Истребительные меры борьбы с сорняками включают в себя различные приемы уничтожения сорной растительности. К ним относятся: 1) механическая обработка (лущение, зяблевая вспашка, предпосевная и междурядная обработка почвы, полка и др.); 2) химические средства; 3) термическое истребление; 4) биологические способы; 5) физические.

Обработка почвы — решающий способ борьбы с засоренностью. О механическом уничтожении сорняков подробно описано в главе V «Обработка почвы».

Химические меры борьбы с сорняками

В последние годы во всех странах мира для борьбы с сорняками используют химические вещества, называемые *гербицидами*.

Промышленностью выпускаются гербициды в виде водных растворов, эмульсий, эфиров, гранул и порошков.

В зависимости от действия на растения гербициды подразделяются на сплошного и избирательного действия. Гербициды сплошного действия убивают все виды растительности. Гербициды избирательного действия поражают одни виды растений и не повреждают другие.

По физиологической же реакции на растения (способности перемещаться в растении) гербициды сплошного и избирательного действия делят на системные и контактные.

Системные гербициды проникают внутрь растений через листья или корни и, передвигаясь по проводящим сосудам, нарушают процесс жизнедеятельности, вызывают общее отравление растения. Использование таких гербицидов дает хорошие результаты в борьбе с многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками.

Системные гербициды — это преимущественно органические соединения. К ним относятся натриевая соль, аминная соль, бутиловый эфир, хлор ИФК, симазин, монурон (хлорфенилдиметилмочевина), котоpан и др.

Контактные гербициды убивают только те части растения, на которые они непосредственно попали, т. е. вызывают местное отравление участков ткани. При использовании таких гербицидов погибают обычно надземные части растений, а от корневой системы могут отрастать новые побеги.

Эффективность контактных гербицидов зависит от равномерности и размера капель опрыскивания и от количества расходуемой жидкости.

К контактным гербицидам сплошного действия относятся хлорат натрия, дизельные масла и др., к контактным гербицидам избирательного действия относятся ДНОК и др.

В особую группу следует выделить почвенные, или корневые, гербициды. При внесении в почву эти гербициды убивают сорные начала, находящиеся в почве. К ним относятся хлорат натрия, ИФК, хлор ИФК, далапон, цианамид кальция и др.

Способы, нормы и сроки применения гербицидов. В зависимости от характера действия гербицидов, степени засоренности поля определенными видами сорняков участки обрабатываются гербицидами осенью до проведения зяби, до посева, одновременно с посевами или за 1—3 дня до появления всходов культурных растений.

По данным исследований, внесение далапона в дозе 60 кг/га осенью за 10—12 дней до проведения основной обработки почвы на участки, в сильной степени засоренные корневищными сорняками (свинороем, гумаем), почти полностью очищало поля от этих злостных сорняков. Наилучший эффект против однолетних сорняков на фоне осеннего внесения далапона дает одновременное внесение с посевом котоpана нормой 2—3 кг/га.

Внесение гербицидов во время вегетации также эффективно, но требует осторожности применения во избежание повреждения культурных растений.

При внесении гербицидов необходимо строго соблюдать нормы расхода, сроки и методы использования.

Данными многих научно-исследовательских учреждений установлено, что на почвах, богатых органическими веществами, норму внесения гербицидов можно увеличить с 1,5 до 3 кг/га. Дальнейшее увеличение ведет к угнетению культурных растений. На почвах с тяжелым механическим составом и насыщенных органическим веществом увеличивается поглощающая поверхность, и адсорбированные гербициды ослабляют свою токсичность. Поэтому на этих почвах нормы внесения гербицидов увеличиваются.

Нормы внесения гербицидов в зависимости от механического состава почвы и ширины междурядий приведены в табл. 32.

Токсичность гербицидов сохраняется довольно долго, например, далапона — до 2—3 месяцев, поэтому необходимо вносить их задолго до посева культурных растений.

При внесении гербицидов, таких, как котоpан, диурон, монурон, одновременно с посевом убиваются всходы сорняков, которые, как правило, прорастают раньше, чем семена культурных растений. К моменту же появления всходов культурных растений гербициды проникают в более глубокие слои почвы, их токсичность снижается. К этому периоду культурные растения, свободные от

Таблица 32

Нормы внесения гербицидов в зависимости от механического состава почвы и ширины междурядий (по данным А. Караханова)

Гербициды	Почвы легкие, бедные по содержанию органическим веществом		Почвы тяжелые, с относительно высоким содержанием органического вещества	
	Ширина междурядий, см			
	60	90	60	90
Которан	1,30	0,9	1,5	1,3
Прометрин	2,00	1,5	2,4	2,0
Диурон	0,75	0,6	1,0	0,7

сорняков и имеющие благоприятные условия для роста и развития, хорошо разрастаются и уже сами подавляют всходы сорных растений, которые появляются из семян, находящихся в почве.

Химическая обработка полей на больших площадях орошаемых земель производится с самолетов, вертолетов, а на малых участках — с использованием тракторных и ранцевых опрыскивателей. На хлопковых полях для внесения гербицидов применяются специальные приспособления к хлопковым сеялкам или тракторам, такие, как ПГС-2,4-А, ПГС-2,4-П. Трактор должен быть оборудован трехточечной навесной системой, гидроприводом и механизмом подъема от культиватора КРХ-4 для междурядий 60 см или механизмом подъема от культиватора КРХ-3,6 для междурядий 90 см.

При использовании наземной аппаратуры на гектар расходуется 500—600 л, при авиаопрыскивании —100—150 л рабочей жидкости. В любом случае важно обеспечивать равномерность опрыскивания и избегать слишком тонкого распыления, так как в условиях высокой температуры Средней Азии и сухости воздуха мелко распыленный раствор гербицида быстро испаряется, не успев проникнуть в организм сорняков.

Рабочие растворы гербицидов приготовляют в таком количестве, чтобы их хватило для заправки баков опрыскивателей. При этом необходимо учитывать процентное содержание действующего вещества в гербициде, емкости баков и количество рабочей жидкости, необходимое для внесения на каждый гектар.

Доза химического препарата на гектар определяется по формуле $Д=\frac{А\cdot 100}{Б}$(кг/га),

где $А$ — доза действующего вещества на гектар; $Б$ — процент действующего вещества в препарате.

Предположим, что для внесения совместно с посевом хлопчатника требуется 3 кг/га действующего начала которана, в препарате содержится 80% действующего вещества. Отсюда

$$Д=\frac{3\cdot 100}{80}=3{,}75 \text{ кг/га}.$$

При норме расхода 500 л на гектар рабочая концентрация будет

$$\frac{3{,}75\cdot 100}{500}=0{,}75\%,$$

т. е. на каждые 100 л воды следует брать 750 г гербицидов. В мировой практике известно свыше 1 000 различных химических соединений с гербицидными свойствами, большинство из которых ядовиты.

Меры предосторожности при работе с гербицидами

При работе с гербицидами необходимо помнить, что все они вредны для человека, домашних птиц, животных и пчел. Чтобы предупредить неблагоприятное действие гербицидов, необходимо соблюдать требования инструкции по их применению. Приготовление рабочего раствора, опыление, опрыскивание должно проводиться в спецодежде (комбинезон, халат, рукавицы, защитные очки, респиратор и др.). Во время работы запрещается есть, пить, курить. К работе с ядохимикатами допускаются лица, прошедшие специальный инструктаж о мерах предосторожности и знакомые с мерами оказания первой медицинской помощи. При заправке аппаратуры водой ни в коем случае нельзя опускать заборный шланг в реки, водоемы и другие источники, откуда население пользуется водой, во избежание попадания ядохимикатов в питьевую воду. Мыть, чистить аппаратуру после работы необходимо в стороне от источников водоснабжения. По окончании работы одежду необходимо вычистить, вымыть лицо и руки теплой водой с мылом. Лучше всего принять теплый душ.

Для обеспечения безопасности в работе с гербицидами необходимо ознакомиться с инструкцией МСХ СССР от 28/XII—1968 г. «О технике безопасности, транспортировке и применении ядохимикатов (пестицидов) в сельском хозяйстве».

Меры борьбы с сорняками рисовых полей

Рисовые поля засоряются влаголюбивыми, болотными и водными сорняками. Из влаголюбивых наиболее распространены просянки: просо сжатое, просо куриное, просо рисовое. Все они размножаются исключительно семенами.

Болотные сорняки — многолетники. К ним относятся рогоз широколистный и узколистный, камыш остроконечный, бухарский и трехгранный, стрелолист стрелолистный, частуха подорожниковая и др.

Из водных сорняков встречаются наяда малая, рдест курчавый, также сине-зеленые водоросли.

Рогоз, камыш распространены на участках с близким залеганием грунтовых вод. На полях, вспаханных осенью и с нормально

действующей дренажной сетью, почти все сорняки погибают от промораживания и высушивания.

Степень засоренности рисовых полей просянками и осоковыми сорняками зависит от продолжительности использования полей под культуру риса. Наиболее сильно засоряются поля при монокультуре.

Помимо описанных мер борьбы с сорняками на рисовых полях (как предупредительных, так и агротехнических) большое значение имеет регулирование слоя воды в чеках.

Рис выносит несколько большую глубину и срок затопления, чем, например, куриное или рисовое просо,— переносит затопление 20—25-сантиметровым слоем воды до 7—8 дней. Поэтому для борьбы с сорняками всходы риса затопляют водой с таким расчетом, чтобы слой воды был на 5—7 см выше просянок. В результате на затопленных полях семена просянок не прорастают, а всходы из-за отсутствия кислорода погибают.

Поскольку возделывание риса связано с постоянным затоплением полей, единственный метод механической борьбы с сорняками на затопленных полях риса — ручная прополка, которая требует больших затрат сил и средств и является очень трудоемкой работой. Поэтому применение химических мер борьбы с сорняками в комплексе с агротехническими дает хорошие результаты по очистке рисовых полей от сорняков.

В борьбе с влаголюбивыми сорняками применяют гербициды контактного и системного действия. Из контактных в СССР применяются гербициды группы 3,4-Д: пропанид и стам — Ф-34, из системных гербицидов — ялан и ордрам. Пропанид применяется в дозах 3—5 кг/га при наземной обработке и 5—7 кг/га — при авиационном опрыскивании по действующему веществу. Расход рабочего раствора в первом случае —250 л и более на 1 га, во втором —100 л. Поля для обработки гербицидами подготавливают заранее: за два-три дня до опрыскивания во время всходов риса воду с них сбрасывают и почву слегка просушивают. Просянки обрабатывают в фазу 1—3 листьев. Необходимо, чтобы всходы просянок были полностью освобождены от слоя воды. Чрезмерная просушка почвы недопустима, так как вызывает ее растрескивание и отрицательно влияет на развитие всходов риса.

На засоленных участках обработку следует проводить сразу же после удаления воды с поля, не допуская подсушивания почвы, дозами препаратов 1—2 кг/га. Через двое суток после обработки гербицидами рисовые поля вновь затапливают слоем воды до 15 см, что препятствует появлению новых просянок. Опоздание с затоплением поля после обработки может спровоцировать массовые всходы просянок.

Гербициды — ялан и ордрам — не только уничтожают просянки, но и сильно угнетают многолетние сорняки. Вносят их в почву в виде концентрата эмульсии или гранул наземной аппаратурой (ГАН-8, ГАН-15 и др.) не позднее, чем за 5—6 дней до посева риса в дозах 4—6 кг/га действующего вещества, с общим

расходом рабочего раствора 250 л и более на 1 га. Гранулы ялана разбрасывают по полю и немедленно заделывают в почву дисковыми или зубовыми боронами. Обработанные яланом поля должны быть немедленно засеяны и залиты водой в виде увлажнительного полива. Гранулированный ялан можно вносить туковыми сеялками в смеси с удобрениями.

В борьбе с болотными сорняками высокоэффективны гербициды группы 2,4-Д и 2М-4Х. Обрабатывают посевы риса в фазу кущения до начала выхода растений в трубку. Сорняки в это время имеют не более 8—10 листьев или находятся в фазе розетки. При обработке слой воды на поле должен поддерживаться не выше 5—7 см, что позволяет уничтожить сорняки нижнего яруса. Дозы гербицидов по действующему веществу следующие: группы 2,4-Д — не более 1,2—1,5 кг/га, группы 2М-4Х — около 2—2,5 кг/га.

Для борьбы с водорослями на рисовых полях используется медный купорос и другие препараты, содержащие медь. В местах массового скопления водорослей слой воды в чеках понижают до 5—8 см и разбрасывают измельченный медный купорос из расчета 4—6 кг/га. Можно уничтожать водоросли в чеках, прикрепив мешочек с медным купоросом в водовыпуске из оросителя в чек. В этом случае препарат будет разнесен водой по всему чеку. Расход медного купороса —10—12 кг/га.

Камыш, рогоз и другие сорняки, произрастающие на дамбах, по сбросам и обочинам дорог, уничтожаются рано весной гербицидами сплошного действия — далапоном, ТХА и др. Норма расхода далапона —40 кг, рабочей жидкости —800—1000 л на 1 га.

Термические меры борьбы с сорняками

Термический метод заключается в сжигании остатков и промораживании корневищ сорняков. Сжигание остатков сорняков производится после предварительного вычесывания и удаления с поля корневищ сорняков. Существуют два способа уничтожения сорняков огневой культивацией: в рядках посевов сельскохозяйственных культур или сплошь на люцерниках, обочинах дорог и вдоль оросителей. Огневой культиватор (КО-2,4А — полунавесная машина, агрегатируемая с тракторами Т-28Х и Т-28Х4), работает на сжиженном газе— пропане (C_3H_8) и бутане (C_4H_{10}).

Наилучший срок уничтожения сорняков на люцерниках — осень-зима, когда прекращается вегетация люцерны. В этот период созревшие семена повилики и стебли ее находятся на поверхности поля и легко сгорают от газового пламени. Эффективно применение огневого культиватора по обочинам дорог и оросителей в любое время года.

Промораживание корневищ многолетних сорняков дает хорошие результаты в малоснежные и холодные зимы. Во время зяблевой вспашки с оборотом пласта корневища сорняков извлекаются на дневную поверхность и гибнут под воздействием низких температур.

Химические методы борьбы необходимо применять в сочетании с агротехническими и биологическими. Так, участки, в сильной степени засоренные многолетниками, вначале следует обработать гербицидами, а затем подавлять появление сорняков агротехническими и биологическими методами.

Под биологическими методами борьбы понимают мероприятия, направленные на уничтожение сорных растений с помощью различных организмов, а также меры, улучшающие развитие культурных растений. Сюда входят правильные севообороты, сроки и способы посева, высокая агротехника возделывания культур и другие приемы, позволяющие сдерживать рост и развитие сорных растений. При соблюдении вышеизложенных приемов возделывания культурные растения сами угнетают сорняки.

Исследованиями установлено, что овес и ячмень подавляют такие сорняки, как марь белая, куколь, овсюг и др. В засушливых районах сорняки опаснее, чем во влажных, так как они забирают влагу у культурных растений. Загущенные посевы зерновых сильно угнетают сорняки, а изреженные — подавляются ими. У люцерны при хорошем развитии в первый год произрастания при нормальном травостое чистота составляет 86—90%, а в третьем году — не более 26%. При этом люцерники третьего года стояния сильно засоряются, в основном многолетними сорняками.

Остановимся на некоторых перспективных биометодах.

Использование насекомых. В полевых условиях мушка фитомиза часто поражает египетскую и подсолнечниковую заразиху. Поврежденная заразиха отмирает, а уцелевшая не плодоносит или дает невсхожие семена. Этот биометод борьбы с заразихами доступен любому колхозу или совхозу. В Средней Азии заразиховая мушка дает 4—5 поколений, в каждом из которых одна самка откладывает по 180—200 яиц на цветках и стеблях заразихи. Из яиц выводятся личинки, которые повреждают заразиху и ее семена. Для распространения фитомизы собирают пораженные заразихи и раскладывают их на участках, где произрастает заразиха и нет фитомизы. Фитомизу собирают осенью до заморозков, подсушивают, укладывают в бумажные мешочки и хранят в сухом проветриваемом помещении при температуре не выше 6—7°.

Весной на участках, засоренных заразихой, на колышках высотой 60—80 см подвешивают мешочки. На мешочках делают прорезы — небольшое отверстие, отгибают концы его в сторону вырезанной части, на которые наносят 20%-ный раствор сахара для подкормки вылетающих мушек. Сахар ускоряет процесс спаривания мушек, которые затем приступают к яйцекладке на цветущей заразихе. Это простой биологический метод борьбы с заразихой за 3—4 года полностью очищает поля от указанного паразита.

Использование грибов. В 1932 году на Красноградском опорном пункте Украинского НИИ зернового хозяйства была отмечена

массовая гибель подсолнечниковой заразихи на поле с бессменной культурой подсолнечника. Сотрудник Е. Е. Фоменко выделил на погибшей заразихе гриб фузариум заразиховый, а из него несколько наиболее токсических штаммов и разработал способы приготовления препарата Ф в борьбе с заразиховыми на посевах разных культур. Внесение в лунки по 100 г препарата Ф уменьшает количество заразихи на помидорах и капусте на 21—68%, задерживает ее рост. Препарат Ф готовят за месяц до посева бахчевых или других культур, которые засоряются заразихой; токсичность его сохраняется до 80 дней. Наиболее перспективно применение данного препарата на посевах табака, овощных, бахчевых.

Гриб из рода склеронциния поражает заразиху, обитающую в провинции Бихара (Индия). Этот гриб также заслуживает внимания для борьбы с заразихами в республиках Средней Азии на посевах бахчевых и овощных культур.

Биометод борьбы с осотами был предложен А. Поталовым (Иркутская станция защиты растений). Им были обнаружены кусты осота, зараженные грибом ржавчинником, который образует летние споры (уредоспоры) и в конце лета — зимние споры (телейтоспоры). Спороношение протекает только на осоте. Уредоспоры, попадая на листья, при наличии влаги прорастают и через устьица проникают в растения и образуют грибницу. Телейтоспоры сохраняются с грибницей в корнях. Зараженные растения засыхают летом до цветения.

Размножение грибка производится путем сбора кустов пораженного осота и промывки их в воде (необходимо установить зрелость спор путем проращивания их при температуре +10°С). Отмытые споры размешивают в двух ведрах воды, и ею вечером при оптимальной температуре и влажности для прорастания спор опрыскивают растения.

Киргизским научно-исследовательским институтом земледелия (А. А. Руденко) и Институтом зоологии и паразитологии Киргизской Академии наук (О. А. Рудаков) установлено, что споры грибка альтернария, попадая на влажные стебли повилики, быстро прорастают и через две недели вызывают массовое заболевание растения и его гибель.

Хорошие результаты достигаются в борьбе с заразихой при сочетании агротехнических приемов с биологическими. Например, египетская заразиха не поражает зерновые злаки, хлопчатник, люцерну и некоторые другие культуры. Для очищения полей от семян заразихи используют провокационные посевы горчицы, рапса, кукурузы, которые стимулируют прорастание семян заразихи, но сам сорняк на них не поселяется. В борьбе с заразихами еще больший эффект можно получить при комбинированном способе борьбы — сочетании глубокой отвальной вспашки с внесением препарата Ф и размножением заразиховой мушки.

Такие сорняки, как щетинник сизый, костер ржаной и др., поражаются головней. И. В. Боговин (г. Львов) на основании своих опытов рекомендует собирать пораженные головней растения, смы-

вать водой и в концентрации их 0,25 г на литр воды опрыскивать, например, щетинник в период полного его созревания. Достаточно обработать один раз таким раствором растения на площади 10 м², чтобы в последующие годы происходило самопоражение этого сорняка на всем участке.

Вирусы в борьбе с сорняками. Некоторые сорняки (одуванчик обыкновенный, бодяк полевой и др.) поражаются болезнью, вызывающей израстание цветков. Пораженные сорняки не плодоносят, на них образуется много боковых ветвей с недоразвитыми корзинками. Аналогичное заболевание можно встретить в Средней Азии у софоры лисохвостной и толстоплодной. Для борьбы с горчаком в республиках Средней Азии и на пастбищах Казахстана применяется узкоспециализированная галловая нематода, которая в очагах поражает до 90% названного сорняка (Мариковский, Тюрбеев, 1973).

Использование рыб в борьбе с сорняками. Для очистки каналов и водоемов от влаголюбивых сорняков, таких, как тростник, камыш, рогульник, разводят в них растительноядных рыб — толстолобика, белого амура (Исаева, 1972).

Биогенные гербициды. Ленинградскими учеными (Я. П. Худяковым и др.) были выявлены микроорганизмы с гербицидными свойствами (биогенные гербициды: В-1, В-2 и С-7). Например, семена сурепки, замоченные в течение 18—20 часов в растворах биогенных гербицидов, не прорастали, а при опрыскивании всходы многих сорняков погибали. Биогенные препараты не оставляют никаких вредных последствий.

Физические средства защиты от сорняков

В последнее время применению физических мер борьбы с сорной растительностью уделяется большое внимание как у нас в стране, так и за рубежом. На опытной станции Техасского сельскохозяйственного института (США) в 1973 г. проведены опыты по применению УКВ — ультракоротких волн (12,5 см) электромагнитного поля для борьбы с сорняками овощных и других культур. Исследованиями установлено, что УКВ уничтожают набухшие семена сорняков, проростки и вегетирующие как однолетние, так и многолетние сорные растения. Принцип работы заключается в использовании бензинового двигателя и генератора с приставкой, преобразующего ток в ток высокой частоты. Обработанные поля УКВ в течение шести месяцев были чисты от сорняков. Применение УКВ не вызывает загрязнения окружающей среды и не имеет отрицательного влияния на последующие сельхозкультуры.

В нашей стране ведутся работы по применению рентгеновских лучей в борьбе с сорной растительностью, в частности с горчаком и повиликой. Под действием рентгеновских лучей на сорняках появляются опухоли, от чего они погибают.

Определение степени засоренности посевов

Прежде чем начать борьбу с сорняками, необходимо иметь данные о количественном и видовом составе сорных растений. Не имея точных сведений о степени засоренности участка, невозможно эффективно вести борьбу с ними. Знание биологии учтенных сорных растений позволяет применять конкретный прием их уничтожения.

Количество обследований зависит от степени разнообразия территории. Засоренность полей по годам изменяется, поэтому учет засоренности имеет значение только для данного года, когда он проведен. Засоренность посевов рекомендуется определять не менее двух раз в течение вегетации культурных растений — весной и во второй половине лета.

Метод учета засоренности посевов

При учете засоренности посевов часто пользуются количественным, количественно-весовым и глазомерным методами.

Количественный метод учета заключается в подсчете культурных растений и видового состава сорняков на определенных отрезках обследуемого поля.

Количественно-весовой метод учета — более объективный метод. Он состоит в том, что с учетных площадок срезают все сорняки, подсчитывают их и подразделяют на биологические группы, высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают.

Глазомерным методом учета сорных растений устанавливают число учетных площадок для количественного или качественно-весового учета сорняков. После обхода участка ставят балл оценки его засоренности. Применяют четырехбалльную систему оценки засоренности посевов по шкале А. И. Мальцева:

1 балл — сорняков очень мало, встречаются единичные экземпляры;

2 балла — сорняков немного, они теряются среди культурных растений;

3 балла — засоренность значительная, но число сорняков не превышает количество культурных растений;

4 балла — засоренность сильная, сорняки заглушают культурные растения.

Составление карты засоренности полей

Для разработки рекомендаций по борьбе с сорной растительностью необходимо иметь карту засоренности для всех полей севооборота в хозяйстве, знать площади, подлежащие обработке, степень их засорения и преобладающие биологические группы сорняков. Карта составляется на основании данных обследований. Для этого нужно иметь копию плана землепользования и по каждому полю в отдельности — обозначение степени его засоренности с подразделением сорняков на биологические группы.

Карты засоренности полей следует составлять ежегодно, что даст возможность оценить результативность примененных способов борьбы с сорной растительностью.

Учет засоренности почвы семенами и вегетативными органами размножения сорняков

Немаловажное значение в борьбе с сорняками имеет определение степени засоренности почвы семенами, а также корневищами сорных растений. Принцип учета заключается в выделении из почвенной пробы семян и корневищ сорняков с помощью сит.

Для подбора соответствующих орудий обработки почвы в борьбе с сорной растительностью немаловажное значение имеет учет степени дробления ими вегетативных органов размножения многолетних сорняков. Учет необходимо проводить на постоянных площадках до и после прохождения орудий обработки почвы.

Учет засоренности поливных вод

В зоне орошаемого земледелия учет засоренности поливных вод имеет особое значение. Как отмечалось выше, семена и вегетативные органы размножения сорняков попадают на поля в большом количестве при орошении. Определение степени засоренности оросительных вод основано на улавливании семян сорняков и других зачатков их размножения из воды и установлении их видового состава в процентах. Этой цели служат приборы — барометры. Барометры могут быть ярусными — для послойного определения степени засоренности воды и вакуумными — для взятия проб с определенной глубины.

Сроки взятия проб зависят от цели исследования. В течение вегетации взятие проб производится не менее трех раз: в начале созревания, в период наибольшего осыпания семян и плодов сорняков и в конце вегетации. Если необходимо учесть динамику засоренности воды, то следует брать пробы через каждые 10 дней в течение вегетации до начала поливов и через каждые 5 дней в поливной период.

ГЛАВА V. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, СЕВ И УХОД ЗА РАСТЕНИЯМИ

ОБЩИЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В системе мероприятий по повышению урожайности сельскохозяйственных культур важное место занимает правильная механическая обработка почвы. Это самый древний и распространенный вид работы в сельском хозяйстве. Обрабатывая почву, человек улучшал ее структуру, регулировал водный, воздушный и питательный режим, превращая потенциальное плодородие в эффек-

тивное. Механическая обработка позволяет создавать благоприятные условия для развития растений, защищать посевы от вредителей, болезней, сорняков, а почву — от эрозии.

В настоящее время в условиях резкой интенсификации земледелия, широкого применения разнообразных удобрений и химических средств защиты посевов значение обработки почвы еще более возрастает.

Основные задачи обработки почвы состоят в следующем:

1. Регулировать водный, воздушный и питательный режимы почвы.
2. Создавать оптимальные условия для развития корневой системы культурных растений (по плотности, твердости и аэрации почвы).
3. Защищать почву от эрозии и посевы от сорняков, а также от болезней и сельскохозяйственных вредителей.
4. Обеспечить заделку растительных остатков и удобрений в корнеобитаемую зону растений.
5. Создавать благоприятные условия для заделки семян культурных растений.
6. Увеличить мощность пахотного слоя и общую окультуренность почвы.

Физическое состояние почвы (строение и сложение), оказывающее решающее воздействие на создание благоприятного водного, воздушного и питательного режимов, зависит не только от ее механического состава, содержания гумуса, структуры, насыщенности основаниями, рельефа и растительного покрова, но и от механической обработки. Механическая обработка влияет на плотность (объемную массу), прочность, агрегатность, влагоемкость, водоудерживающую способность почвы и др.

Важным агрофизическим показателем плодородия почвы является ее объемная масса. Опытами установлено, что для получения высокого урожая полевых культур необходимо поддерживать почву в рыхлом состоянии. Это объясняется тем, что с рыхлостью почвы связана биологическая деятельность почвы и содержание в ней питательных элементов, в особенности нитратов. Так, на светлых сероземах ускоренное развитие микроорганизмов наблюдается при плотности (объемной массе) почвы 1,2 г/см³, что соответствует 36% порозности аэрации, а также при плотности 1,0 и 1,4 г/см³. Резко снижается развитие микроорганизмов при плотности 1,5 и 1,6 г/см³, т. е. при 20% порозности аэрации. Число аммонификаторов, нитрификаторов, аэробных разрушителей целлюлозы — представителей минерализации органического вещества — уменьшается в 10 раз, а число бактерий маслянокислого брожения, участвующих в процессе гумификации, наоборот, увеличивается в 10 раз. Подавление развития общей численности микроорганизмов и групп бактерий, минерализующих органическое вещество на типичных сероземах, начинается с плотности 1,4 г/см³. С уплотнением почвы от 1,2 до 1,6 г/см³ снижается в ней содержание азота нитратов: на типичных сероземах — на 37%, на

светлых сероземах — на 46%, на лугово-болотной почве — на 47%, на такырной — вдвое.

Плотная почва препятствует появлению всходов растений. Плотность почвы влияет также и на формирование корневой системы растений. Так, наибольшая корневая масса хлопчатника накапливается и равномерно распределяется в почве на типичных сероземах и луговой почве при объемной массе 1,1—1,3 г/см³, на светлых сероземах — при объемной массе 1,2—1,4 г/см³.

Рыхлая почва лучше впитывает влагу и теряет ее на испарение примерно на 50% меньше, чем плотная почва. Поэтому в ней для создания единицы урожая расход воды примерно на 20% меньше, чем в плотной почве.

В то же время для почвы и растений неблагоприятна и избыточная рыхлость, при которой уменьшается объемная концентрация влаги и элементов питания, резко возрастает фильтрация и диффузное испарение воды из почвы, а корни растений повреждаются оседающей почвой в процессе полива и имеют значительно меньший контакт с твердой фазой.

У разных растений различна требовательность к рыхлости почвы. Так, корнеплодные и клубнеплодные растения наиболее требовательны к рыхлости почвы. Оптимальная объемная масса для них — 1,2 г/см³, для зерновых колосовых культур и хлопчатника — до 1,3—1,4 г/см³.

Строение пахотного слоя почвы. Пахотный слой почвы состоит из двух горизонтов, существенно отличающихся один от другого физическими и агрохимическими свойствами. Верхний горизонт пахотного слоя, мощность которого достигает 10—15 см, в агротехническом отношении представляет большую ценность. В нем сильно развита группа микроорганизмов, способствующая разложению и минерализации растительных остатков: целлюлозоаэробные бактерии, аммонификаторы, нитрификаторы и др. Развитию этой группы микроорганизмов способствует наряду с обильным доступом воздуха в почву из атмосферы большое количество органического вещества, из которого образуется перегной. В верхних горизонтах накапливается до 80—90% растительных остатков хлопчатника, кукурузы, люцерны и других растений. Однако несмотря на междурядную обработку на глубину до 15 см и больше к концу вегетации этот слой почвы сильно распыляется и уплотняется.

Нижний горизонт (20—40 см) пахотного слоя более влажен, менее уплотняется и распыляется при обработке, лучше крошится. Поэтому, чтобы улучшить физические свойства почвы, в частности ее структурность, необходимо верхний горизонт переместить в нижнюю часть пахотного слоя, а нижний — в верхнюю его часть.

Почва нижнего горизонта в орошаемой зоне, хотя и не уступает по общей биологической деятельности и по плодоношению растений верхним горизонтам, значительно обеднена микроорганизмами, характерными для процесса минерализации. Здесь, в условиях ограниченного доступа воздуха, количество целлюлозо-

аэробных бактерий уменьшается в 10—100 раз, аммонификаторов — в 2—3 раза, в то же время в 10 раз увеличивается количество микроорганизмов, гумифицирующих растительные остатки. Следовательно, при пахоте на глубину 30—40 см на поверхность пашни извлекается почва, обедненная легкоусваиваемой пищей, и для нормального питания всходов перед посевом или при посеве в нее необходимо вносить минеральные удобрения.

Верхний горизонт почвы, перемещенный в нижнюю часть пахотного слоя, вновь приобретает совершенное структурное состояние.

Спелость почвы и качество крошения зависят от ее механического состава, структурности и влажности во время обработки.

Механический состав почвы практически не меняется или меняется очень незначительно. Поэтому он не может влиять на качество крошения почвы при ее обработке.

У структурной почвы в процессе образования агрегатов уменьшается поверхность соприкосновения мелкоземистой фракции (коллоидов и илистых частиц), и она обладает наименьшей связанностью и мелкокомковато разделывается обработкой. Однако оструктуривание почвы с целью мелкокомковатой ее разделки обработкой также требует известного времени. Поэтому этот путь практически также не очень доступен земледельцу.

Наиболее доступным и быстрым способом получения мелкокомковатой разделки почвы является обработка ее в спелом состоянии. При высокой влажности она пластична, деформируется с изменением формы, но не крошится; пересушенная почва разделывается глыбисто. И только спелая почва легко поддается механической обработке (т. е. мелкокомковато крошится при обработке).

Спелость почвы, т. е. ее состояние, зависит от ряда причин, прежде всего от механического состава. Песчаные почвы и некоторые супеси можно обрабатывать при любом состоянии влажности, так как они не обладают липкостью, значительной связанностью. Почвы более тонкого механического состава (тонкие супеси, суглинки и глинистые) способны хорошо крошиться и не прилипать к орудиям обработки только при определенной влажности. На тяжелых и средних по механическому составу почвах хорошее крошение достигается при влажности, близкой к 60—80% от предельной полевой влагоемкости; на тяжелых почвах — при очень узких пределах колебания влажности, а на средних и легких — при более широких. Структурные почвы имеют больший предел влажности (на 6—8%), чем распыленные почвы. Поэтому структурные почвы можно обрабатывать более продолжительное время.

Кроме этих показателей состояние спелости почвы и качество обработки во многом определяются скоростью движения почвообрабатывающих орудий и их конструктивными особенностями. Так, в европейской части нашей страны на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве для минимального сопротивления высоко-

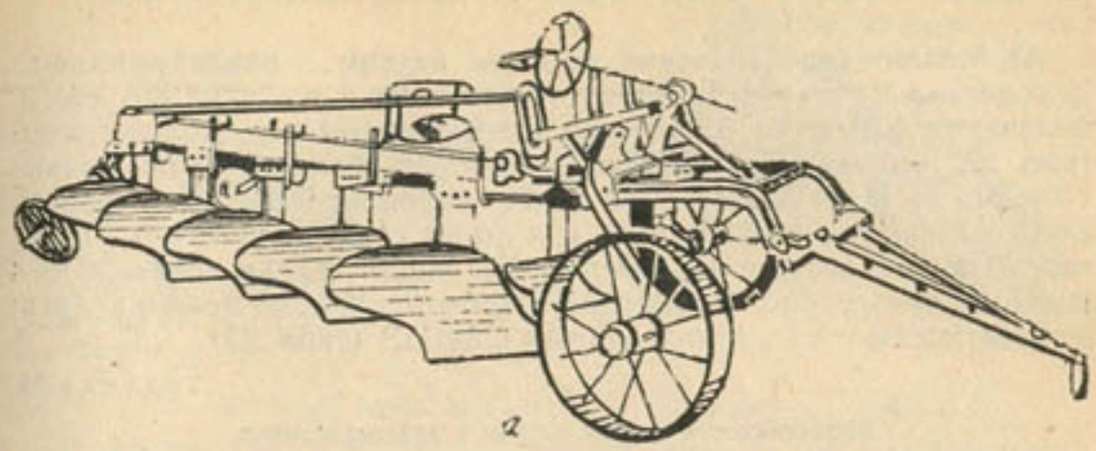
качественной пахоте со скоростью 4 км/час влажность должна составлять 16—17% от массы абсолютно сухой почвы, при скорости 6—7 км в час —18—20%.

Рабочий орган почвообрабатывающего орудия также влияет на показатель спелости почвы. Фреза, имеющая активный орган рыхления почвы, мелкокомковато разрыхляет ее при большем интервале влажности, чем орудия с пассивным органом рыхления почвы — отвальные плуги, культиваторы, бороны и диски. Чтобы увеличить интервал влажности при вспашке суглинистых почв и уменьшить залипаемость лемехов и отвалов, рекомендуется применять электросмазки, а также антифрикционную пластмассу (тефлон или полиэтилен низкого давления), которыми покрывают рабочую поверхность корпуса плуга. Это обеспечивает высококачественную пахоту и резко снижает удельное сопротивление.

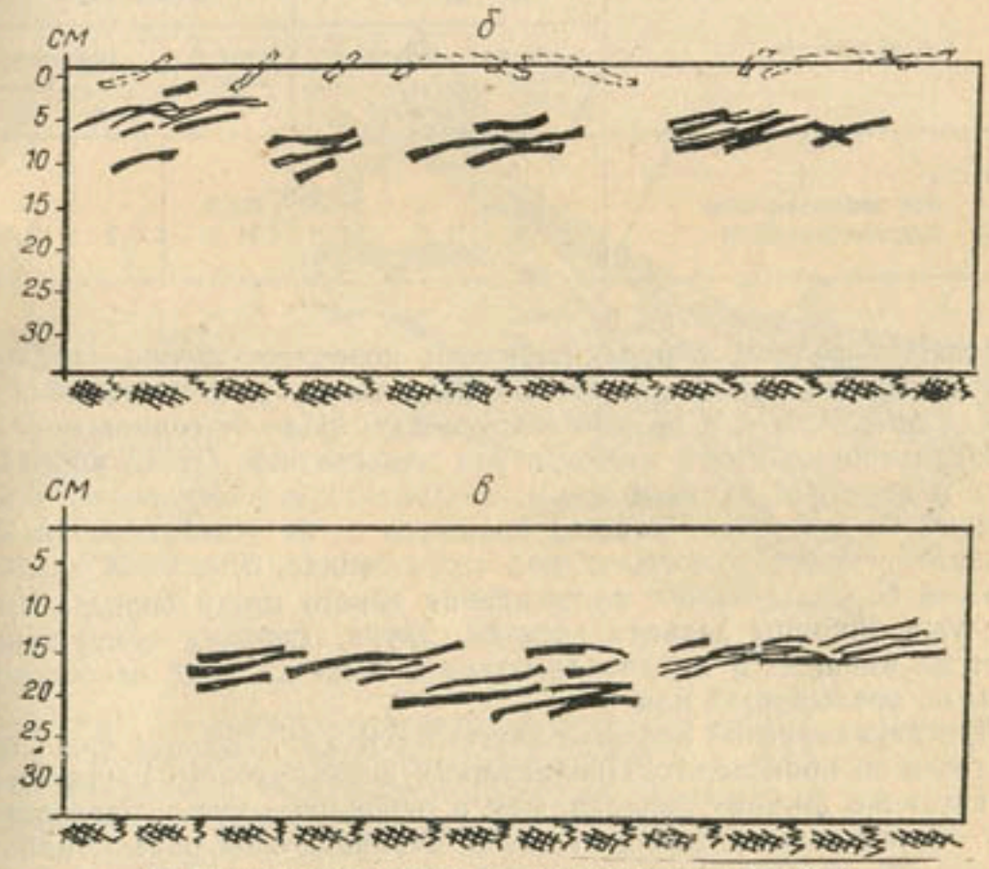
ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА

Вспашка — основной вид обработки почвы. Почва верхнего слоя в процессе ухода за растениями, в особенности за пропашными культурами, сильно распыляется, имеет небольшую пористость, скважность, в основном капиллярную. Она плохо водопроницаема, но и та небольшая часть воды, которая проникает в нее, быстро теряется на испарение. Спелость почвы этого слоя имеет узкий интервал влажности и при малейшем запаздывании с обработкой разделывается грубокомковато. В районах с недостаточными осадками осенью, например в Кашкадарье, зяблевая пахота без предварительного полива всегда глыбисто разделывает почву. Для предпахотного полива до последнего времени эти районы не располагали водой. Поэтому мелкокомковатая разделка почвы по зяби достигалась дорогой ценой — многочисленными весенними обработками. Исследованиями в этих условиях было установлено, что если почву верхнего слоя, содержащую большие запасы легкоусваиваемых питательных элементов, мелкокомковато разделать фрезой и переместить на дно плужной борозды, то почва нижних слоев при пахоте будет лучше крошиться и без предпахотного полива.

Одна из основных задач вспашки заключается в том, чтобы переместить распыленную, богатую питательными элементами и растительными остатками почву верхнего горизонта в нижнюю часть пахотного слоя, как можно полнее заделать на глубину обработки семена сорняков, вредителей и возбудителей болезней растений. Здесь, в условиях устойчивой влажности почвы, питательные элементы будут более доступны растениям, растительные остатки разложатся, обогатив почву органическими веществами, а образовавшийся гумус восстановит ее физические свойства (мелкокомковатую структуру). Толщина распыленного слоя при возделывании пропашных культур на поливных землях 15—20 см и более. Поэтому нормальная глубина пахоты на орошаемых землях — не менее 30 см; на неорошаемых землях, где обработка



а



22. Пятикорпусный плуг с предплужниками П5-35М:
а — общий вид; *б* — вспашка без предплужников; *в* — вспашка с предплужниками.

почвы по уходу за растениями во избежание излишних потерь влаги проводится мелко, толщина верхнего распыленного слоя составляет около 10 см, поэтому вспашка должна проводиться на глубину 20—22 см.

Дальнейшее увеличение глубины пахоты, в результате которого в пахотный слой вовлекается малодеятельный в биологическом

отношении горизонт почвы, резко ухудшает плодородие почвы и потому нецелесообразно.

Агротехническое значение вспашки плугом с предплужником. Перемещение верхней части пахотного слоя в нижнюю его часть технически возможно только при пахоте плугом с предплужником (рис. 22, *а, б, в*). Предплужники снимают верхний слой почвы (10—20 см) и сбрасывают его на дно борозды. Основные корпусы плуга поднимают нижний слой пахотного слоя, крошат его на отвале и выворачивают на поверхность пашни. Такая вспашка называется *культурной*. О качестве подобной вспашки можно судить по следующим многолетним данным САИМЭ (табл. 33).

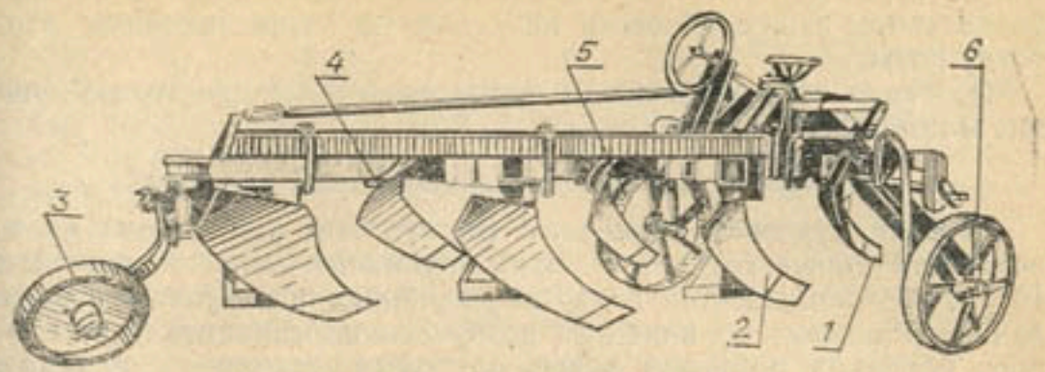
Таблица 33

Эффективность пахоты плугом с предплужником

Способ вспашки	Без удобрения			С удобрением		
	Урожай хлопка, ц/га	Прибавка		Урожай хлопка, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
Плугом:						
без предплужника	21,5	—	—	39,8	—	—
с предплужником	24,0	2,5	11,6	44,0	4,2	10,6

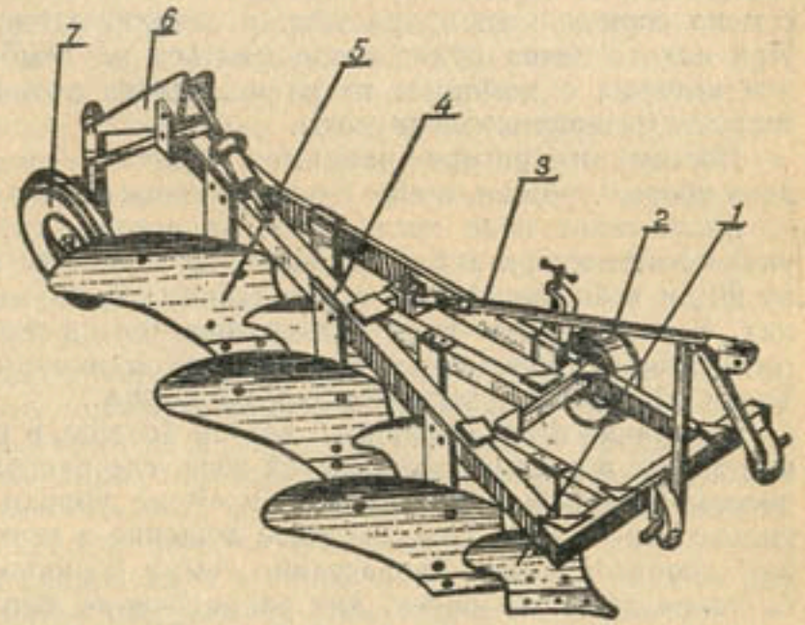
Вспашка плугом с предплужником позволяет лучше заделывать удобрения, мелкокомковато разделывать почву, оздоравливать ее от болезней и вредителей, очищать поле от сорняков. Однако культурные плуги имеют и ряд недостатков. Отвал корпуса плуга в передней части имеет цилиндрическую поверхность. Восходящий по ней пласт хорошо крошится и, не успев перейти на полувинтовую поверхность задней части отвала, осыпается на дно плужной борозды. После прохождения такого плуга борозда бывает уже ширины захвата корпуса плуга, поэтому следующий пласт не вмещается на дно борозды, а ложится под некоторым углом на предыдущий пласт.

При двухъярусной вспашке плугами ПЯ-3-35, ПД-3-35 (рис. 23, 24) этого не происходит. Предплужник двухъярусного плуга имеет такую же ширину захвата, как и основной корпус, благодаря чему обеспечивается полная заделка верхнего слоя почвы толщиной 15—20 см (вместе с семенами сорняков и удобрениями) на дно плужной борозды. Поэтому двухъярусная вспашка кроме полноценного использования питательных элементов растениями хорошо очищает поле от сорняков, подавляет скрытостебельных вредителей (личинок шведской, гессенской мухи и зеленоглазки, хлебной жужелицы, вредной черепашки и др.). Второй слой (20—40 см), вывернутый на дневную поверхность, хорошо крошится. При двухъярусной вспашке, таким образом, поле лучше очищается от сорняков, что дает экономию на полке до 10—15 человеко-



23. Общий вид плуга двухъярусного трехкорпусного ПЯ-3-35:

1 — верхний корпус; *2* — нижний корпус; *3* — заднее колесо; *4* — рама; *5* — полевое колесо *6* — бороздное колесо.



24. Плуг двухъярусный трехкорпусный ПД-3-35:

1 — верхний корпус; *2* — опорное колесо; *3*—подвеска; 4 — рама; *5* — нижний корпус; *6* — механизм заднего колеса; *7* — заднее колесо.

дней на 1 га, улучшаются водно-физические свойства почвы и полнее используются питательные элементы, в результате чего повышается урожай сельскохозяйственных культур на 10—15% по сравнению с культурной вспашкой.

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Для придания почве оптимальной плотности применяют механическую обработку. В условиях орошаемого земледелия обработка почвы (вспашка, боронование, дискование, культивация и др.) проводится до и после сева. В соответствии с этим обработку почвы принято подразделять на допосевную и послепосевную, или междурядную. В свою очередь, с учетом различий в техноло-

гии работ, затрат энергии и выполняемых задач, допосевная обработка почвы подразделяется на основную и предпосевную обработку почвы.

Основная обработка почвы осуществляется в два этапа: лущение и вспашка.

Паровая обработка почвы под озимые культуры

Техника лущения. Лущением (неглубоким рыхлением) на поверхности почвы создается мульчирующий слой толщиной до 10 см, предохраняющий почву от излишнего испарения и пересыхания. Попавшие во влажную почву семена сорняков (путем заноса ветром, с поливной водой, орудиями, птицами и др.) дают дружные всходы, которые затем уничтожаются при последующей пахоте на полную глубину.

Очень важно своевременно проводить лущение. Так, при запаздывании с лущением верхние горизонты почвы пересыхают семена сорняков не прорастают и запахиваются, засоряя почву. При пахоте почва будет разделываться на глыбы, на размельчение которых с помощью катка или диска потребуются дополнительные материальные затраты.

Поэтому на богаре, например, лущение следует проводить в день уборки урожая, а еще лучше — совмещать с ней.

Взлущенное поле постепенно зарастает сорняками, которые уничтожаются при зяблевой пахоте культурным плугом на глубину 20 см в богарной зоне и на глубину 30 см — на поливных землях. В дальнейшем поле поддерживается в чистом от сорняков состоянии с проведением культивации и внесением гербицидов. Такая обработка называется *черным паром*.

В отличие от обеспеченной влагой богары, в горной и предгорной зонах, в равнинно-холмистой зоне, где расположены основные посевы зерновых колосовых, ко времени уборки урожая почва сильно пересыхает. Предпахотное лущение в этих условиях не может спровоцировать прорастание семян сорняков, а пахота глыбисто разделывает почву, для размельчения которой в агрегате с плугом запускается кольчатый каток. Поэтому применение черного пара в равнинно-холмистой зоне вызывает большие энергозатраты.

Главный же недостаток черного пара в этой зоне — сильное распыление почвы в обрабатываемом слое, ухудшение водопроницаемости и уменьшение весеннего максимума влаги в ней.

Лучшее время вспашки парового поля в равнинно-холмистой зоне — апрель. За осенне-зимне-весенний период осадки полностью впитываются по стерне, и почва весной содержит максимум влаги. Для того чтобы не упустить время и сохранить влагу, апрельскую пахоту проводят без лущения. Влажная почва мелкокомковато разделывается боронованием без катка и долго сохраняется в рыхлом состоянии, при котором влага экономно расходуется на испарение. Проросшая в это время сорная растительность уничтожается культивацией с одновременным боронованием. Обычно достаточно проведения двух обработок с применением гербицидов.

Главное же преимущество раннего пара — меньшая энергоемкость обработки, позволяющая снизить материальные затраты на 2 рубля с каждого гектара. В отличие от черного пара при раннем паре под второй урожай зерновых колосовых культур, выращиваемых по последействию пара, пахоту заменяют отвальным лущением. Это обусловлено тем, что в равнинно-холмистой зоне из-за жаркой и сухой погоды летних месяцев почва под посевами зерновых колосовых к моменту уборки сильно уплотняется и иссушается, нередко влажность пахотного слоя опускается ниже максимальной гигроскопичности. При таком состоянии влажности на уплотнившихся сероземах сцепление почвенных частиц между собой достигает огромных величин, вследствие чего при пахоте почва не крошится, а откалывается большими глыбами. Это требует перед проведением посева дополнительного измельчения глыб. В этих условиях для провоцирования прорастания семян сорняков в верхних слоях почвы не хватает влаги.

Таким образом, проведение вспашки с предварительным лущением не достигает цели. Поэтому вместо пахоты следует проводить отвальное лущение на глубину 12—15 см в агрегате с кольчатым катком, тем самым достигается лучшее крошение почвы, заделка семян на оптимальную глубину. Мелкокомковато разделанная почва хорошо сохраняет влагу атмосферных осадков, больше накапливает питательных элементов и способствует повышению урожая. Основное достоинство такой обработки — снижение материальных затрат на обработку почвы примерно на 9 рублей с каждого гектара.

На большей части территории Среднеазиатского региона ко времени проведения зяблевой вспашки на орошаемых землях пахотный слой пересыхает, поэтому здесь проводится предпахотный полив по существующим бороздам. Температура воздуха после полива еще довольно высокая, и пахотный слой поспевает для обработки неравномерно по глубине. Очень важно не упустить время наступления спелости почвы в верхнем слое, которую разрыхляют лущением, в то время как нижние слои еще переувлажнены.

Лущение на поливных землях преследует те же цели, что и на богаре. В то же время при лущении (гузокорчевании) из почвы извлекается утолщенная часть стержневого корня хлопчатника, где накапливается инфекция вилта, что способствует оздоровлению почвы.

На полях, на которых выращивали хлопчатник, кукурузу, джугару и другие культуры, орошаемые по бороздам, перед вспашкой необходимо провести корчевание стеблей и их остатков. При этом поливные борозды заравниваются, поле получается гладким, что дает возможность провести доброкачественную вспашку. Мощность взрыхленного слоя при корчевании стеблей (или их остатков) не должна превышать 10—12 см. На гребнистом хлопковом поле, а также на поле после кукурузы и джугары это достигается при корчевании на глубину 14—16 см, считая от поверхности гребня.

Корчевание стеблей на 15—30% уменьшает удельное сопротивление почвы при пахоте, что дает возможность более производительно использовать трактор на зяблевой вспашке, снизить расход горючего и обеспечить требуемую глубину пахоты при большем числе корпусов плуга.

Для ускорения уборки гуза-пая и проведения зяблевой вспашки рекомендуется конвейерная уборка остатков урожая с использованием в одном массиве техники и рабочей силы нескольких бригад. Такая организация уборки остатков урожая хлопка позволяет своевременно поднять зябь. Зябь, как и всякая другая обработка, только тогда достигает цели, когда проводится при наступлении спелости почвы.

Зяблевая обработка почвы под яровые культуры

Еще недавно яровые культуры возделывались по весновспашке. Так, в Узбекистане в 1950 году кратность весновспашки составляла 4,3, что требовало больших материальных затрат. Основной же недостаток таких обработок заключался в иссушении и грубой разделке почвы. При весновспашке почва на глубине обработки 0—30 см не может длительное время находиться в спелом состоянии. Если верхние слои достигают спелости, нижние переувлажняются; если спелость почвы наступает на глубине 30 см, пересыхают верхние слои. И в том, и в другом случае почва разделывается вспашкой грубокомковато и для мелкокомковатой разделки требует многократных обработок, которые так и не достигают цели.

Весновспашка сохранилась на севере Узбекистана — в Хорезмской области и в Каракалпакской АССР. Здесь после уборки урожая хлопка остается мало времени для пахоты, так как почва промерзает. Весновспашка применяется и в кокандской группе районов Ферганской области для уничтожения многолетних сорняков на землях легкого механического состава с близким залеганием грунтовых вод.

Дефолиация и машинный сбор хлопка позволяют рано убрать урожай с полей, в результате остается достаточно времени для проведения зяби, которая, по многолетним данным Хорезмской опытной станции СоюзНИХИ, значительно эффективнее весновспашки.

С разрешением проблемы борьбы с сорняками с помощью гербицидов зяблевая пахота под яровые культуры станет единственным способом подготовки почвы под яровые культуры во всей Средней Азии.

При весновспашке мелкокомковатая разделка почвы достигается, как правило, многократными обработками, при этом она сильно распыляется. Такая почва сохраняет удовлетворительные физические свойства до тех пор, пока не увлажнена. Первый же дождик или полив превращает весь пахотный слой в монолитную плотную корку, имеющую крайне неблагоприятные физические свойства: высокую твердость, капиллярность, малую порозность,

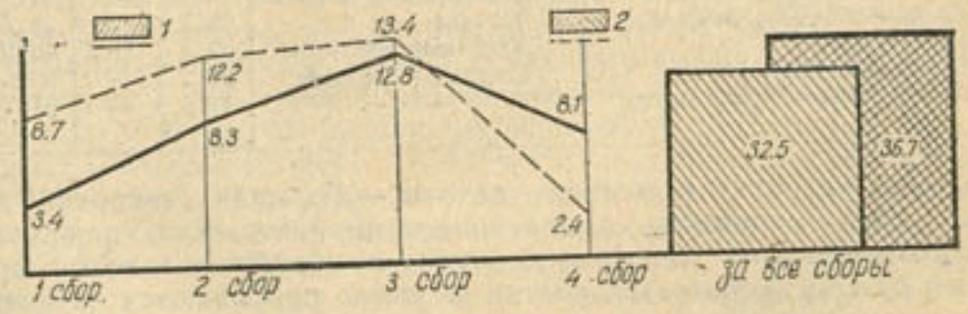
незначительную влагоемкость и большие потери воды на испарение. При зяблевой обработке, если даже почва разделывается грубокомковато, то за зиму она приобретает мелкокомковатое строение и оструктуривается. Механизм этого явления заключается в следующем. В процессе иссушения почвы водная пленка вокруг механических элементов (коллоидов и илистой фракции) утончается, и поверхностные (гравитационные) силы способствуют их взаимному притяжению. Этот процесс усиливается силами давления замерзающей воды в почве. В результате почва после зяблевой пахоты становится структурной и мелкокомковатой.

Зяблевую обработку почвы проводят после уборки предшествующей культуры. Почву вначале лущат, а затем, когда появятся всходы сорняков, пашут. Под вспашку вносят удобрения. При зяблевой вспашке плугом с предплужником почва лучше крошится.

После зяблевой обработки почва не только мелкокомковата, но и влагоемка. Так, после ливневого дождя в такой почве влага проходит в более глубокие слои и накапливается там в большом количестве. Образующаяся при этом тонкая корка не представляет особой угрозы всходам растений, тогда как по весновспашке она в три-четыре раза толще, что требует больших усилий для ее разрушения, вызывает у растений заболевание корневой гнилью.

Плотность почвы после зяблевой пахоты обычно не превышает 1,2—1,3 г/см^3, что, по исследованиям последних лет, является благоприятной не только для мощного развития корневой системы растений, но и для бурной аэробной микробиологической деятельности. По весновспашке же плотность почвы превышает оптимальную величину, что затрудняет глубокое укоренение растений и ослабляет аэробную микробиологическую деятельность.

Благодаря рыхлости и увеличенной порозности питательные элементы в такой почве равномерно распределяются в корнеобитаемой зоне, повышенная же влажность, а также мелкокомковатость, способствующая плавному ходу сеялки по пашне и заделке высеваемых семян на одинаковую глубину, водопрочность обеспечивают дружные всходы растений, в частности хлопчатника. Установлено, что чем мелкосемяннее высеваемая культура, тем дружнее всходы по зяби.



25. Урожай хлопка по зяби (*1*) и весновспашке (*2*).

Появившиеся дружные всходы растений, находясь в благоприятных условиях питания, отсутствия сорняков, уничтоженных предпосевными поверхностными обработками, энергично трогаются в рост и способствуют получению не только высоких, но и ранних урожаев всех сельскохозяйственных культур, в частности хлопчатника (рис. 25).

Способы и глубина вспашки

В зависимости от почвенной разности применяются различные способы пахоты: глубокая отвальная вспашка, почвоуглубление, плантажная, комбинированная и мелкая вспашка. Характерная черта основной обработки почвы аридной зоны — стремление создать мощный пахотный слой. Это обусловлено особенностями сухого климата среднеазиатских республик, где верхний 10—15-сантиметровый слой почвы на протяжении большей части вегетации, исключая ее начало, не является корнеобитаемым. Растение добывает пищу и питательные элементы из нижележащих слоев, содержащих устойчивые запасы влаги. Поэтому, чем глубже пахота, тем из большего слоя почвы растения добывают пищу и воду. Это тем более возможно, что сероземные почвы по своей природе допускают увеличение мощности пахотного слоя.

Мелкая пахота. В первые годы коллективизации однолемешные плуги не позволяли пахать глубже 15—20 см. Мелкая пахота препятствовала получению высокого урожая хлопчатника и других культур по многим причинам (табл. 34). Значительное количество удобрений, растительных остатков люцерны и навоза заделывалось в быстро пересыхающий в межполивной период слой, при этом большое количество питательных элементов в течение продолжительного времени не использовалось хлопчатником.

Таблица 34

Влияние глубины вспашки на урожай хлопка-сырца, ц/га

Наименование опытной станции	Почвы	Глубина вспашки, см		
		20	25	30
Аккавакская (Узбекистан)	Типичные сероземы	32,6	—	34,9
Механизация и агротехника (Узбекистан)	—"—	40,2	41,6	43,3
Ферганская (Узбекистан)	Светлые сероземы	—	33,5	34,7
Иолотанская (Туркмения)	Такыры	29,3	—	32,5
Киргизская	Типичные сероземы	39,7	—	42,2
Вахшская (Таджикистан)	Светлые сероземы	28,2	—	33,3
Пахтааральская (Казахстан)	—"—	17,6	—	21,7

Второй недостаток мелкой пахоты — большая засоренность поля. Семена сорняков, осыпающиеся на поверхность поля или приносимые ветром, животными, орудиями обработки и водой, при мелкой пахоте прорастают, ростки их легко пробиваются на дневную поверхность и сильно засоряют поле.

Еще хуже обстоит дело на полях, засоренных многолетними сорняками. Корневища их сосредоточены на глубине до 20 см. При мелкой пахоте почва разрыхляется, обогащается питательными элементами, воздухом и создаются благоприятные условия для интенсивного развития многолетников. Наблюдения показывают, что при мелкой заделке корневищ многолетников образуется сплошной покров дернины: на 1 м² вырастает более 1000 стеблей сорняков. На таком поле несмотря на частые тщательные обработки и подкормки почва сильно истощается, подавляются культурные растения, в результате они дают мизерные урожаи, не окупающие затраты на уход за растениями. Подобное положение создается и при глубокой вспашке без предплужника, при которой корневища заделываются мелко и в благоприятных условиях быстро разрастаются, образуя сплошной покров дернины. В этом случае основная тяжесть борьбы с сорняками переносится на период вегетации — с помощью глубоких культиваций и мотыжений с ручной выборкой корневищ, на которую затрачивается много труда.

Еще один недостаток мелкой пахоты — образование плужной подошвы. При ежегодной мелкой пахоте в подпахотном слое (20—30 см) почва сильно уплотняется под воздействием почвообрабатывающих орудий, достигая 1,7 г/см³. Через такую плотную почву корни растений не могут пробиться в глубокие слои (стелются по поверхности плужной подошвы) и получить из них необходимую влагу и питательные элементы.

Уплотнение подпахотного слоя и образование плужной подошвы при мелкой пахоте происходит также под действием поливной воды. Оросительная вода, достигнув уплотненного плугом слоя, растекалась по всему междурядью (шириной 70 см). Почва, увлажненная гравитационной водой, еще больше уплотнялась под воздействием взрывной волны воздуха. Сущность этого явления состоит в следующем. Почвенный агрегат, находящийся в воде, увлажняется одновременно со всех сторон. Вода по капиллярам устремляется к центру почвенного агрегата, сжимая почвенный воздух. Процесс этот продолжается до тех пор, пока сила сжатого воздуха не превысит силу сцепления почвенных частиц. Когда первая превысит вторую, воздух взрывает почвенный агрегат на составные механические элементы.

Вновь осваиваемые целинные земли (в Голодной степи, Ферганской, Зеравшанской долинах и др.) имеют рыхлое сложение почв (объемная масса 1,1—1,3 г/см³). Эти почвы, как правило, не нуждаются в рыхлении глубокой пахотой, чисты от сорняков; гумусовый слой их, образованный эфемерной растительностью, небольшой мощности, ниже которого расположена по существу бесплодная почва. В первые 3—4 года хлопчатник и другие культуры возделываются без пахоты по мелковзрыхленному полю, если не вносится удобрение, или же оно пашется мелко для заделки навоза и минеральных удобрений. В последующие 4—5 лет в условиях орошения в результате процесса оглинения почва сильно

уплотняется (до 1,4 г/см³ и больше). С этого периода необходимо ежегодно проводить вспашку на глубину 30—40 см. Мелкая пахота проводится и на второй год распашки люцерны, когда структурная почва имеет плотность 1,2 г/см³ и не нуждается в рыхлении обработкой — вспашкой.

Обычная вспашка. При пахоте на глубину 30 см и более плужная подошва меньшей плотности образуется на глубине 30—40 см. Полив проводится по бороздам глубиной 15 см (при междурядье 60 см), почва плужной подошвы капиллярно увлажняется с одной стороны агрегата, а воздух медленно выходит с другой стороны, не разрушая его. Поэтому при пахоте на эту глубину плужная подошва, образующаяся под воздействием орудий обработки (плуга) без уплотняющего действия поливной воды, при периодическом ее рыхлении благоприятна для возделывания сельскохозяйственных культур. Кроме того, при обычной вспашке на поверхность пашни извлекается структурная, водопрочная почва, которая мелкокомковато разделывается обработкой и имеет хорошие водно-физические свойства. Растительные остатки, удобрения и верхние плодородные слои почвы заделываются в зону устойчивой влажности, и питательные элементы полнее усваиваются растениями в период плодоношения.

Семена почти всех однолетних сорняков, заделанные на глубину 15—30 см, после прорастания не достигают поверхности почвы и погибают.

Глубокая вспашка. Вспашка на глубину 30 см не является пределом. Исследования ученых показывают, что на почвах с глубоким залеганием грунтовых вод полезно дальнейшее увеличение глубины вспашки до 40 см. Это значительно повышает урожай хлопка-сырца (табл. 35).

Таблица 35

Эффективность глубокой вспашки в различных зонах хлопкосеяния

Место проведения опыта и автор	Урожай хлопка-сырца (ц/га) при вспашке на глубину, см		Прибавка урожая, %
	30	40	
САИМЭ (Ф. И. Решетников)	43,3	47,1	8,7
СоюзНИХИ (Ш. Бешимова)	38,9	43,3	11,3
Андижанская опытная станция (А. Камилов)	38,4	42,6	10,3
Вахшская долина (Таджикистан) (Е. Е. Шишкин)	34,8	37,9	8,8
Туркменский институт земледелия (А. В. Кудратуллаев)	26,3	29,4	13,3

Сероземы благоприятствуют созданию мощного пахотного слоя, чему способствуют следующие их особенности. Высокая и прочная микроагрегатность лёсса (50—60%) обусловлена большим их насыщением карбонатами кальция — до 15% от веса почвы, в присутствии которого почвенные коллоиды, как известно,

коагулируют, создавая микроагрегатное состояние сероземов. В такой почве вода и питательные элементы чрезвычайно мобильны. С повышением содержания в почве катионов кальция сероземы приобретают устойчивость механического состава по почвенному профилю. Коллоиды и илистая фракция, во многом определяющие водно-физические свойства почвы и в конечном итоге — ее плодородие, сравнительно равномерно распределяются на большей глубине. Слабощелочная реакция почвенного раствора создает благоприятные условия для высокой биогенности сероземов.

Оросительная вода приносит на поля большое количество песчаных, пылеватых и иловатых фракций. Мощность этого агроирригационного наноса прямо связана с давностью орошения (в Бухарском оазисе, в Ферганской долине она достигает 2 м и более). Систематическое внесение минеральных и органических удобрений высокой нормой на протяжении многих лет на орошаемых хлопковых полях создает мощный пахотный слой с высокой концентрацией питательных элементов. В силу однородности механического состава и сравнительно глубокого проникновения гумуса по почвенному профилю сероземы допускают создание пахотного слоя глубиной 40 см и больше, если этому не препятствует слой, содержащий вредные для растений элементы, или инертные слои галечника, песка и др.

Опыты показывают, что при внесении органо-минеральных удобрений (табл. 36) сероземная почва на любой глубине становится плодородной (высокопроизводительной).

Таблица 36

Влияние удобрений на производительную способность различных слоев почвы

Слой почвы, см	Удобрения	Урожай хлопка-сырца, г на сосуд	Сухая масса корней, г
0—30	Без удобрения	23,6	5,4
30—60	—"—	3,6	8,6
0—30	Органические удобрения	39,6	28,7
30—60	—"—	17,6	23,1
0—30	Минеральные удобрения	37,1	25,0
30—60	—"—	30,6	20,6
0—30	Органо-минеральные удобрения	54,9	39,1
30—60	—"—	56,0	39,6

Только на гидроморфных почвах, содержащих вредные для растения закисные соединения, внесение органо-минеральных удобрений не повышает плодородие подпахотных слоев до уровня пахотного слоя.

Данные этих вегетационных опытов убеждают в возможности создания пахотного слоя мощностью больше чем 30 см. Глубокая пахота (40 см) сейчас внедряется в Ферганской долине, Хорезмской области Узбекской ССР и Вахшской долине Таджикской ССР.

Основное условие повышения урожая хлопка-сырца при глубокой пахоте — обеспечение питания всходов хлопчатника. Верхний слой почвы, обогащенный растительными остатками, под влиянием усиленной биологической деятельности к осени насыщается легкоусвояемой пищей. При глубокой пахоте этот слой вместе с вносимыми удобрениями заделывается в зону устойчивой влажности почвы и служит источником питания хлопчатника в период его плодообразования. В июле и августе растение потребляет в достаточном количестве питательные элементы, интенсивно развивается, а к осени образует мощный куст с обильным, но несколько поздним плодоношением. Нижний же слой почвы, выворачиваемый на дневную поверхность, беден пищей. Поэтому в начале вегетации растения голодают, угнетаются в росте и развитии, при раннем наступлении осени поздно сформировавшиеся коробочки не вызревают, вследствие чего урожай хлопка-сырца снижается.

Глубокая вспашка дает положительные результаты в том случае, если всходы будут обеспечены достаточным питанием. С этой целью часть удобрений необходимо внести в верхние слои почвы — предпосевно, припосевно и в раннюю подкормку (табл. 37).

Таблица 37

Влияние способа внесения удобрений на эффективность глубокой пахоты (по данным ЦСМАХ СоюзНИХИ)

Способ внесения удобрений	Урожай хлопка-сырца, ц/га					
	Доморозный			Общий		
	Глубина вспашки, см					
	20	30	40	20	30	40
Без удобрения	23,7	23,8	25,1	24,9	25,5	28,3
Под плуг	36,2	34,8	32,0	39,9	40,0	40,2
60% — под плуг, 40% — на глубину 15 — 20 см	37,7	38,5	37,0	41,1	43,0	45,8
Все удобрения на глубину 15—18 см	36,0	38,6	38,5	39,9	43,3	47,1

Техника внесения удобрений при глубокой пахоте зависит и от окультуренности почвы. На почвах древнего освоения (Ферганская долина, Хорезмская, Самаркандская и Бухарская области УзССР и Вахшская долина ТаджССР) в результате хозяйственной деятельности человека (внесения удобрений, усиленной обработки и ирригационного наноса) создан мощный агроирригационный слой. Эти почвы имеют сравнительно равномерно выраженное плодородие по всему почвенному профилю. В этих условиях припосевного внесения 10—30 кг/га NP вполне достаточно для удовлетворения потребности хлопчатника в пище в начале вегетации при глубокой пахоте. В дальнейшем хлопчатник получает питание из внесенных удобрений и бывшего верхнего слоя почвы, богатого питательными элементами. Глубокая пахота, таким образом, повышает урожай хлопка-сырца на 8—10%.

На почвах сравнительно нового освоения подпахотные слои менее плодородны и даже на глаз отличаются от пахотного слоя малым содержанием гумуса. На таких полях в первый год проведения глубокой вспашки для окультуривания подпахотного слоя необходимо 20 т/га навоза и половину фосфатов заделать по зяби на глубину 16—20 см чизелем. Кроме того, припосевно надо внести обычную норму NPK. В этом случае урожай хлопка-сырца при глубокой пахоте повышается на 11% исключительно за счет доморозного хлопка (табл. 35, данные Бешимовой Ш.).

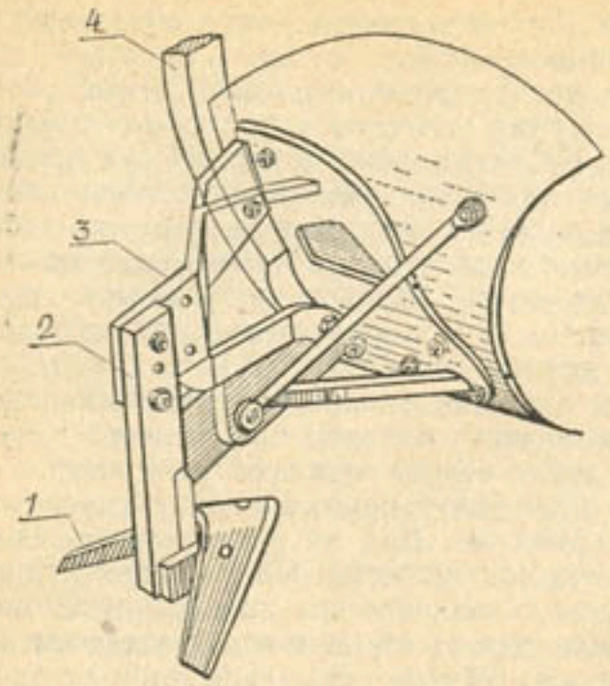
Такое изменение техники внесения удобрения требуется один год. В дальнейшем для нормального питания хлопчатника в начале вегетации достаточно припосевного внесения удобрения.

Плантажная вспашка. В республике много земель, засоренных злостными корневищными сорняками. Для их уничтожения рекомендуется следующий комплекс мероприятий. После уборки гузапаи осенью проводится безотвальное рыхление на глубину 20 см, при котором корневища отделяются от корня и освобождаются от почвы. Затем они вычесываются, собираются и вывозятся за пределы поля. Оставшиеся обломки корневищ запахиваются двухъярусным плугом как можно глубже с внесением под пахоту 50—60 кг/га гербицида далапона.

Эта технология борьбы с корневищными сорняками сложна и осуществляется поздней осенью в холод и слякоть. Разрабатываемые САИМЭ вычесыватели корневищ многолетних сорняков работают удовлетворительно только в спелой по влажности почве. В пересушенной и переувлажненной почве вычесыватель не извлекает корневища из почвы. В этом случае необходимо применять плантажную вспашку на 50 см, которая значительно повышает урожайность сельскохозяйственных культур, в частности хлопка-сырца на 37%. Однако для этого необходимо бывший подпахотный слой (30—50 см) окультурить на дневной поверхности внесением органо-минеральных удобрений, как и при пахоте на глубину 40 см. Данные наблюдений показывают, что проростки злостных многолетних сорняков свинороя и гумая не прорастают с глубины 30 см. Корневища большинства многолетних сорняков осенью сосредоточены на глубине 0—20 см. Следовательно, для уничтожения многолетних сорняков надо пахать на глубину не менее 50 см, с тем чтобы 0—20-сантиметровый слой почвы с корневищами был засыпан слоем почвы толщиной 30 см.

Плантажная пахота на сильно засоренных корневищными сорняками землях обогащает почву гумусом, так как в нее запахивается до 30 т/га растительных остатков, способствует уничтожению многолетников и сокращению однолетников.

Комбинированная вспашка. Однако не на всех почвенных разностях возможно создание мощного пахотного слоя глубокой вспашкой с оборотом пласта двухъярусным плугом. На землях с близким залеганием грунтовых вод даже на глубине 30 см обра-



26. Почвоуглубитель плуга ПД-4-35:

1 — почвоуглубительная лапа; *2* — стойка почвоуглубителя; *3* — кронштейн; *4* — стойка нижнего корпуса.

зуются вредные для растений закисные соединения, и выворачивание их на дневную поверхность даже обычной пахотой угнетает всходы, вызывает голодание растений в начале вегетации и снижает урожай. В этих условиях тем более недопустима пахота на глубину 40 см. Почва на глубине 30 см и более, кроме того, бедна питательными элементами. Резкое снижение плодородия почвы в подпахотном слое светлых сероземов связано и с денитрификацией, вызывающей большие потери азота почвой.

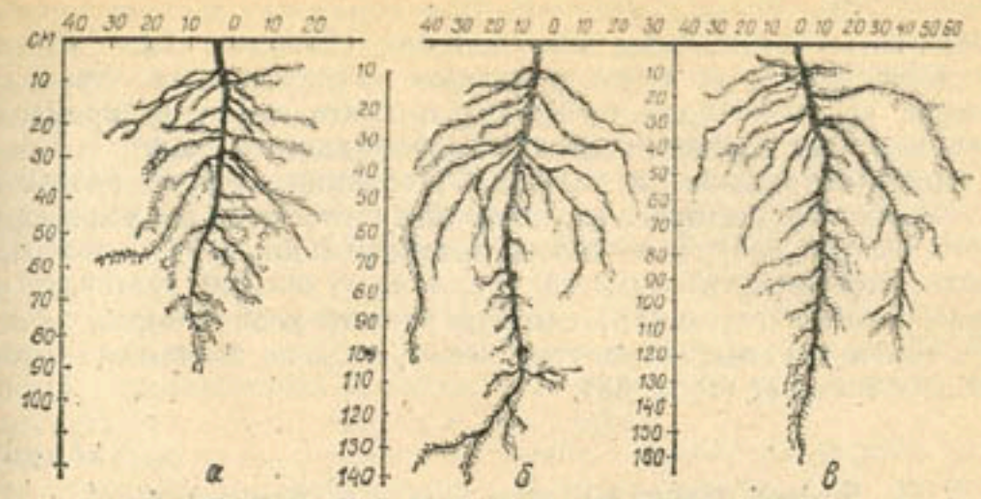
Поэтому на гидроморфных почвах необходимо проводить комбинированную вспашку, при которой оборот пласта происходит в пределах усиленно аэрируемого в вегетацию слоя (0—20 см) с повышенным содержанием гумуса и питательных элементов. Нижний же, неокультуренный слой (20—40 см) разрыхляется и оставляется на месте и обогащается элементами питания благодаря усиленной аэрации. Такая почва хорошо опресняется промывкой.

Комбинированная вспашка проводится плугами ПД-4-35 (рис. 26).

Почвоуглубление. Комбинированную вспашку следует отличать от почвоуглубления, при котором вспашка с оборотом пласта проводится на нормальную глубину (30—40 см) и уплотненный подпахотный слой разрыхляется почвоуглублением и оставляется на месте. Для этого до пахоты с оборотом пласта проводится почвоуглубление на 40 см и глубже. Почвоуглубление может быть осуществлено плугом для комбинированной вспашки. Если уплотненный слой находится глубже, то следует применять трехъярусный плуг ПУ-2-35. Этот плуг разрыхляет подпахотную почву на большую глубину — до 80 см и удобряет ее органо-минеральными удобрениями.

Почвоуглубление глубже 40 см осуществляется двойной обработкой.

О влиянии почвоуглубления на физические свойства почвы можно судить по следующим данным. Так, в одном из опытов уплотненный подпахотный слой объемной массой 1,45 г/см³ в исходном состоянии простирался на глубину до 70—80 см. После обыч-



27. Корневая система хлопчатника в конце вегетации:

а — при обычной вспашке на 30 см; *б* — при рыхлении почвы на 50 см с обычной вспашкой на 30 см; *в* — при рыхлении почвы на 80 см с обычной вспашкой на 30 см.

ной пахоты (контроль) плотность подпахотных слоев оставалась без существенных изменений. При вспашке в сочетании с рыхлением на 55 см на глубине обработки объемная масса снизилась до 1,35 г/см³, а скважность увеличилась на 4,6% по сравнению с контролем. Особенно резкое снижение объемной массы на 0,17 г/см³ отмечалось при рыхлении на 75 см, скважность при этом была на 6,3% выше. Рыхлое сложение подпахотного слоя заметно сохранялось и в последующие годы. Благодаря рыхлому сложению почва становится хорошо водопроницаемой, и запасы воды в ней увеличиваются на 300—400 м³/га, главным образом в глубоких горизонтах. Она обогащается и питательными элементами.

Поскольку влага испаряется из верхних горизонтов, корневая система растений, в частности хлопчатника, в поисках воды с растворенными в ней питательными элементами устремляется вглубь и сильно развивается (рис. 27). В этих условиях растения интенсивно растут, и на 10—15% повышается их урожай. Последействие глубокой обработки обнаруживается в течение последующих четырех лет. При этом необходимо отметить, что одно почвоуглубление, не сопровождающееся внесением органо-минеральных удобрений, мало эффективно: к концу вегетации полностью восстанавливается исходная плотность и нередко почва оказывается плотнее, чем до обработки.

Глубокое рыхление весьма эффективно и для уничтожения гипсового подпахотного слоя. На засоленных почвах в подпахотном слое накапливается гипс, образуя плотную прослойку на глубине 30—80 см, а иногда и нескольких метров. Почва этого слоя объемной массой 1,6—1,7 г/см³ практически неводопроницаема и ограничивает глубину увлажнения и использования растением питательных элементов всего объема почвы. Разрушение гипсового слоя

почвоуглублением разрыхляет подпахотные слои, и объемная масса приобретает оптимальное для растений сложение (1,2—1,3 г/см³). Рыхлость почвы, ее водопроницаемость сохраняются продолжительное время — более четырех лет, благодаря чему промывные поливы полнее удаляют соли из корнеобитаемого слоя.

Опреснение почвы и улучшение аэрации глубоко разрыхленной почвы способствуют усилению биологической деятельности (в десятки-сотни раз), в частности нитрификации, улучшению водно-физических свойств почвы. А это, в свою очередь, ускоряет рост и развитие хлопчатника, повышает урожай хлопка-сырца не только в год проведения почвоуглубления, но и на протяжении последующих трех лет (табл. 38).

Таблица 38

Влияние почвоуглубления на урожай хлопка-сырца, ц/га (по данным Ферганской станции СоюзНИХИ)

Способ вспашки	Годы проведения опытов			
	первый	второй	третий	четвертый
Обычная вспашка на глубину 30 см ежегодно	18,4	30,1	32,9	32,6
Рыхление на глубину 50 см в первый год + вспашка на глубину 30 см ежегодно	21,3	37,1	37,8	35,1
Рыхление на глубину 80 см в первый год + вспашка на глубину 30 см ежегодно	22,3	36,7	39,3	36,9

Глубокое рыхление в то же время улучшает технологические качества волокна: разрывная длина его увеличивается на 1,1—1,4 км, крепость — на 0,5—0,6 г и коэффициент зрелости — на 0,1.

Несмотря на высокую стоимость почвоуглубления (6—10 руб. на 1 га) оно экономически высокорентабельно и дает 646—678 руб. прибыли с 1 га.

СРОКИ И ТЕХНИКА ВСПАШКИ

Сроки зяблевой вспашки должны отвечать задаче мелкокомковатой разделки почвы и обогащению ее питательными элементами за счет разложения растительных остатков и усиления биологической деятельности в почве.

При зяблевой пахоте часть почвы разделывается грубокомковато, нередко даже глыбисто. Для мелкокомковатой разделки она должна как можно дольше подвергаться попеременному воздействию замораживания и оттаивания. Поэтому зябь необходимо поднимать до начала замерзания почвы, т. е. не позже ноября. По зяби, поднятой в этот срок, в почве накапливается больше элементов питания и урожай хлопка на 10—12% выше, чем по декабрьской зяби.

Известно, что всякое органическое вещество при разложении проходит две стадии. В первую стадию микроорганизмы, разлагая органическое вещество, поглощают питательные элементы. На этой стадии питание растений из почвы ухудшается. Во вторую стадию в результате разложения тел отмерших микроорганизмов почва обогащается питательными элементами и улучшается питание растений. Первая стадия проходит тем быстрее, чем обеспеченнее почва элементами питания, в частности азотом, и благоприятнее почвенные условия, в особенности температура. При раннем проведении зяби (в конце октября-начале ноября) первая стадия успевает пройти до посева хлопчатника, и всходы последнего окажутся в благоприятных условиях — в период прохождения второй стадии разложения органического вещества.

Люцерники распахиваются в октябре, когда тракторный парк более свободен от полевых работ. При глубокой запашке дернины трав опасаться интенсивного разложения растительных остатков люцерны не приходится, так как на глубине 20—40 см в условиях ограниченного доступа воздуха в почву они разлагаются очень медленно. Органическое вещество превращается в минеральные соли настолько медленно, что по пласту люцерны необходимо предпринять специальные меры по предотвращению азотного голодания хлопчатника — внесение азотных удобрений высокой нормой.

Поля, вышедшие из-под кукурузы, джугары, овощных, зерновых колосовых и других раносозревающих культур, обычно сильно засорены. Для провоцирования прорастания сорняков после уборки урожая проводится обильный полив, затем проводится боронование. После всходов сорняков проводят одну-две культивации с интервалами в две-три недели, а корневищные сорняки вычесывают. По существу полупаровая обработка обогащает почву и питательными элементами.

Такой порядок обработки хорошо очищает поле от сорняков и способствует получению высокого урожая при минимальных материальных затратах.

Поля, вспаханные под зябь, как правило, не боронят. Но в районах с выраженной ветровой деятельностью и с малым количеством осадков зимой и весной зяблевую пахоту проводят с одновременным боронованием в один-два следа.

Качество вспашки. Важными показателями высококачественной вспашки являются: своевременность ее проведения, хорошее крошение почвы, полный оборот пласта, слитность пашни, выдержанность заданной глубины по всему участку (отклонение между отдельными замерами глубины пахоты более 2—3 см не допускается), отсутствие огрехов на полях.

Количество свальных гребней и разъемных борозд также характеризует качество вспашки, так как, если их много, требуются большие затраты на проведение планировочных работ.

Применяемые в настоящее время плуги имеют несимметричные рабочие органы и при работе отваливают пласты только вправо по ходу плуга. Поэтому на конце обрабатываемого участка при-

ходится поворачивать плуг в таком направлении, чтобы при следующем заезде новый пласт приваливался к ранее вспаханному пласту. С этой целью участок заранее разбивают на загоны шириной 40—50 м и в конце их для удобства поворота трактора с плугом оставляют специальные разворотные полосы, которые пашут по окончании вспашки всего массива.

Техника вспашки. Всвал пахота начинается с середины загона, где образуется свальный гребень, а между соседними загонами — разъемные борозды.

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.

Небольшие участки пашут в один загон (всвал и вразвал), а на широких делают несколько загонов и чередуют вспашку всвал и вразвал. Так, при вспашке пяти загонов всвал получаются пять свальных гребней и четыре разъемные борозды. Если эти загоны пахать вразвал, то получится пять разъемных борозд и четыре свальных гребня.

Лучших результатов добиваются тогда, когда первый загон пашут всвал, после этого, отступив на ширину в полтора загона, повторяют вспашку всвал, затем распахивают вразвал участок между двумя уже вспаханными всвал загонами и снова, отступив на ширину в полтора загона, пашут один загон всвал и т. д. При таком чередовании вспашки всвал и вразвал уменьшается количество свальных гребней и разъемных борозд. Вместо пяти свальных гребней и четырех разъемных борозд образуются три свальных гребня и две разъемные борозды (рис. 28, *а, б*).

Чтобы уменьшить затраты на планировку, загонную вспашку необходимо чередовать по годам (один год пахать всвал, другой — вразвал) и по возможности ежегодно менять направление пахоты.

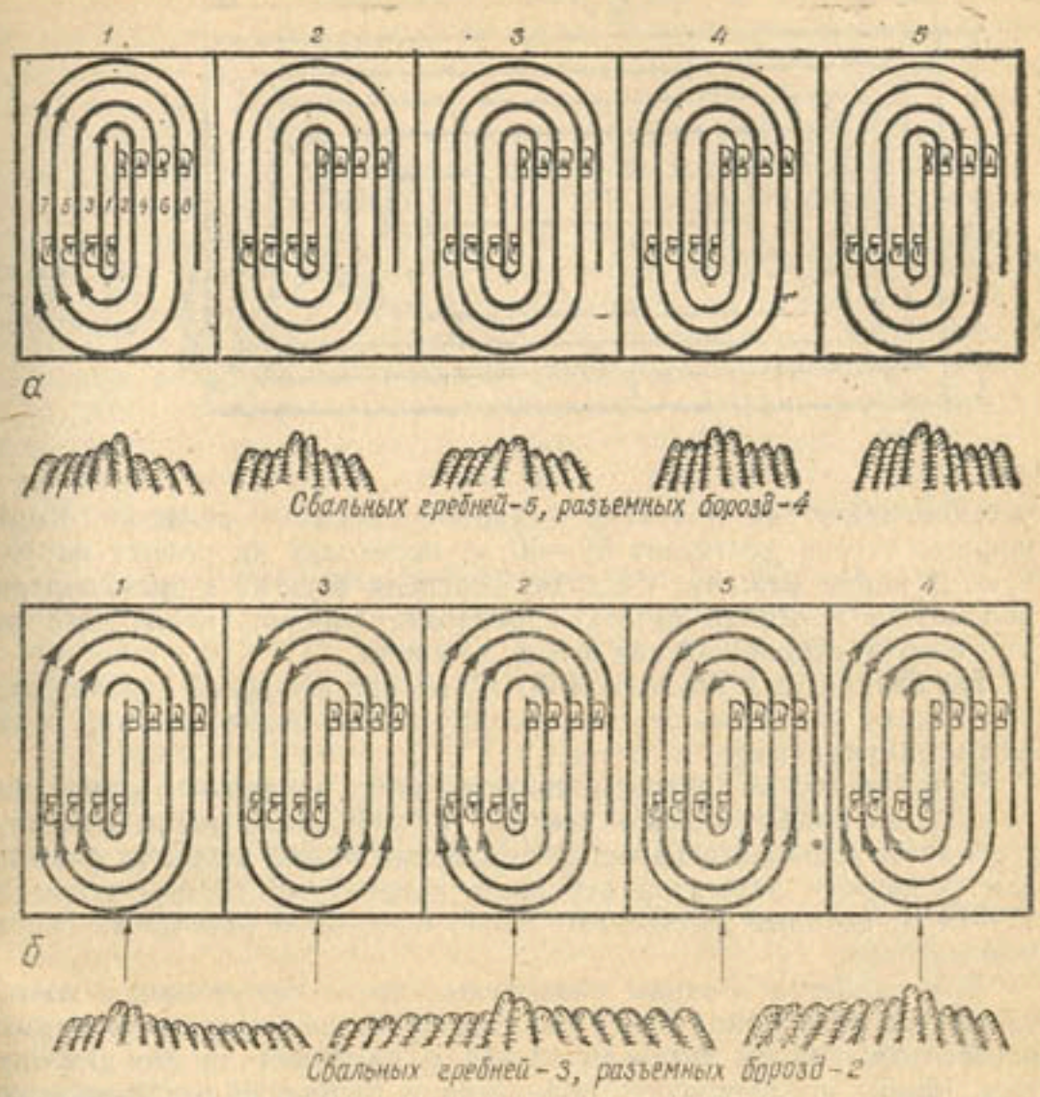
Для уменьшения водной эрозии желательно проводить вспашку поперек направления будущих поливных борозд.

Участки неправильной конфигурации пашут так же, как и участки правильной формы. Отличительная особенность обработки этих участков заключается в том, что в наиболее узкой части участка выключают плуг и проводят его до конца заезда на холостом ходу.

Свальные гребни и разъемные борозды планируются осенью грейдером с последующим чизелеванием. Перенесение этих работ на весну связано с сильным уплотнением и иссушением почвы, резко снижающими урожай сельскохозяйственных культур.

При гладкой вспашке, проводимой оборотными плугами, не образуются свальные гребни и разъемные борозды. Однако эта вспашка не нашла еще широкого применения по той причине, что орудия обработки, хотя и очень громоздкие, не выдерживают сопротивления тяжелых почв и, кроме того, они одно-, двухкорпусные и малопроизводительные.

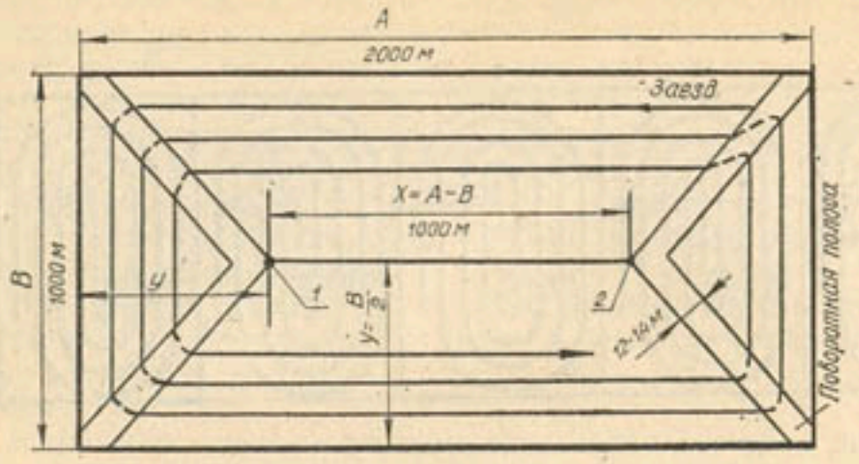
Фигурная, беззагонно-круговая, вспашка начинается или



28. Схема вспашки пяти загонов:

а — всвал; *б* — всвал и вразвал; *1, 2, 3, 4, 5* — очередность вспашки загонов.

с края участка, проводится без выключения плуга и заканчивается в центре, или, наоборот, начинается с середины участка и доходит по спирали до краев. При этом углы участков остаются невспаханными, а на поворотах образуются бугры и ямы. Достоинство этого способа пахоты — в высокой производительности пахотного агрегата. В настоящее время в Краснодарском крае усовершенствована техника фигурной вспашки, устраняющая вышеуказанные недостатки. Заключается она в следующем. Перед началом пахоты поля тщательно размечают вешками (рис. 29). Начинают обработку поля с его середины — всвал. Во избежание образования свального гребня на первом круге передний корпус плуга



29. Беззагонно-круговая вспашка.

устанавливают на половину заданной глубины вспашки. Когда ширина загона достигнет 50—60 м, переходят на работу вкруговую. В конце каждого прохода, переведя агрегат в транспортное положение и сделав петлю, производят поворот, после чего пашут вторую сторону загона и т. д. до конца.

На квадратных участках (50×50 м) при фигурной пахоте предварительно распахивают его середину всвал, после чего переходят на фигурную пахоту.

При беззагонно-круговом способе пахоту начинают с края поля, постепенно приближаясь к центру. Во избежание поломок корпусов плугов и плохого качества обработки почвы на углах участка для разворота агрегатов отбивают поворотные полосы шириной 12—14 м, которые запахивают после окончания работы на основном массиве.

Для удобства границы поворотных полос пашут одним корпусом плуга на глубину 8—10 см. Если участок квадратной формы, поворотные полосы шириной 12—14 м намечают по его диагоналям. Чтобы предотвратить образование гребней и разъемных борозд при первом заезде, первый корпус плуга устанавливают на половину глубины вспашки.

Для выравнивания поверхности поля два беззагонных способа пахоты ежегодно чередуют. При этих способах пахоты пласты почвы ложатся в разных направлениях, поэтому предпосевные способы обработки (боронование, чизелевание, дискование и малование) проводят по диагонали участка.

ВЕСЕННЯЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Весенняя обработка почвы должна обеспечить: 1) рыхлое сложение почвы мелкокомковатой структуры, необходимое для обильного доступа воздуха к прорастающим семенам и последующего развития растения; 2) сохранение накопленного за осенне-зимний период запаса влаги; 3) уничтожение сорняков.

Рыхлость пахотного слоя должна исключать оседание пахотного слоя после всходов, приводящее к обрыву корней растений. Мелкокомковатая разделка почвы и отсутствие глыб и комков обеспечивает плавный ход сеялки, равномерную глубину заделки семян и дружные всходы.

Для решения этих задач ранней весной проводят б о р о н о в а н и е. Значение его огромно. Во-первых, оно размельчает комки и глыбы, не разделанные за зиму. В районах с недостаточным количеством осадков и теплой зимой комки и глыбы, образовавшиеся при пахоте, могут и не разделаться природными силами. В этом случае ранневесеннее боронование позволяет получить мелкокомковатую разделку почвы. При запаздывании с этой работой засохшие комки и глыбы уже не разделываются мелкокомковато. Для этого проводят более энергоемкую и менее производительную работу — д и с к о в а н и е, при котором почва разделывается мелкокомковато и одновременно распыляется, вследствие чего при выпадении осадков и поливе подвергается коркообразованию.

Во-вторых, ранневесеннее боронование разрыхляет слегка уплотнившуюся на поверхности почву и разравнивает небольшие неровности поверхности поля. Разрушение капилляров верхних слоев почвы и уменьшение испаряющей поверхности поля сохраняет до 500 м³/га воды в почве.

В-третьих, сохранение влаги в хорошо прогретых и аэрируемых верхних горизонтах почвы провоцирует прорастание семян сорняков, которые уничтожаются предпосевной обработкой. При этом семена сельскохозяйственных культур заделываются в очищенную от семян сорняков почву.

В-четвертых, уменьшение испарения влаги из почвы ослабляет капиллярный вынос солей из грунтовых вод в корнеобитаемую зону и поддерживает почву в опресненном состоянии. Поэтому запаздывать с ранневесенним боронованием не следует, в особенности на полях, где промыты соли, и в районах с выраженной ветровой деятельностью.

В-пятых, сочетание повышенной температуры почвы с высокой влажностью в верхних горизонтах рыхлой почвы после ранневесеннего боронования создает благоприятные условия для микробиологической деятельности и обогащает ее питательными элементами.

Следовательно, ранневесеннее боронование создает предпосылки для очищения поля от сорняков и способствует хорошему питанию всходов культурных растений.

Ранневесеннее боронование проводят в два следа за один проход гусеничного трактора. В случае выпадения осадков, вызывающих образование почвенной корки, боронование повторяют.

В районах с обильными осадками весной с ранневесенним боронованием не следует спешить, так как чрезмерно ранняя обработка зяби способствует сплыванию почвы и образованию мощ-

ной корки. Поэтому сроки ранневесеннего боронования, устанавливаемые по наступлению спелости почвы, в разных районах различны. Так, в районах с небольшим количеством осадков — это примерно вторая половина февраля, в районах с умеренным количеством осадков — первая половина марта и в районах с обильным выпадением осадков — вторая половина марта.

Предпосевную обработку почвы дифференцируют в зависимости от состояния пашни.

Поля с рыхлой или слегка уплотнившейся на поверхности почвой, чистые от сорняков, обрабатываются бороной в сцепе с малой. Такие же поля, но засоренные сорняками, обрабатываются культиватором или чизелями с подрезающими лапками с одновременным боронованием и малованием для размельчения глыб и комков, образующихся при сравнительно глубоком рыхлении почвы. Для предотвращения грубой разделки почва должна обрабатываться на глубину не более 10—12 см.

Уплотнившуюся почву в результате промывки солей или обильных осадков разрыхляют чизелеванием, но не дискованием. Это связано с тем, что рыхление и мелкокомковатая разделка уплотнившейся почвы дискованием сопровождаются сильным ее распылением. Такая почва оказывается неводопрочной, сохраняет влагу до первого увлажнения. После первого увлажнения распыленная почва сильно уплотняется и иссушается. В плотной почве подавляется биологическая деятельность, в первую очередь нитрификация, и растения испытывают недостаток в азотной пище. Отрицательные водно-физические свойства почвы и недостаточное азотное питание снижают урожай хлопчатника после дискования.

Дискование допустимо только в том случае, если почему-либо упущена спелость почвы и чизелевание может грубо разделать ее, или если за зиму не устранилась глыбистость пашни и мелкокомковатой разделки почвы можно добиться только дискованием.

Предпосевная обработка почвы под различные культуры. Под культуры, высеваемые раньше хлопчатника (свекла, колосовые, люцерна и др.), предпосевная обработка почвы проводится мелко на глубину 5—6 см.

При поздневесеннем посеве (апрель-май) кукурузы, джугары, картофеля и других культур почва с помощью культивации поддерживается в рыхлом и чистом от сорняков состоянии, и этим предохраняются излишние потери влаги на испарение. Если же влаги оказывается недостаточно, то проводится предпосевной полив, чтобы создать необходимый запас влаги для гарантированных всходов или провоцировать прорастание семян сорняков и уничтожить их еще до сева. В таких случаях лучшей предпосевной обработкой почвы является дискование на глубину 10—12 см или чизелевание плоскорежущими рабочими органами с последующим боронованием и малованием. Во избежание потерь влаги и для получения дружных всходов сев и предпосевная обработка должны выполняться в один день.

Несколько большая глубина обработки почвы требуется под поздний картофель: на глубину 15 см чизелями или диском и на глубину 20 см пахотой для заделки навоза.

При повторных посевах сельскохозяйственных культур обработка почвы включает пахоту, боронование и малование, проводимые в день сева, и на чистых от сорняков землях — чизелевание или дискование с последующим боронованием и малованием.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Минимализация обработки почвы. За последние годы в земледелии наметилась тенденция к уменьшению количества механических обработок при возделывании сельскохозяйственных растений, т. е. к минимализации обработок. В ее основу положена установленная многими исследованиями закономерность, состоящая в том, что если равновесная плотность почвы (плотность необработанной почвы) равна или меньше оптимальной объемной массы для данной культуры, то такие поля не нуждаются в обработке. Так, по обороту пласта люцерны и на вновь освоенных целинных землях Голодной степи равновесная плотность почвы не превышает 1,2—1,3 г/см³, является оптимальной для хлопчатника и многих других культур, поэтому эти земли обрабатываются мелко и минимально разрыхляются в вегетацию.

Если равновесная плотность превышает оптимальное сложение почвы для данной культуры, то такие поля пашутся ежегодно и интенсивно разрыхляются обработками в процессе ухода за растениями.

В последние годы в связи со значительным увеличением массы мощных тракторов и прицепных к ним орудий тягового усилия современных тягачей вполне хватает для выполнения за один их проход нескольких операций. Например, пахоту можно совмещать с разбрасыванием удобрений и боронованием зяби в районах с сильными ветрами и малыми осадками в зимне-весенний периоды года. В настоящее время ведутся исследования по минимализации предпосевной обработки почвы. В частности, предстоит изучить такой вопрос, как совмещение предпосевных обработок с посевом: возможность выполнения за один проход трактора следующих работ: внесение удобрений, боронование, малование и посев.

На промываемых землях фосфорные удобрения вносятся не под пахоту для предотвращения их потерь с фильтрационными водами, а перед посевом. Единственное орудие, которым можно глубоко заделать фосфорные удобрения,— чизель. Поэтому предпосевное чизелевание должно сопровождаться внесением фосфорных удобрений, боронованием и малованием. Такое сочетание предпосевных обработок в опытах Пахтааральской опытной станции улучшает водно-физические свойства почвы и повышает урожай хлопка-сырца на 3—4 ц/га, или на 10—14%.

На незасоленных почвах совмещение предпосевных работ в одну операцию (и выполнение их за один проход трактора) не

улучшает водно-физические свойства почвы. Объемная масса, структурное состояние почвы и урожай хлопчатника существенно не меняются. Экономическая эффективность минимализации предпосевных обработок тем не менее остается ощутимой, материальные затраты при этом уменьшаются на 3 рубля на 1 га.

В период вегетации за один проход трактора можно выполнить три-четыре работы: культивацию, нарезку борозд, внесение удобрений и подавление сорняков.

Особенности обработки почвы под повторные посевы. Длительный вегетационный период в Средней Азии позволяет получать в год два-три урожая сельскохозяйственных культур. При этом правильный выбор системы подготовки почвы и своевременный посев повторной культуры имеют исключительно важное значение. До обработки почвы под повторные посевы, как правило, приходится проводить увлажнительные поливы, лучше всего незадолго до уборки урожая первой культуры по имеющимся бороздам. На поле, занятом растительностью, влага слабо испаряется с поверхности поля, и почва равномерно поспевает по всему участку и на всю глубину обработки, кроме того, это позволит вслед за уборкой обработать почву под повторный посев.

Последующие работы по подготовке почвы под повторный посев в основном определяются степенью засоренности участка. На чистых от сорняков полях пахота заменяется дискованием или чизелеванием на глубину 12—15 см, с последующим боронованием и малованием, а затем проводится посев. На сильно засоренных полях после уборки урожая первой культуры, по которой проведен предпахотный полив, поле сплошь разрыхляется культиватором в целях заравнивания борозд, сохранения влаги, подрезания сорняков и стимулирования прорастания их семян; культивация сопровождается боронованием для разрушения глыб, образовавшихся при культивации, и вычесыванием подрезанных сорняков; затем вносятся удобрения и проводится вспашка плугом с предплужником на глубину спелого слоя с последующим боронованием и малованием.

Если влажность почвы и другие ее особенности позволяют проводить глубокую вспашку, то надо этим воспользоваться, чтобы лучше заглушить сорняки и исключить возможность их появления при повторных посевах.

Вспашка, проведенная в спелом состоянии почвы, и сев вслед за основной обработкой позволят получить всходы без подпитывающего полива и удлинят вегетацию для повторного посева, способствуя полному вызреванию урожая.

Обработка целинных и залежных земель. Если целинные и залежные земли не засолены, не заболочены и не заросли кустарниками, то они легко осваиваются. Небольшая природная забугренность земель устраняется капитальной планировкой, затем проводятся обычные работы по внесению удобрений и осуществлению основной обработки почвы.

Если земли засолены, на них нарезается дренажная сеть для предотвращения подъема грунтовых вод, которые могут вызвать засоление почв. Если земли заболочены или засолены и заросли осокой, тростником и кустарниками, то кроме постройки дренажной сети и капитальной планировки проводится обработка почвы на перегар. Она осуществляется с помощью летней вспашки на глубину 20—25 см кустарниковыми и дисковыми плугами К56-6, навешиваемыми на мощные тракторы С-80 или С-100.

Осенью или весной следующего года почва тщательно разрыхляется тяжелыми дисковыми или зубовыми боронами и промывается 15—20 тыс. м³/га воды. После промывки проводится ее дискование или боронование, а на сильно осевшей плотной почве — перепашка, дискование и боронование.

В первые годы на сильно засоленных землях выращиваются солеустойчивые культуры — джугара, подсолнечник, рис. На слабо- и незасоленных землях экономически выгодно выращивать хлопчатник. На этих землях ежегодно ведется борьба с сорняками путем вычесывания их корневищ и глубокой междурядной обработки.

Скоростная обработка. Сельское хозяйство с каждым годом оснащается все более мощными тракторами, что позволяет увеличивать скорость обработки почвы. Данные, накопленные за последние годы по этому вопросу, позволяют утверждать, что существующие скорости обработки почвы должны быть увеличены в ближайшей перспективе до 6 км в час на пахоте, до 8 км — на малевании, до 12 км — на севе и междурядной обработке. Это улучшает оборот пласта при вспашке, подрезание сорняков при культивации, крошение почвы на всех работах. Однако переход на скоростную обработку почвы задерживается неприспособленностью существующих орудий обработки почвы, которые удовлетворительно работают только при скорости обработки, не превышающей 4 км в час, и требует создания конструктивно новых орудий.

СЕМЕНА И ПОСЕВ

Качество посевного материала

Качество посевного материала зависит от урожайности семенного участка, сортности, происхождения, чистоты, всхожести и энергии прорастания, хозяйственной годности, влажности, абсолютной, удельной и объемной массы, выровненности, внешнего признака семян (цвета, блеска и запаха), процента их зараженности вредителями и болезнями.

Семена, выращенные на высоком агротехническом фоне, обладают хорошими урожайными качествами. Поэтому посевной материал заготавливают с высокоурожайных участков.

На основе государственного сортоиспытания вновь выведенные высокопродуктивные сорта районируются для определенных почвенно-климатических условий. Соблюдение сортовой чистоты се-

мян является вторым непременным условием получения высокого урожая.

Чистотой семян называется процентное содержание доброкачественных семян данной культуры в образце посевного материала. При наличии механической примеси семена очищаются от них. Посевной материал с примесью карантинных сорняков к севу не допускается.

Всхожесть семян — основной показатель качества посевного материала. Ее определяют в процентах из отношения нормально проросших семян к 100 высеянным семенам.

Одновременно с вхожестью определяют энергию прорастания.

Энергия прорастания — дружность прорастания семян и появления всходов. Энергия прорастания определяется в процентах проросших семян за соответствующий промежуток времени. Для определения всхожести и энергии прорастания семян установлены следующие сроки: для хлопчатника, кукурузы, люцерны, пшеницы мягкой, ячменя энергия прорастания составляет 3 дня и всхожесть —7 дней; для риса, бобов энергия прорастания составляет 4 дня, всхожесть —10 дней.

По чистоте и всхожести семена делятся на три класса (табл. 39).

Таблица 39

Показатели посевных качеств семян

Культура	Класс	Чистота, %	Всхожесть, %
Хлопчатник	1	100,0	95—100
	2	100,0	90—94
	3	100,0	85—89
Пшеница мягкая	1	99,0	95
	2	98,5	90
	3	97,0	90
Ячмень	1	99,0	95
	2	98,5	95
	3	97,0	90
Кукуруза	1	99,8	95
	2	99,5	90
	3	99,0	85

На семенных участках высеваются семена только первого класса. На хозяйственных посевах могут высеваться семена и второго класса. Семена третьего класса высеваются только в исключительных случаях с особого разрешения агронома.

Хозяйственная годность — всхожесть семян основной культуры в процентах. Она определяется делением произведения процента чистоты и процента всхожести на 100. Например, если чистота 99%, всхожесть 90, хозяйственная годность будет

$$\frac{99 \cdot 90}{100} = 89{,}1\,\%.$$

Следовательно, в 100 кг семян только 89,1 кг всхожих семян, а остальные — негодные.

Влажность семян имеет большое значение при хранении посевного материала и продовольственного зерна. Чем выше влажность семян, тем интенсивнее происходит их дыхание, уменьшается запас питательных элементов и снижается их всхожесть. Кроме того, при высокой влажности усиливается жизнедеятельность микроорганизмов, главным образом плесневых бактерий и грибов, в результате чего семена теряют всхожесть.

Допустимая влажность семян, при которой мало теряется запасов питательных элементов на дыхание и не усиливается жизнедеятельность плесневых микроорганизмов, различна для разных культур. У пшеницы, хлопчатника она не должна превышать 12%, у ячменя, кукурузы, джугары, риса и бобов —14%.

Абсолютная масса — масса 1000 семян в граммах. Чем тяжелее семена, тем больше в них запаса питательных элементов, тем дружнее они всходят и лучше развиваются растения в начале вегетации. Такие растения быстрее образуют мощную корневую систему и листовую поверхность, переходя от питания запасами семени на питание минеральными солями из почвы и пластическими питательными элементами, образующимися в процессе фотосинтеза. Так, опыты Туркменского научно-исследовательского института земледелия показали, что тяжелая фракция семян хлопчатника 108-Ф (удельная масса больше единицы) повышает урожайность на 20—25% против семян легкой фракции, удельная масса которых меньше единицы.

Объемная масса семян — масса определенного объема зерна. Ее называют также *натурой зерна*. Натура зерна определяется в литровом цилиндре (пурке), и чем выше этот показатель, тем лучше качество зерна. Объемная масса используется при расчете зернохранилищ, бункеров и т. д.

Зерно каждой культуры имеет определенные внешние признаки (цвет, блеск и запах). Пользуясь ими, можно в какой-то мере судить о качестве зерна.

Подготовка семян к посеву

Очистка и сортировка семян. Прежде чем высеять семена, их необходимо очистить от сора, примесей и с помощью различных машин и водного раствора солей отобрать наиболее полновесные, крупные и в то же время однородные семена. При отборе семян учитываются различия их в массе, форме и характере поверхности. Особое внимание обращается на очистку посевного материала от семян сорняков.

Воздушно-тепловой обогрев семян завершает процесс дозревания семян, которые не всегда успевают его пройти в полевых условиях на материнском растении. Технология работы следующая. В ясную солнечную погоду семена рассыпают на брезенте слоем 5—7 см и в течение дня четыре-пять раз перелопачивают. К вечеру

их сгребают в кучи и закрывают. Это длится пять-шесть дней. В пасмурную погоду воздушно-тепловой обогрев проводится в помещении при температуре +25°С.

Этот прием повышает всхожесть семян хлопчатника на 8—10% и урожай на 5—10%.

При предпосевной обработке семян ячменя концентрированным солнечным светом с помощью рефлекторов в течение 30 минут короткими ударами-импульсами вегетационный период растения сокращается на 5—9 дней, улучшается фотосинтез и урожайность растений.

Воздействие магнитного поля на семена и само растение ускоряет всходы, рост и развитие растений и существенно повышает урожай некоторых из них. Для этого семенохранилища строят из намагниченных деталей или в посевной материал помещают намагниченные шарики из сернокислого бария. Магнитное поле на растение может воздействовать и через поливную воду, проходящую через намагниченный шланг. И, наконец, в корнеобитаемую зону многолетних насаждений заделывают намагниченные шарики.

Во всех случаях наблюдается интенсификация роста и развития растений и повышение урожая. В частности, полив водой, пропущенной через намагниченный шланг, повышает урожай огурцов в теплицах на 30—35%.

В хлопководстве этот прием ждет своей разработки. Стимулирование растения физическими и химическими воздействиями открывает заманчивые перспективы. Некоторые химические соединения, хотя и не являются источниками питания, ускоряют этот процесс. Так, обработка семян раствором гиббереллина значительно увеличивает размер ягод винограда. Препарат «ТУ» усиливает оплодотворение цветка, увеличивает величину плода и урожай помидоров. Препарат «ТУР» сдерживает линейный рост стеблей, утолщает их, предотвращает полегание растений и повышает урожай многих культур. Предотвращение полегания стеблей хлебных злаков, хлопчатника и других растений в условиях применения высоких норм удобрений имеет исключительно важное значение. На неполегающих посевах растения полнее освещаются солнечными лучами, у них существенно улучшается фотосинтез и при относительно низкой влажности и высокой температуре приземных слоев воздуха создаются благоприятные условия для накопления и созревания урожая.

Протравливание семян против возбудителей болезней и вредителей. Семена хлопчатника могут заражаться гоммозом, всходы — корневой гнилью, а семена зерновых — головней. Болезнетворные начала — споры грибов и бактерий — чаще всего находятся на поверхности семян. Поэтому последние должны быть обеззаражены перед посевом. Обработка семян ядовитыми веществами (протравливание) осуществляется мокрым и сухим способами.

Хлопковые семена обеззараживаются от инфекции гоммоза и корневой гнили централизованным способом на заводе путем нанесения на их поверхности ТАМФ и ТМТД или фентиурама и перед

посевом увлажняются, но не замачиваются, во избежание смыва этих препаратов.

Наиболее эффективной мерой борьбы с головней является заблаговременное обеззараживание семян гранозаном, гексахлорбензолом или ТМТД, АБ, меркураном.

Во всех случаях потравливание семян производят в соответствии с инструкцией, строго придерживаясь установленных норм расхода ядоматериалов.

Обогащение семян. Семена перед посевом обогащаются питательными элементами — ауксинами, витаминами, некоторыми органическими кислотами (янтарная кислота), экстрактами из растений и микроорганизмов — в том случае, если их недостаточно в почве. Эти препараты вносятся в небольших количествах: в пределах до 1 кг/га витаминов, органических кислот и до 2 кг — микроэлементов. При небольших затратах данный прием существенно повышает урожай сельскохозяйственных культур: хлопчатника — на 15—20%, проса — на 23%, кукурузы — на 25%.

Дражирование семян — обволакивание семян смесью питательных, защитных, стимулирующих веществ (на основе клеящего вещества) для придания им большей сыпучести и предохранения от болезней и загнивания в почве. Такие семена можно высеять в почву заблаговременно и получить ранние энергичные всходы при наступлении оптимальных температур. Дражированные семена обеспечивают обильное питание всходов, ускоряют рост и развитие растений в начале вегетации и существенно повышают урожай хлопчатника, кукурузы и других культур. Однако технология дражирования семян еще несовершенна, требует улучшения и потому пока не широко применяется в условиях Средней Азии.

Оголение семян — прием, перспективный в хлопководстве. При рядовом посеве обычными, неоголенными семенами хлопчатника на 1 га высевается около 100 кг семян, при абсолютной массе 1000 семян — около 100 г, что составляет 1000000 семян на 1 га. Если принять минимальную полевую всхожесть за 50%, то из этих семян можно получить 500 000 всходов, что превышает практически применяемую густоту стояния хлопчатника в пять раз. Поэтому после всходов лишние растения удаляются как можно раньше, т. е. проводится прореживание, с тем чтобы предотвратить взаимное угнетение растений с самого начала вегетации. Малейшее запаздывание с прореживанием отрицательно сказывается на росте, развитии растений и снижает урожай. Прореживание — к тому же трудоемкая операция: на 1 га затрачивается 8—10 человеко-дней. Чтобы облегчить эту трудоемкую операцию, следует высеять столько семян, сколько необходимо для получения одного-двух растений в лунке, т. е. достаточно высеять 3—5 семян в одно гнездо. Такой сев называется точным, и его можно проводить семенами, обладающими свойством сыпучести. Это лучше всего достигается аэрохимическим удалением подпушка семени. Пары кислот в барабане освобождают семена хлопчатника от подпушка, при этом они

не травмируются, как при механическом делинтеровании, и, высеянные в почву в оптимальные сроки, дружно прорастают.

Точный сев оголенных семян позволяет применять в четыре раза меньшую норму (25 кг вместо 100 кг), что экономит 75 кг семян и более на 1 га и упраздняет такую трудоемкую операцию, как прореживание. В ближайшие годы ожидается широкое использование этого приема в хлопководстве и при возделывании кукурузы, джугары и многих других культур.

Сроки сева

Сроки сева во многом предопределяют дружность всходов, интенсивность роста и развития растений в начале вегетации и урожай. При своевременном посеве запасы питательных элементов из эндосперма полнее используются для дружного прорастания семян, интенсивного начального развития растений, что способствует получению раннего и высокого урожая. При ранних посевах, когда еще не наступили условия оптимальной температуры, запасы питательных элементов в эндосперме расходуются на дыхание и могут настолько истощиться ко времени наступления оптимальной температуры, что их не хватит для получения всходов или будет недостаточно для развития последних. Появившиеся всходы, слабые, хилые, медленно развиваются в начале вегетации и не обеспечивают высокого урожая.

При позднем посеве почва обычно пересушивается, и для получения всходов требуется проведение увлажнительного полива, который сокращает и без того укороченную вегетацию. На богарных землях при позднем посеве исключается получение всходов. Поэтому определение оптимального срока сева — один из ответственных моментов в сельскохозяйственном производстве.

Семена различных культур требуют разных температурных условий для прорастания (табл. 40). Так, по данным В. Н. Степанова растения южного и тропического происхождения для прорастания семян требуют 10—14° (хлопчатник, рис, фасоль, клещевина, сорго и др.) и для появления всходов —12—15° тепла.

Таблица 40

Потребность семян различных культур в тепле для их прорастания и появления всходов

Культура	Минимальная температура, °С	
	при прорастании семян	при появлении всходов
Хлопчатник, рис, арахис	12—14	14—15
Фасоль, клещевина, сорго	10—12	12—13
Кукуруза, соя, просо	8—10	10—11
Подсолнечник, картофель	5—6	7—8
Бобы, нут, свекла, сафлор	3—4	5—6
Пшеница, ячмень, вика, чечевица, горох, чина, люцерна	1—2	4—5

К севу теплолюбивых культур приступают при наступлении устойчивых оптимальных температур почвы. Этот срок сева, в частности хлопчатника, по годам может наступить на 10—15 дней раньше или позже в зависимости от метеорологических условий.

Сев менее теплолюбивых культур (пшеница, ячмень, свекла, подсолнечник) начинается в первые дни полевых работ и заканчивается в самые сжатые сроки, чтобы использовать весенний максимум влаги в почве, т. е. в январе и в первой половине февраля — в равнинной зоне богары, в феврале и начале марта — в предгорной зоне. Запаздывание с севом всего на 10 дней снижает урожай пшеницы, по данным Милютинской опытной станции, до 35%.

Наилучший срок сева озимых колосовых такой, при котором зимовка у растений, уже достаточно окрепших, наступает в фазе кущения, когда они легко переносят суровые, часто бесснежные зимы. Для этого зерновые сеют в августе во влажную почву в дно борозды на паровом поле. Посев озимых колосовых культур по гладкому полю приурочивается ко времени выпадения первых обильных осадков, создающих достаточные запасы влаги в почве. Это обычно наступает не раньше октября.

Способы сева

Семена культурных растений в основном высеваются сеялкой. Это позволяет уложиться в установленную для конкретных условий норму высева семян, заделать их во влажную почву и на заданную глубину, способствуя дружным всходам, соблюдать строгое направление, параллельность рядков, ширину междурядий, междугнездий и проводить сев без огрехов. Только рис на части площади высевается пока вручную. По мере перехода на укрупненные чеки (10 га и более) рис можно будет высевать сеялкой.

Для уменьшения количества проходов трактора по полю — минимализации сева и связанных с ним работ — отечественной промышленностью в последние годы все больше выпускается таких сеялок, которые при одном проходе трактора осуществляют несколько операций: сев, внесение удобрений и гербицидов.

В зависимости от высеваемой культуры, агротехнических требований, современной техники и почвенно-климатических условий применяются следующие способы посева: 1) сплошные рядовые (рядовой, узкорядный, перекрестный, перекрестно-диагональный, безрядковый, бороздковый) и 2) широкорядные для пропашных культур (широкорядный рядовой, ленточный, гнездовой, пунктирный).

Способы посева играют существенную роль в росте, развитии самого растения и в борьбе с сорняками. При равномерном распределении на площади посева растения лучше развиваются, полнее используя энергетическую основу фотосинтеза — солнечную энергию, почвенную влагу и элементы питания, и сами подавляют сорняки. Поэтому в зерновом хозяйстве последние годы стремятся к дальнейшему сужению междурядий с 15 до 7 см, посеву в двух направлениях для увеличения расстояния между растениями в рядке.

При рядовом обычном способе посева семена укладывают в один ряд с шириной междурядий 14—15 см и на расстоянии в рядке 1—2 см. Этим способом высеваются зерновые колосовые и травы.

Недостаток этого способа сева — в неравномерном распределении растений по площади питания, при котором они нередко в рядке угнетаются, а в междурядьях остается неиспользованное пространство.

Узкорядный, перекрестный, перекрестно-диагональный и безрядковый посевы позволяют устранить этот недостаток.

При **узкорядном севе,** проводимом специальными сеялками с шириной междурядий 7—8 см, расстояние между семенами в рядке увеличивается до 3—4 см, т. е. площадь питания растений приближается к квадрату. По данным, полученным в условиях Узбекистана и Европейской части СССР, урожай зерновых колосовых при этом способе сева увеличивается на 10—15%.

При **перекрестном севе,** проводимом обычными сеялками в двух направлениях — вдоль и поперек участка, семена равномерно распределяются по площади, чем при рядовом севе, но зато этот способ сева более трудоемок и связан с большой затратой энергии.

Перекрестно-диагональный сев производится в трех направлениях: вдоль, поперек и диагонально. При этом сокращается ширина поворотных полос и затрата времени на холостой ход уменьшается на 10% по сравнению с перекрестным севом. Благодаря равномерному размещению растений на площади этот способ сева способствует повышению урожая зерновых колосовых.

При **безрядковом разбросном севе** по сравнению с рядковыми посевами еще более равномерно распределяются семена на площади и повышается урожай зерновых культур на 10—12%. Он проводится сеялкой-культиватором КАС-3,5 (конструкции Грищенко) и обычными тукоразбрасывателями. У сеялки КАС-3,5 вместо дисковых сошников установлены двадцать сошников в виде стрельчатой культиваторной лапы, соединенной с трубчатой стойкой, под которой на пути движения семян размещается специальный рассеиватель конической формы. Семяпровод благодаря колебательным движениям сошника разбрасывает семена полосой на свежесрезанное лапой дно борозды. Пружинная борона вычесывает сорняки с поверхности почвы и дополнительно заделывает семена.

Для равномерного распределения растений на площади в опытах Института почвоведения им. Н. Пушкарова (Болгария) из-за отсутствия специальных сеялок использовали тукоразбрасыватели на высеве семян с последующей заделкой диском и получали урожай пшеницы, на 3—12% превышающий урожай при рядовом посеве.

Широкорядный сев применяется при возделывании пропашных культур (хлопчатника и др.) в междурядьях шириной 60 и 90 см.

Посевы с междурядьями 90 см используются на высокоплодородных землях с близким залеганием грунтовых вод, где невозможно полностью управлять мощностью развития куста. Благодаря меньшему смыканию растений улучшается их освещение сол-

нечными лучами, усиливается фотосинтез, улучшаются условия созревания коробочек (приземные слои воздуха суше и теплее). Широкорядные посевы применяются также на землях с небольшим уклоном. Они позволяют нарезать глубокие борозды, полив по которым возможен большой струей. Главное достоинство такого полива — инфильтрационное увлажнение почвы, рыхлое ее сложение, повышение производительности труда поливальщика.

Земли, на которых возможен посев с междурядьями 90 см, ориентировочно составляют 40—50% хлопковых земель Узбекистана. В других хлопкосеющих республиках таких земель мало.

На остальных землях применяется посев с междурядьями 60 см, при котором поливные борозды нарезаются глубиной 15 см. На землях с выраженным уклоном при поливе по таким бороздам обеспечивается инфильтрационное увлажнение и рыхлое сложение почвы. В то же время сужение междурядья с 90 до 60 см позволяет равномернее распределить растения на площади при меньшем их взаимном угнетении в рядке и тем самым полнее охватить почву корневой системой растения.

Быстрое смыкание хлопчатника в междурядье 60 см имеет и важное мелиоративное значение. На затененном поле капиллярный подъем засоленных грунтовых вод ослабевает и уменьшается опасность засоления корнеобитаемой зоны.

Для овощных культур ширина междурядий принимается равной 60 см, для высокостебельной кукурузы и джугары —90 см, для бахчевых культур —2,5—3 м (в неполиваемом междурядье) и 80 см (в поливаемом междурядье).

Гребневый посев является новым в хлопководстве. При этом способе семена хлопчатника заделываются в почву не по гладкому полю, а в гребень или грядку. Гофрированная поверхность поля гребнями и грядками полнее поглощает солнечные лучи, на 2—4° больше прогревается и ускоряет всходы хлопчатника и других культур на 3—5 дней.

Почва гребня и грядок длительное время сохраняется рыхлой, что благоприятствует мощному развитию корневой системы и интенсификации биологической деятельности почвы. В соответствии с этим развитие растений ускоряется с самого начала вегетации, и урожай хлопка повышается на 10—20%.

Особенно эффективен этот способ посева на землях с близким залеганием грунтовых вод, где переувлажнение зачастую задерживает прогревание почвы и замедляет рост и развитие хлопчатника в начале вегетации. Недостаток тепла в начале вегетации подавляет рост и развитие хлопчатника на большей части территории Средней Азии, поэтому широкое внедрение этого приема возделывания хлопчатника во многих районах хлопкосеяния даст положительные результаты. Кроме того, гребневые и грядковые посевы поперек склона позволят защитить почву от эрозии. Селевые потоки быстро потеряют поступательную силу на гофрированной поверхности поля, тем самым предотвратится смыв почвы.

На полях, где первые поливы проводятся через борозду (райо-

ны с обильными осадками или почвы с хорошо выраженными свойствами бокового увлажнения), хлопчатник возделывается на грядках. Там же, где поливы проводятся по бороздам (в каждое междурядье) с самого начала вегетации, хлопчатник возделывается на гребнях.

Для поделки гребней и гряд почва должна иметь мелкокомковатую разделку. Достичь этого зяблевой пахотой удается не во всех случаях. Поэтому гребни и гряды должны делаться и весной. Хотя они менее эффективны, чем осенние гряды и гребни, также ускоряют рост и развитие хлопчатника и способствуют повышению урожая по сравнению с гладким полем.

Бороздковый посев пропашных культур необходим в трех случаях. Во-первых, на засоленных землях, на которых семена хлопчатника и других культур заделываются в дно борозды, вода вместе с растворенными солями по капиллярам поднимается в гребень и испаряется, соли концентрируются в гребне, в дне борозды почва поддерживается в опресненном состоянии и при достаточной влажности способствует дружным всходам. Во-вторых, в районах, подверженных ветровой деятельности, сильные ветры весной, несущие почвенные частицы, не повреждают всходы в дне борозды. В-третьих, бороздковый сев широко рекомендуется для возделывания кукурузы и джугары, у которых корни бывают двух видов — питательные и воздушные. Семена заделываются во влажную и хорошо прогретую почву благодаря гофрированной поверхности поля. После появления всходов борозда засыпается почвой при первых культивациях, воздушные корни превращаются в питательные и усиливается усвоение растениями питательных элементов из почвы.

Глубина заделки семян

При определении глубины заделки семян исходят из необходимости создания им благоприятных условий для прорастания: обеспечение воздухом, водой и соответствующей температурой. Чем крупнее семена и больше запаса питательных элементов в эндосперме, тем глубже они заделываются.

Установлены следующие оптимальные глубины заделки семян: хлопчатник —3—4 см, кукуруза —6—8 см, сорго —4—5 см, маш — 3—4 см, пшеница и ячмень —4—5 см, люцерна —1,5—2 см, картофель —8—16 см, рис —1,5—2 см, свекла —3—4 см, фасоль —3—4 см, джут и кенаф —2—3 см, горох —4—7 см, соя —3—7 см, кунжут —3—5 см, бобы —5—8 см, вигна —5—7 см, нут —5—7 см.

Колебания в глубине заделки семян в указанных пределах зависят от многих причин. На глубину заделки семян влияют погодные условия посевного периода. При влажной погоде и влажной почве глубину заделки семян уменьшают, так как в верхних слоях почвы температура выше и кислород более доступен; в сухую погоду при пересушенном верхнем слое почвы — углубляют. Глубина заделки семян находится в обратной зависимости от механического состава: чем тяжелее почва, тем мельче заделываются семена.

В то же время чрезмерно мелкая заделка имеет недостатки: семена могут оказаться в быстро пересыхающем слое почвы и взойдут только после дождя или подпитывающего полива.

Вредна и глубокая заделка, так как в этом случае возрастает непроизводительный расход запасов питательных элементов на прорастание семени в почве, в связи с чем всходы появляются ослабленные и в дальнейшем отстают в росте и развитии, многие ростки погибают из-за плохого доступа кислорода.

Норма высева семян

Норма высева семян есть весовое их количество, высеваемое на гектар и обеспечивающее заданную густоту стояния данной культуры при 100% посевной годности семян. Она зависит от вида возделываемой культуры (от густоты стояния растений), от абсолютной массы, всхожести и чистоты семян, климата и почвенных условий, срока и способа сева.

Густота стояния растений меняется в широких пределах по культурам: для хлопчатника она составляет около 100 тыс. кустов на 1 га, для пшеницы, ячменя и риса —3—5 млн. растений, для люцерны —3 млн., для картофеля —40 тыс., арбузов и дынь — 20 тыс.

Чем выше абсолютная масса семян, тем больше норма высева. Этот показатель в пределах одной культуры существенно колеблется по сортам. Так, для риса при высеве на 1 м² 500—700 штук семян весовая норма высева устанавливается по сортам: УзРОС-269, УзРОС-17, Арпа-шалы и другие —180 кг/га, а по сортам УзРОС-7, УзРОС-275—230 кг/га. На норму высева семян влияет также хозяйственная годность: чем она ниже, тем выше норма высева семян. Эта зависимость определяется по формуле:

$$X = \frac{A \cdot 100}{B},$$

где X — искомая норма высева семян, кг/га; A — норма высева при 100%-ной хозяйственной годности; B — фактическая хозяйственная годность высеваемых семян.

Норма высева семян зависит и от климатических, и почвенных условий: чем они благоприятнее, тем ниже норма высева семян. Частые осадки в период получения всходов позволяют снижать норму высева семян, наоборот, для засушливой зоны и на сплываемых в корку почвах требуется высевать больше семян.

Чем водообеспеченнее почва, тем выше норма высева семян зерновых колосовых. Поэтому она уменьшается в такой последовательности: от поливных земель, к горной водообеспеченной богаре, полуобеспеченной предгорной и засушливой равнинной зоне богарных земель. Норма высева семян, например пшеницы, изменяется соответственно от 120 до 95—96—75—65 кг/га.

Норма высева семян зависит также от способа посева. Так, при рядовом посеве хлопчатника высевается 100—120 кг/га семян, при точном севе —25—30 кг/га.

Сроки сева, при которых могут сложиться неблагоприятные условия для прорастания семян (ранний сев, тяжелые по механическому составу почвы и др.), обуславливают увеличение нормы высева семян. И, наоборот, при сроках посева, благоприятных для всходов, норма высева семян уменьшается.

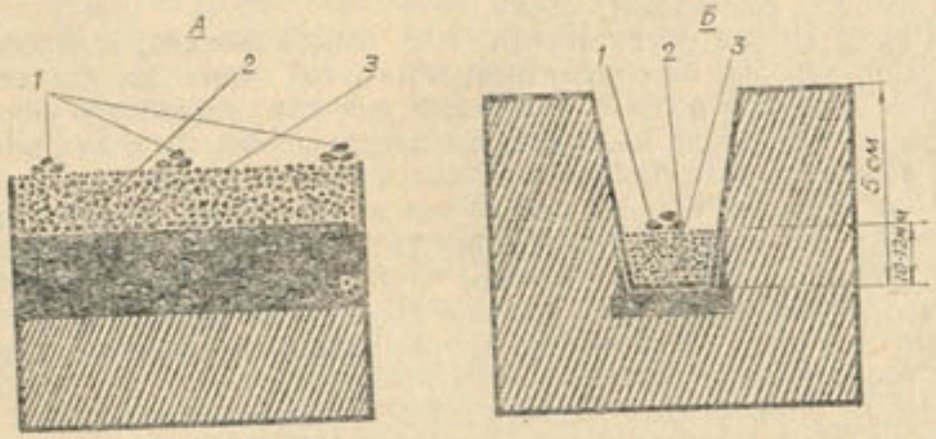
Существенное значение имеет и цель выращивания растений. Так, джугара, выращиваемая на зерно, высевается нормой 6—10 кг/га, а на зеленый корм —15—20 кг/га.

Установление правильной нормы высева семян с учетом всех факторов, влияющих на нее, в конечном итоге обеспечит нужную густоту стояния растений для получения высокого урожая.

Семенное ложе имеет немаловажное значение для получения дружных всходов. К сожалению, вопрос этот недостаточно изучен. В последние годы проводились экспериментальные исследования, которые показали недостаточный контакт семян с почвой при существующих способах посева. Это приводит к низкой полевой всхожести семян и не обеспечивает дружные всходы.

Общепризнанным является необходимость высева семян на семенное ложе, не оседающее после всходов, что предотвращает обрыв корней и усиливает питание растений, и обеспечивающее наиболее полный контакт семени с почвой. Так, СоюзНИХИ предложено усовершенствованное семенное ложе хлопчатника. Посев по усовершенствованной технологии заделки семян состоит в следующем: сдвигание в стороны верхнего сухого слоя почвы, образование борозды во влажной почве и уплотнение ее дна, насыпание слоя рыхлой влажной почвы на уплотненное дно, укрытие семян слоем влажной почвы с последующим укрытием ранее сдвинутой сухой комковатой почвы. Благодаря этому семена лучше обеспечиваются влагой и воздухом, быстро набухают и прорастают, происходит вертикальное закрепление первичного корешка в почве, ускоряется рост подсемядольного колена, вынос и развертывание семядолей.

Схема такого семенного ложа приведена на рис. 30 (по А. Нуждину). Подобная технология заделки семян увеличила их полевую



30. Схема образования насыпного семенного ложа:

1 — семена; *2* — насыпь слоя рыхлой влажности почвы; *3* — уплотненное дно борозды.

всхожесть на 4,5% и уменьшила количество высеваемых в лунку семян с 4 до 3, при этом отпала необходимость в проведении трудоемкой операции — прореживания. Дружные всходы, интенсивный рост и развитие растений в начале вегетации позволили повысить урожай хлопка-сырца на 4 ц/га, или более чем на 10%.

Усовершенствованный способ посева рекомендован для широкого внедрения.

На необходимость некоторого уплотнения семенного ложа с целью усиления контакта семян с почвой указывают исследования, проведенные Казанским сельскохозяйственным институтом (Х. С. Гайнанов, Р. М. Алеев, 1978 г.). Так, посев семян во влажный слой почвы предварительно открытой борозды с последующим вдавливанием их с помощью специальных катков, оснащенных ободом из эластичного материала, значительно увеличивает контакт семян с почвой и ускоряет всходы. Это повышает урожай гречихи, гороха, пшеницы и ячменя на 16—103%. Эффект от подпочвенно-прессового метода посева тем выше, чем мельче семена, в чем, безусловно, проявляется возрастание роли контактирования семян с почвой по мере уменьшения размера посевного материала.

Густота стояния растений — одно из решающих условий получения высокого урожая любого сельскохозяйственного растения. Она устанавливается для каждой культуры и конкретного поля на основе длительных экспериментов и практических наблюдений. Рекомендуемая густота стояния растений для основных культур Средней Азии приведена в табл. 41.

Таблица 41

Густота стояния основных растений Средней Азии

Культура	Густота стояния, тыс. на 1 га
Хлопчатник	100—180
Люцерна	3000
Зерновые колосовые на богаре	1500—2500
Кукуруза и джугара:	
на зерно	30—40
на силос	50—60
Рис	2500—3500
Картофель	40—60
Свекла	60—80
Бахчевые	15—25

На плодородных почвах из-за мощного развития куста густота стояния растений уменьшается, на менее плодородных почвах, где у растений стебли короткие,— увеличивается.

Некоторым исключением является богарное земледелие, где густота стояния растений находится в прямой зависимости от водообеспеченности: с ухудшением водообеспеченности густота стояния уменьшается. Это объясняется тем, что в водном балансе поля доминирующим признаком является транспирация. Чем меньше

растений, тем лучше они водообеспечены. Поэтому на богарных землях равнинной зоны, мало обеспеченных водой, густота стояния растений невелика, на богаре предгорной и горной зон она возрастает.

ПРИЕМЫ УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ

Для получения высоких урожаев при минимальных затратах труда и поливной воды важно соблюдать правильный и своевременный уход за посевами. Уход за посевами культур сплошного узкорядного (пшеница, ячмень, рожь, горох и др.) и широкорядного (хлопчатник, кукуруза, джугара, бахчевые, овощные, корнеплоды и клубнеплоды) посева различен.

Основные приемы ухода за посевами растений первой группы включают подсев, боронование, химическую борьбу с сорняками и вредителями, влагонакопительные мероприятия, подкормку, полку-прочистку сортовую и от карантинных и ядовитых сорняков.

Подсев необходим в тех случаях, когда густота стояния растений на 1 м² не более 25—30 в равнинной зоне, 30—50 — в равнинно-холмистой и предгорной и 50—60— в горной зоне богары. Когда почва сильно уплотнена и кущение ослаблено, подсев на полуобеспеченной богаре с 50—60 растениями на 1 м² также необходим.

Техника подсева зависит от состояния почвы. На сильно уплотненных почвах подсеву предшествует боронование. Если почва рыхлая, заделку семян обеспечивает дисковый сошник сеялки. Предпосевную обработку и подсев проводят в первые же дни наступления спелости почвы поперек рядков основного посева с междурядьем 30 см. Норма высева семян —20—40 кг/га.

Если густота стояния измеряется единичными растениями, особенно на сильно засоренных участках, вместо подсева проводится **пересев** после предпосевной культивации.

Подкормка озимых колосовых культур восполняет дефицит питания растений, создающийся в зимне-ранневесенний период. Нисходящие токи воды осадков выщелачивают в корнеобитаемой зоне растворимые питательные элементы. Низкие температуры и недостаточная аэрация почвы в это время подавляют биологическую деятельность почвы. Поэтому, чем раньше будут внесены удобрения, тем выше эффект от подкормки. Так, 30 кг азота на 1 га повышает урожай пшеницы на 2—3 ц/га. При запаздывании с подкормкой удобрения не вмываются осадками в почву, и эффективность их резко снижается. Опыты последних лет показали, что подкормка даже по снежному покрову оказывается высокоэффективной. Подкормка должна проводиться в первые же дни возможного выезда в поле.

Боронование — один из важных приемов ухода за озимыми посевами зерновых колосовых культур. Оно выравнивает поверхность поля и создает на ней мульчирующий слой, разрыхляет осевшую за зиму почву, зачастую превращающуюся в корку, или разрушает глыбы. Все это уменьшает потери воды с поверхности почвы и существенно улучшает водный режим почвы. Наблюдения показывают, что боронованием запасы воды в почве увеличиваются на 500 м³ на 1 га и повышается урожай зерновых колосовых культур на 2—3 ц/га.

Боронование, кроме того, является эффективным средством борьбы с сорняками. Последние в стадии проростков очень хрупки и легко уничтожаются от непосредственного соприкосновения с зубом движущейся бороны и вращательного движения частиц почвы, создаваемого этим орудием.

На полях, где всходы появились в осенне-зимние месяцы, к боронованию приступают в начале кущения, а при отсутствии всходов — в первые дни весны по спелой почве. Чтобы не упустить время, работа ведется круглосуточно, а чтобы не допустить изреживания всходов, боронование проводят только поперек рядков посева или под некоторым углом к ним. Если образовавшаяся корка не размельчается, а откалывается пластинками, во избежание выдергивания растений почву боронуют ночью, когда в результате возрастающей влажности воздуха и росы почвенная корка отсыревает и хорошо крошится.

При уплотнившейся почве в период, когда должны появиться всходы, вместо борон весной применяют ротационную мотыгу.

В разрыхленной бороной почве усиливается поступление воздуха и интенсифицируется биологическая деятельность, в частности нитрификация, чем создаются благоприятные условия для питания растений.

Яровые зерновые колосовые боронуют ротационными или легкими боронами в начале кущения.

Боронование применяют также при уходе за растениями широкорядного посева, на культурах, семена которых заделываются на большую глубину (картофель, кукуруза, горох и др.). Для разрушения корки применяют боронование, которое, кроме того, уничтожает и всходы однолетних сорняков.

Боронуют поля сетчатыми боронами, которые благодаря шарнирному креплению зубьев хорошо копируют неровности поля, или обычными легкими зубовыми боронами. Боронование проводят поперек посева в один след и обрабатывают культуры два-три раза до и после появления всходов. Повреждение и гибель отдельных растений при послевсходовом боронании с избытком компенсируется повышением урожая.

Запас воды в почве на богарных посевах зерновых колосовых культур восполняется путем полива талыми и селевыми водами или снегозадержания.

На богарных землях, как правило с выраженным рельефом, наблюдается поверхностный сток большого количества талых и селевых вод, для сбора которых сооружается водозаборная и ирригационная сети. Разовый полив увеличивает запасы воды в почве на 300—1000 м³/га и удваивает урожай зерновых колосовых культур.

Зимы в районах богарного земледелия, особенно в горах и предгорьях, очень часто бывают снежными. Снежный покров предохраняет почву от сильного промерзания, улучшает условия перезимовки посевов и увеличивает запасы влаги в почве.

Для предотвращения сдувания снега с полей делают снежные валы обычными снегопахами. Эту работу за зиму повторяют несколько раз при толщине слоя снега не менее 10—15 см. Снегопахота проводится вслед за большими снегопадами поперек направления господствующих ветров.

Наиболее совершенный способ снегозадержания — полезащитные лесные полосы, закладываемые по границам севооборотных полей и внутри их с учетом направления господствующих и наиболее сильных ветров. Снегозадержание увеличивает запасы воды и повышает урожай зерна не меньше, чем разовый полив талыми и селевыми водами.

Сортовую полку и уничтожение карантинных и ядовитых сорняков проводят перед уборкой урожая зерновых колосовых культур. Этим поддерживается чистосортность посевного материала и предотвращается возможное отравление людей и животных.

Рисовое растение, в отличие от зерновых колосовых культур, растет в воде и сильно засоряется сорняками. Уход за ним сводится в основном к борьбе с сорняками. Так, в передовых хозяйствах затраты труда на производство 1 ц риса составляют более 4—5 человеко-дней, из них более половины расходуется на ручную полку сорняков.

Эффективным средством борьбы с сорняками на этой культуре является применение гербицидов. Кроме того, на рисовых посевах используется такой прием, как провоцирование прорастания семян сорняков с последующим их уничтожением обработкой почвы задолго до посева риса. Чтобы удлинить срок провокации прорастания семян и других органов размножения на сильно засоренных полях иногда отодвигают срок сева риса или высевают более скороспелые сорта. В борьбе с корневищными сорняками применяется глубокая двухъярусная вспашка, промораживание и высушивание корневищ, удушение их при заливе рисовника водой. В корневища тростника, размельченные диском, проникает вода при заполнении чека, и они погибают.

Вновь проросшие просянки после посева риса уничтожают гербицидами, а затем посевы на 5—7 дней затопляют слоем воды 20 см; после этого до конца вегетации поддерживается 10—15-сантиметровый слой воды.

Уход за пропашными культурами (растения второй группы) заключается в своевременном уничтожении проросших сорняков и в поддержании мелкокомковатой разделки почвы для уменьшения ею испарения воды. В рыхлой почве создаются благоприятные условия для дыхания корней растения и аэробной биологической деятельности. Поэтому в таком состоянии почва должна поддерживаться на протяжении всей вегетации.

Для этого проводят **междурядную обработку,** состоящую в рыхлении почвы в междурядье и рядке. Междурядная обработка на пропашных культурах выполняется культиваторами и называется *культивацией,* а рыхление — вручную, называется *мотыжением,* или *полкой.*

Ширина культивации. В полевой обстановке нельзя добиться идеального прямолинейного движения культиватора. Он неизбежно отклоняется в ту или другую сторону от идеальной прямой и приближается к растениям в рядке. Чтобы предотвратить срезание растения, рабочие органы культиватора расставляются на 10—15 см уже ширины междурядья с каждой стороны рядка. И эта защитная полоса шириной 20—30 см, не обрабатываемая культиватором, разрыхляется вручную мотыжением, если почва уплотнилась и засорилась, или ротационными звездочками (навешиваемыми на тракторные культиваторы), если она чистая от сорняков и только уплотнилась. На рыхлой и засоренной почве проводят полку сорняков.

Ротационные звездочки используют при первых обработках, пока растения не достигнут критической высоты, наступающей у хлопчатника в фазу бутонизации. За счет этого снижаются затраты труда по уходу за посевами с 25 до 6 человеко-дней на 1 га.

Глубина культивации определяется характером развития корневой системы растения. Так, у хлопчатника два вида корней. Стержневой корень в нормальной обстановке устремляется вертикально вниз. От него отходят корни первого и последующего порядков, несущие на себе мелкие корешки, усваивающие воду и питательные элементы. Корни первого порядка отходят от главного корня под некоторым острым углом, начиная в среднем с глубины 7—8 см. Боковые корни располагаются ближе к поверхности поля у рядка и глубже — в середине междурядья.

Поэтому, чтобы во время культивации не подрезать корни хлопчатника, рабочие органы культиватора необходимо расставлять дифференцированно в пределах междурядья: мелко (около 6 см) — у рядков (крайние рабочие органы) и глубоко (10—12 см) — в середине 60-сантиметрового междурядья.

В широкорядных посевах (90 см) боковые корни первого порядка залегают в середине междурядья еще глубже. Это обстоятельство позволяет проводить культивацию на широкорядных посевах хлопчатника в середине междурядья на глубину 14—16 см и более и нарезать глубокие поливные борозды до 27 см, необходимые на землях с малым уклоном. Крайние рабочие органы культиватора должны рыхлить почву на глубину не более 6 см и на широкорядных посевах.

Более глубокая культивация по сравнению с рассмотренной не дает желаемого результата, так как сопровождается обычно обрывом мелких и крупных корней, ослаблением питания, проникновением инфекции из почвы в поврежденные органы и заболеванием растения. Например, глубокие и частые культивации значительно увеличивают заболевание хлопчатника вилтом. Вместе с тем

при глубокой культивации не уменьшается испарение воды из почвы. Это связано с тем, что при культивации на глубину свыше 10—12 см почва разрыхляется с различной степенью влажности. Если почва верхнего слоя (0—5 см) находится в спелом состоянии и мелкокомковато разделывается обработкой, то почва нижних слоев обычно переувлажнена и после культивации и подсыхания превращается в крупные комки. Если дождаться наступления спелости почвы на глубину обработки, то почва верхнего слоя пересыхает и разделывается глыбисто (табл. 42).

Таблица 42

Наступление спелости почвенного профиля после полива

Перед «закрытием влаги»			Перед тракторной культивацией		
Влажность почвы по слоям, % от предельной полевой влагоемкости					
0—5 см	5—10 см	10—15 см	0—5 см	5—10 см	10—15 см
71	87	90	60	76	85

Примечание. Почвы — светлые сероземы суглинистого механического состава, полная полевая влагоемкость 23%, равновесная объемная масса 1,45.

В прошлом эта проблема решалась двойной культивацией. При наступлении спелости почвы на глубине 0—5 см на 3—4-й день после полива рыхление проводилось на эту глубину культиватором «боронка» с мелкими зубьями и называлось «закрытие влаги». Затем через 2—3 суток проводилась повторная культивация на тракторной тяге на полную глубину. Теперь эта задача решается за один проход трактора с помощью культиватора ККО. В нем имеется два вида рабочих органов: передние (типа «боронки») рыхлят почву на глубину 5 см, задний — глубокоходный рабочий орган — имеет выпуклую поверхность, которая энергично рыхлит почву даже с несколько повышенной влажностью. Такая культивация способствует мелкокомковатой разделке почвы на фракции 10—0,25 мм, экономно испаряющие влагу, вследствие чего в межполивной период сберегается более 200 м³ воды на 1 га.

Применение такой культивации особенно эффективно на широкорядных посевах, на которых приходится рыхлить почву на глубину 14—16 см для последующей нарезки глубоких борозд. Дело в том, что после полива, когда наступает спелость почвы для обработки в верхнем слое 0—5 см (влажность 70—80%), нижние слои еще переувлажнены. При наступлении спелости почвы для обработки на глубину 10 см верхний слой пересыхает и разделывается грубокомковато.

Глубокая культивация (на глубину 15 см и больше) грубо разделывает почву, так как она не поспела к обработке (имеет высокую влажность). При рыхлении на глубину 15 см нередко больше половины почвы состоит из комков и частиц крупнее 3 мм, которые неэкономно испаряют влагу (табл. 43).

Таблица 43

Зависимость разделки почвы от глубины междурядной обработки

Глубина междурядной обработки, см	Фракции, %			
	комки >10 мм	3—10 мм	0,25—3 мм	пыль
10	16,4	29,4	48,8	5,4
15	34,8	25,3	38,0	1,4

Фракции величиной 0,25—3 мм, наиболее экономно испаряющие влагу, при глубокой культивации составляют всего $^1/_3$, при рыхлении на глубину 10—12 см — почти половину разрыхленной почвы.

Разрыв в наступлении влажности и спелости почвы в верхних и нижних ее слоях особенно значителен на глинистых почвах, где подача воды по узким капиллярам не восполняет потери на испарение влаги с поверхности поля. Верхние слои почвы будут пересыхать и при обработке разделываться глыбисто. Следовательно, глубокая культивация не только не сохраняет влагу в почве, но и иссушает ее. Наилучшая разделка почвы с сохранением накопленной влаги достигается глубокой культивацией с применением культиватора ККО.

Особенно эффективно использование на тяжелых по механическому составу почвах культиватора-фрезы с активно разрыхляющим почву рабочим органом. У этого культиватора вращающиеся на вертикальной оси Г-образные ножи на большой скорости откалывают тонкие пласты почвы и отбрасывают назад, при этом, по данным САИМЭ, почва крошится намного лучше, чем культиватором ККО.

Выход фракций, экономно расходующих воду на испарение (10—0,25 мм), фрезерованием увеличивается на 10% при низкой влажности обрабатываемого слоя почвы (12—14%), на 14% — при оптимальной влажности и на 8% — при высокой влажности. Важным является то, что фрезерование по существу пересохшей почвы (влажность 12—14%) дает такую же мелкокомковатую разделку (44,8%), что и при культивации спелой почвы (16—18%) таким совершенным культиватором, каким является ККО, у которого пассивный рабочий орган крошения почвы.

Мелкокомковатая разделка почвы фрезой сохраняет более 2% влаги от массы почвы и экономит один вегетационный полив, а следовательно, и на одну сокращается количество культиваций. Подчеркивая значение перехода на фрезерную культивацию, отметим, что только в одной республике — Узбекистане — за счет уменьшения испарения из мелкокомковатой почвы будет сэкономлено на хлопковых полях 2 млрд. м³ воды, которой вполне достаточно для освоения 200000 га новых целинных земель.

Количество культиваций зависит от засоренности поля и числа поливов до смыкания хлопчатника в междурядье. Чем засореннее поле, тем чаще проводится культивация, особен-

но перед началом вегетации, когда поля сильно зарастают сорняками, обычно однолетниками. Для их уничтожения проводится культивация до первого полива бритвами на небольшую глубину, чтобы не повредить еще не окрепшую корневую систему растения. Бритва подрезает корни сорняков и благодаря наличию «щеки» не засыпает растения землей и не изреживает их.

Культивация после поливов проводится набором рабочих органов: с края у рядка — наральники, разрыхляющие почву, в середине — гусиная лапа или глубокоходный рабочий орган культиватора ККО, которые рыхлят почву и подрезают сорняки. Глубина рыхления почвы, как отмечалось выше, различна: у рядка —6 см, в середине междурядья при ширине 60 см —10—12 см и ширине 90 см —14—16 см.

Для рыхления в междурядьях вместо обычных наральников лучше применять узкие рыхлительные лапы шириной 35 мм из комплекта ККО, которые в последние годы поставляются хозяйствам. При этом в междурядьях 60 см устанавливают пять рыхлительных лап из комплекта ККО, а в середине междурядий — одну глубокоходную лапу с шириной захвата 120 мм. Первая пара рыхлительных лап размещается ближе к рядкам — на расстоянии 12—15 см и на глубину 4—6 см, вторая пара — ближе к середине междурядья на глубину 6—8 см и одна рыхлительная лапа размещается в центре междурядья на глубину 10—12 см, обеспечивая послойную обработку почвы.

В междурядье 90 см размещают те же рабочие органы, но не пять, а семь. Глубокоходную лапу устанавливают на глубину 14—16 см.

Послеполивные культивации проводятся до смыкания хлопчатника в междурядье. С его наступлением испарение воды с поверхности поля резко уменьшается, и в верхних слоях влажность почвы оказывается устойчивой на протяжении длительного времени и бывает даже выше, чем в нижних корнеобитаемых слоях. Верхние слои почвы в этот период содержат также большое количество водорастворимых питательных элементов в результате их капиллярного выноса из нижних слоев. Все это создает благоприятные условия для развития корневой системы. В августе на таком поле в верхних слоях появляются многочисленные мелкие корни, питающие растения. Поэтому проведение культиваций в этот период сопровождается повреждением кустов, подрезкой корней, ухудшением питания и снижением урожая культурных растений.

Для иллюстрации данного положения приведем результаты следующего опыта. В нем полное смыкание хлопчатника в междурядье наступило в начале второй декады июля и последняя культивация проводилась 16 июля (табл. 44). В первом варианте опыта получен наивысший урожай хлопка.

Одна культивация (2-й вариант) после смыкания растений практически не повлияла на урожай, две культивации (3-й вариант) снизили урожай хлопка-сырца на 4,6 ц/га. Снижение урожая вызвано прежде всего подрезкой корней, ухудшением питания хлоп-

Таблица 44

Влияние культивации после смыкания хлопчатника в междурядье на урожай хлопка-сырца

Варианты опыта	Дата последней культивации	Общее количество культиваций	Из них после смыкания хлопчатника в междурядье	Урожай хлопка-сырца, ц/га	
				из раскрытых коробочек	общий
1	16/VII	3	—	41,2	42,6
2	7/VIII	4	1	41,2	42,2
3	20/VIII	5	2	36,5	38,0

чатника и значительным уменьшением массы одной коробочки, а также сбиванием плодоэлементов при проведении поздних культиваций (табл. 45). Так, при культивации 7 августа было сбито на землю 1830 коробочек и 2100 других плодоэлементов, 20 августа — 4500 коробочек и 1200 других плодоэлементов на площади 1 га.

Таблица 45

Влияние поздних культиваций на массу одной коробочки хлопка-сырца

Культивация после смыкания хлопчатника		Сборы					Средняя масса коробочки, г
Количество	Дата	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	
—	—	6,8	5,7	6,7	5,8	3,2	5,7
Одна	7.VIII	6,2	5,9	6,6	5,6	3,4	5,6
Две	20.VIII	5,3	5,0	6,0	5,1	2,8	5,0

На широкорядных посевах и на полях с не очень мощным развитием куста смыкание растений наступает позже, поэтому и культивации здесь могут проводиться и в более поздние сроки, чтобы предотвратить засорение поля и уменьшить испарение воды самой почвой.

Полка и мотыжение до последнего времени проводились вручную и требовали больших затрат труда. Например, на полку затрачивалось 5—6 человеко-дней на 1 га, а на мотыжение — 10 и более.

Сейчас эти работы в значительной мере механизированы. Благодаря внесению гербицидов при посеве в течение двух месяцев поле поддерживается в чистом от сорняков состоянии. Затем разросшиеся кусты подавляют сорняки в рядке, и надобность в полке возникает редко. Причем выполняется она при небольших затратах ручного труда (2—3 человеко-дня на 1 га). Ротационными звездочками, навешиваемыми на культиватор, почва рыхлится довольно близко к растениям, и тем не менее в рядке остается полоска шириной около 10 см, которая требует ручного рыхления.

Полку и мотыжение проводят сразу же после тракторных культиваций. Всего за период вегетации на посевах хлопчатника делают два-четыре мотыжения с прополкой сорняков. Это дает значительную прибавку урожая.

Особенно важно не запаздывать с первыми обработками. В начале вегетации почва на поверхности поля уплотняется в процессе самооседания или под действием осадков, нередко превращаясь даже в корку. В это время обильно прорастают сорняки. При запаздывании с первыми обработками — культивацией, полкой или мотыжением — сорняки начинают угнетать посевы, корка подавляет развитие и дыхание корневой системы растений и деятельность аэробных микроорганизмов.

В дальнейшем полив по бороздам поддерживает почву в рыхлом состоянии в рядке и уплотняет ее только в междурядьях. Поэтому поливы должны сопровождаться своевременными культивациями. Полки и мотыжения могут проводиться в более или менее растянутые сроки, если, конечно, почва в рядке не уплотнилась при поливе затоплением водой или обильными осадками.

Глубина рыхления почвы в рядке мотыжениями не должна превышать 6—8 см во избежание повреждения боковых корней растений. Еще мельче рыхлится почва при условии выращивания растений с поверхностно развитой корневой системой (лук, чеснок, огурцы).

Глубина рыхления почвы зависит и от почвенной разности. На почвах структурных и с близким залеганием грунтовых вод влага хорошо сохраняется в верхних слоях, в которых развиваются мелкие корни. На таких полях проводят мелкое рыхление. На почвах с глубоким залеганием грунтовых вод верхние слои быстрее пересыхают и мелкие корни растений располагаются ниже, поэтому рыхление почвы в рядке можно проводить глубже.

Окучивание в отличие от мотыжения проводят на растениях, способных образовывать дополнительные корни на стебле в местах засыпания его почвой (бахчевые, кукуруза, джугара и др.). Окучивание применяют и для превращения столона в плод (картофель, арахис). Окучиванием «отбеливают» съедобную часть растения (спаржа, лук-порей): часть стебля, засыпанная землей и лишенная солнечного света, имеет белый цвет, мягкую консистенцию и высокие вкусовые качества.

На чистых от сорняков полях окучивание проводят с помощью окучника. На засоренных полях окучивание совмещается с полкой, выполняется вручную или культиватором, на котором рабочие органы выполняют две операции — подрезание сорняков и окучивание растения.

Хлопчатник не способен к образованию дополнительных корней при окучивании. Тем не менее окучивание на хлопковых полях используется как средство борьбы с сорняками. Опыты показывают, что ко времени истечения срока токсического действия гербицидов — к концу июня при применении котората — хлопчатник имеет мощный куст. В это время одно-двукратное засыпание рядка его землей путем нарезки глубоких борозд существенно снижает засоренность поля и затраты ручного труда на полку. Урожай хлопка при этом повышается на 8—10%.

ГЛАВА VI. СЕВООБОРОТЫ

При длительном возделывании растений одного вида на одном участке (бессменно) урожай сельскохозяйственных растений снижается настолько, что дальнейшие посевы данной культуры становятся невыгодными. Поэтому многолетнее возделывание любого растения должно прерываться другой культурой, т. е. необходимо вводить севооборот.

Севооборот — это научно обоснованное чередование культурных растений во времени и на территории хозяйства. Так, в хлопководстве приняты хлопково-люцерновые севообороты. В них люцерна выращивается подряд два-три года, а затем хлопчатник — в течение 6—9 лет. Люцерна улучшает водно-физические, агрохимические свойства почвы, оздоравливает ее от инфекции вилта, улучшает мелиоративное состояние поля. В севообороте урожай хлопка повышается на 20—25%, эффективность внесения удобрений возрастает на 33%, потребность в оросительной воде для хлопчатника уменьшается на 20%, материальные затраты на обработку почвы и уход за растениями сокращаются на 10—15%. Урожай зерновых культур в севообороте повышается на 10—15%, овощных и бахчевых культур — на 20—25%, риса — на 30—35% и кенафа — на 20—30%.

Повышение урожая сельскохозяйственных растений в севообороте зависит от ряда причин, которые можно объединить в следующие группы: химические, связанные с различиями минерального питания растений; 2) физические — неодинаковое влияние сельскохозяйственных культур на физические свойства почвы; 3) биологические — различное отношение культурных растений к возбудителям болезней и вредителям сельскохозяйственных растений, а также к сорнякам.

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЧЕРЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТЕ

Химические причины. Одна из причин необходимости чередования различных культур в севообороте — особенность их почвенного питания. Потребность в зольных питательных элементах и азоте зависит от вида растений и высоты урожая. Для создания 1 т урожая зерновые культуры берут из почвы 12 кг фосфора и по 25 кг калия и азота; сахарная свекла —4 кг азота, 1,6 кг фосфора и 6,8 кг калия; кенаф —15—16 кг азота, 8—10 кг фосфора, 20 кг калия; хлопчатник —60 кг азота, 43 кг фосфора и 33 кг калия.

Следовательно, сахарная свекла, хлопчатник и кенаф требуют для своего развития больше питательных элементов, чем зерновые культуры. Одни растения из почвы берут в большом количестве

фосфор, калий, но мало потребляют азота (бобовые), другие больше потребляют азота (хлопчатник), калия (кенаф).

Способность усваивать питательные элементы у разных растений неодинакова. Некоторые из них усваивают питательные элементы из труднодоступных соединений, тогда как для других необходимы легкодоступные формы. Так, гречиха, горчица не только извлекают фосфор из малодоступных соединений, но и превращают их в легкоусвояемые растениями формы. Горчица, например, благодаря обильным корневым выделениям (3,5 г углекислоты на 1 г веса корней) усваивает фосфор даже из фосфорита, из которого хлопчатник и многие другие растения не в состоянии поглотить питательные элементы. Повышенной способностью усваивать фосфор из трудноусвояемых соединений обладает и люцерна. Там, где хлопчатник испытывает недостаток в фосфоре из-за отсутствия легкоусвояемых фосфатов, люцерна успешно его извлекает. Это обстоятельство служит одной из причин использования сочетания люцерны с хлопчатником в севообороте. Хлопчатник обильно питается фосфором, когда этот элемент находится в легкоусвояемой форме, что бывает в почве непродолжительное время. Легкодоступный хлопчатнику монофосфат кальция минеральных удобрений быстро превращается в двухкальциевый, а затем — в трехкальциевый фосфат, трудноусваиваемый этим растением. Но этот элемент пищи в почву вносится в четыре-пять раз больше (для обеспечения нормального питания растения), чем выносится хлопчатником. При этом в почве остается около 80% не использованных растением фосфатов. Их хорошо использует люцерна, следующая за хлопчатником в севообороте.

Различные растения имеют разную глубину проникновения корней, поэтому одни из них лучше, другие хуже используют влагу и питательные элементы из глубоких слоев почвы. Так, корни хлопчатника проникают на глубину 1,5 м, зерновых колосовых — на 60—70 см, люцерны — на 2,5 м и больше. Растения с глубокой корневой системой извлекают питательные элементы с глубины 2 м и больше. Часть из них откладывается в корнях в верхнем слое почвы, которые, отмирая, обогащают его и обеспечивают питанием другие сельскохозяйственные растения, имеющие неглубокие корни. Поэтому чередование культур в севообороте есть один из радикальных способов более полного использования растениями питательных элементов из всей почвенной толщи.

С развитием химической промышленности в нашей стране и снабжением хлопководства высокими нормами минеральных удобрений создаются условия для решения проблемы повышения плодородия почвы путем систематического обогащения почвы элементами питания.

В прошлом, когда химическая промышленность была развита слабо, основным предшественником большинства сельскохозяйственных растений являлись бобовые растения, обогащающие почву биологическим азотом. Теперь, когда потребность земледелия в азоте и других элементах в значительной мере удовлетворяется за

счет внесения минеральных удобрений, хорошими предшественниками полевых культур могут служить не только бобовые высокопродуктивные растения, но и растения, использующие тепло невегетационного периода основной полевой культуры. В качестве примера можно назвать кукурузу и промежуточные культуры из семейства злаковых и крестоцветных.

Кукуруза — высокопродуктивное растение, дающее высокий урожай зерна (100 ц/га и больше) и растительной массы. Она оставляет в почве много органического вещества в виде корней, но сильно истощает почву питательными элементами. Поэтому в прошлом кукуруза была плохим предшественником всех сельскохозяйственных растений, в частности хлопчатника. Было время, когда ее возделывание даже запрещалось в хлопководстве. Одна из причин этого — массовое размножение коробочного червя, который теперь легко уничтожается химикатами.

Теперь кукуруза введена в севооборот и является хорошим предшественником для многих культур — хлопчатника, зерновых колосовых и др. Истощенные запасы питательных элементов почвы пополняются внесением минеральных удобрений. Кукуруза к тому же не поражается вилтом, уменьшает поражение хлопчатника этой болезнью.

После уборки полевых культур остается разное количество пожнивных и корневых остатков, которые обогащают почву органическим веществом. После многолетних трав их много, а после пропашных запасы их могут даже уменьшиться. Поэтому рекомендуется в промежутке между двумя урожаями основной культуры, например хлопчатника, в осенне-зимне-весеннее время выращивать на зеленое удобрение[1] растения из семейства злаковых (рожь) и крестоцветных (рапс, горчица), которые более зимостойки, менее требовательны к теплу, чем бобовые, дают много кормов и обогащают почву органическим веществом. Они называются *промежуточными культурами*.

Возможность усвоения части питательных элементов растениями в виде органических соединений теперь не оспаривается. Больше того, наличие органического вещества в почве усиливает поступление минеральных соединений в клетки растения. Для нормального питания растений, в особенности овощных и бахчевых культур, обязательно наличие витаминов и органических кислот в почве, также являющихся органическими веществами. Поэтому при подборе культур нужно учитывать это обстоятельство и вводить такие севообороты, которые из года в год будут обогащать почву органическим веществом. Это особенно важно для сероземных почв, бедных от природы органическими веществами и поэтому имеющих плохие физические свойства.

В Средней Азии в невегетационный для хлопчатника период (осенью, зимой и весной) суммарная температура составляет

[1] *Зеленое удобрение*—растительная масса, выращиваемая для запашки в почву с целью повышения ее плодородия.

1500—2000° градусов тепла, которая позволяет получать 400—500 ц/га зеленой и 4—5 т/га корневой массы. После скармливания надземной части скоту пожнивные остатки с корнями составят 5—6 т органического вещества, равномерно распределенного в почве. Этот источник пополнения запасов органического вещества почвы практически неисчерпаем, наиболее перспективен (особенно в хлопководстве) и поможет решить проблему систематического повышения плодородия почвы.

Физические причины. При длительном возделывании пропашных культур почва распыляется и сильно уплотняется, что ухудшает ее водно-физические свойства. Содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,25 мм уменьшается вдвое и примерно настолько же ухудшается водопроницаемость почвы. На таких распыленных почвах продолжительность полива резко возрастает, и увлажнение глубоких слоев, откуда хлопчатник и другие растения поглощают воду, становится затруднительным. Приходится увеличивать продолжительность или частоту полива и количество междурядных обработок.

Это положение можно продемонстрировать следующими наблюдениями. По пласту люцерны и его обороту первый вегетационный полив проводится большой поливной нормой — 1500 м³/га воды и больше. Благодаря мелкокомковатой структуре влага хорошо сохраняется в почве (не испаряется) и второй полив наступает через 60—70 дней после первого. На старопахотных землях с распыленной почвой большое испарение воды с поверхности почвы приводит к тому, что между первыми поливами проходит всего 30—40 дней. Поэтому на этих землях с глубоким залеганием грунтовых вод до цветения хлопчатника приходится проводить 1—2 полива, тогда как по пласту и обороту пласта люцерны до цветения хлопчатника нередко обходятся без полива или проводят один полив. В соответствии с поливами по старопашке проводят 3—4 цикла междурядных обработок, а по пласту люцерны — 1—2 (в цикл междурядных обработок входит нарезка борозд, культивация и мотыжение или полка сорняков).

После разложения растительных остатков люцерны почва снова приобретает мелкозернистое структурное состояние, становится рыхлой, и под второй урожай хлопка (по обороту пласта люцерны) вспашка ее не требуется вовсе (достаточно чизелевания или дискования) или проводится мелко. Кроме того, в течение двух лет после распашки люцерны отпадает небходимость в рыхлении почвы с помощью мотыжения (табл. 46).

Начиная с третьего года распашки люцерны значительно ухудшаются физические свойства и уменьшается естественное плодородие почвы, что приводит к снижению урожая хлопка-сырца.

В первые годы после распашки люцерны почва хорошо оструктурена и обладает слабыми капиллярными свойствами. Поэтому по пласту и обороту пласта она обычно не засолена и не требует промывного полива. Нужда в нем возникает на севооборотных полях после нескольких лет распашки люцерны, когда почва теряет мел-

Таблица 46

Эффективность замены мотыжения полкой сорняков на севооборотных полях после распашки трехлетней люцерны

Обработка почвы в рядке	Урожай хлопка-сырца, ц/га			
	По пласту люцерны	По обороту пласта	На 3-й год	На 4-й год
Мотыжение	43,7	43,7	45,0	45,0
Полка сорняков	45,0	43,8	42,5	44,2

кокомковатое строение, распыляется и уплотняется, вызывая подъем грунтовой воды в верхние слои и их засоление.

Улучшению физических свойств почвы и приданию ей мелкокомковатости в некоторой степени способствуют и однолетние растения с мочковатой корневой системой (ячмень, пшеница и др.).

В перспективе в качестве структурообразователей предполагается использование полимерных препаратов промышленного изготовления — крилиумов (соединения акриловой и метакриловой кислот), обладающих хорошими клеящими свойствами; препарата К-4 (при внесении в дозе 0,03% от массы почвы превращает в агрегатное состояние более 50% массы типичного серозема), устойчивого против микробиологического распада, и др.

Оструктуренная полимерами почва хорошо водопроницаема, водопрочна, не образует корку, не подвергается водной и ветровой эрозии и успешно опресняется при промывных поливах.

Как видно из вышеизложенного, с развитием науки и техники улучшение физических свойств почвы перестает находиться в полной зависимости от естественно протекающих в природе почвенных процессов. В них все больше и активнее будет вмешиваться сам земледелец, решая задачу оструктуривания почвы гораздо быстрее, чем это происходит в природе. Это позволит дольше сохранять ее хорошие водно-физические свойства, создаваемые в севообороте предшественниками полевых культур.

Биологические причины. Как известно, сорняки наносят урожаю сельскохозяйственных культур значительный урон. Одна из эффективных мер борьбы с ними — смена культур в севообороте. Так, озимые и зимующие сорняки приспособлены к культуре озимых хлебов и при бессменном их возделывании засоряют посевы этих растений. Яровые же сорняки подавляются быстро растущими весной озимыми посевами. При повторных посевах яровых непропашных культур они засоряются яровыми сорняками, особенно овсюгом, дикой редькой, кураем, мышеем и др. Озимые же сорняки легко уничтожаются зяблевой и предпосевной обработкой, проводимой под яровые культуры. Таким образом, чередование озимых и яровых культур создает неблагоприятные условия для озимых и яровых сорняков.

Хорошо очищаются поля от сорняков при смене растительности с разной технологией возделывания. Так, возделывание про-

пашных культур, требующее интенсивного рыхления почвы междурядной обработкой, способствует уничтожению сорняков в посевах, очищению верхнего слоя почвы от семян и вегетативных органов размножения многолетних сорняков и уменьшению засоренности последующих культур, особенно, если они являются растениями узкорядного посева без междурядной обработки.

В борьбе с некоторыми паразитными сорняками смена растительности в севообороте — пока что практически единственно доступное средство очищения поля. Например, там, где бахчевые, подсолнечник, табак и другие культуры поражены заразихой, возделывать эти культуры повторно на этом поле можно только через 7—8 лет, когда семена сорняка-паразита, находящиеся в почве, потеряют жизнеспособность.

На богарных землях при длительных повторных посевах зерновых культур сорняки часто являются главной причиной снижения урожая. Внедрение севооборотов с чистыми парами и пропашными культурами эффективно очищает поля от сорняков.

Большую опасность при бессменных посевах многих растений представляют вредители и возбудители болезней сельскохозяйственных культур, которые повреждают или поражают определенные культуры. Так, при бессменном или длительном возделывании хлопчатника на одном и том же поле растение сильно повреждается паутинным клещиком, карадриной и другими вредителями. Особенно большой урон урожаю хлопчатника наносит паутинный клещик, борьба с которым с помощью одних ядохимикатов не дает желаемых результатов.

Наряду с разработкой биологических методов борьбы с паутинным клещиком и другими вредителями применяют и такое средство борьбы с ними, как введение хлопково-люцернового севооборота.

При длительном возделывании сахарной свеклы, кенафа и герани на одном и том же поле растения сильно страдают от нематод.

Многие культуры при бессменном их возделывании также сильно поражаются различными болезнями, вызываемыми грибами-паразитами, бактериями и вирусами. Каждой культуре свойственны свои болезни (например, хлопчатник поражается бактериями ризоктония адерхольди, вызывающими корневую гниль, грибками вертицилл и фузариум, вызывающими увядание растений; озимая пшеница — ржавчиной и корневой гнилью, лен и конопля — фузариозом, картофель — фитофторой, подсолнечник — ложной мучнистой росой), и при смене культур возбудители болезней не находят условий для жизни и погибают. Д. Н. Прянишников писал, что с истощением почвы можно бороться внесением удобрений, с потерей ею должного строения — внесением органического вещества, извести для кислых почв и правильной обработкой, с размножением паразитов очень часто нельзя справиться без должного севооборота.

В борьбе с болезнями сельскохозяйственных растений, которые причиняют хозяйству колоссальный ущерб, выведение болезнеустойчивых сортов играет немаловажную роль. Так, в 40-х годах хлопчатник С-450 был заменен на вилтоустойчивый сорт 108-Ф, который многие годы практически не страдал этой болезнью, вызываемой возбудителем вилта вертициллом. Однако со временем этот возбудитель привык к новому сорту. Только одна Узбекская республика в 70-е годы ежегодно недобирала из-за этой болезни по 400—500 тыс. тонн хлопка-сырца. На смену сорту хлопчатника 108-Ф пришли новые вилтоустойчивые сорта — Ташкент-1, 2, 3,— и урожай хлопка заметно возрос, но через пять-шесть лет они тоже оказались пораженными этой болезнью. Факты потери вилтоустойчивости сортами 108-Ф и Ташкент-1, 2, 3 свидетельствуют о том, что в почве постоянно идет отбор новых форм грибка вертицилла и фузариума и их приспособление к новому сорту, заканчивающиеся потерей болезнеустойчивости нового сорта.

Решение проблемы борьбы с болезнями возможно путем создания неблагоприятных почвенных условий для возбудителя той или иной болезни. Например, для борьбы с вилтом хлопчатника необходимо создать анаэробные почвенные условия и, наоборот, для борьбы с загниванием корней зерновых колосовых культур следует создать аэробные условия. С этой целью в первом случае в качестве предшественника хлопчатника возделывается непропашная культура — люцерна, а во втором — пропашные культуры — кукуруза, корнеплоды и клубнеплоды.

ПРИНЦИП ПОДБОРА ПРЕДШЕСТВЕННИКА

В практике земледелия различных почвенно-климатических зон замечено, что урожай многих культур зависит не только от их биологических особенностей и технологии возделывания, но и от длительности высевания их на одних и тех же полях. Однако не все культуры одинаково реагируют на бессменный посев. Одни из них при бессменных посевах незначительно снижают урожай (картофель, хлопчатник), другие вообще не выносят повторных посевов (свекла, подсолнечник), третьи только при краткосрочных бессменных посевах дают хороший урожай (зерновые).

Установлено, что чередование культур тем больше сказывается на повышении их урожаев, чем значительнее различия в биологии 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.

В хлопководстве хорошим предшественником хлопчатника (пропашная культура) является люцерна (непропашная культура). Она обогащает почву органическим веществом, улучшает ее физические свойства, оздоравливает ее от вилта и других болезней (в отличие от хлопчатника создает анаэробные условия).

Исходя из этого принципа можно утверждать, что в условиях Средней Азии хорошим предшественником риса окажется соя. Этому будет способствовать то, что соя и по биологии, и по технологии возделывания существенно отличается от риса. Последний растет на полях, покрываемых слоем воды, и за время его произрастания в анаэробных условиях в почве накапливаются закисные соединения, вредные для риса. При выращивании сои почва будет активно вентилироваться благодаря междурядным обработкам, и закисные соединения будут окисляться. Междурядная обработка, кроме того, очищает поле от сорняков, в огромных количествах накапливающихся на рисовом поле. Соя в известной мере может заменить основной предшественник риса — люцерну и в обогащении почвы биологическим азотом, успешно развиваясь на землях с близким залеганием грунтовых вод, от которых страдает, вымокает и изреживается люцерна.

На богарных землях основными культурами из зерновых колосовых являются пшеница, ячмень (непропашные культуры). Наиболее эффективные пути получения высокого урожая зерна — ликвидация сильного засорения поля и сохранение влаги в почве. Это достигается внедрением паров, на которых постоянной обработкой поле очищается от сорняков. При отсутствии растения, расходующего основную массу воды на транспирацию, и при слабом испарении воды с мелкоразделанной поверхности поля вода накапливается в почве. После парового поля урожаи зерновых культур почти утраиваются, поэтому отведение 15—20% пашни под пар экономически выгодно. Такие севообороты широко распространены в Средней Азии.

Лучшим предшественником овощных и бахчевых культур как пропашных считаются многолетние травы, в частности люцерна, которая помимо обогащения почвы биологическим азотом, улучшения ее физических свойств насыщает ее и органическими веществами, к которым очень требовательны эти культуры.

Влияние различных групп растений и предшественников на плодородие почвы и урожай последующих культур

Многолетние травы

Из этой группы растений в Средней Азии наиболее широко распространена люцерна. Влияние ее на физико-химические свойства почвы характеризуются следующими данными СоюзНИХИ (табл. 47).

Двух-трехлетняя люцерна в пахотном и подпахотном слоях почвы накапливает до 120—150 ц/га корней в пересчете на сухое вещество. Кроме того, в процессе роста ее происходит отмирание и обновление корней, которые в условиях ограниченного доступа воздуха в относительно плотной почве люцерника медленно разлагаются и обогащают почву гумусом. Густая сеть корней пронизывает почву во всех направлениях, вследствие чего при отмирании в почве образуется много ходов. Весь пахотный и значительная

Таблица 47

Влияние люцерны на агрохимические и агрофизические свойства почвы

Вариант	Углерод, % от сухой почвы в слое (см)		Азот, % от сухой почвы в слое (см)		Агрегаты крупнее 0,25 мм, %	Водопроницаемость почвы за 3 часа полива, м³/га
	0—25	25—40	0—25	25—40		
По пласту люцерны	0,747	0,640	0,095	0,084	25,2	1276
Хлопковая старопашка	0,658	0,566	0,086	0,071	13,0	769

часть подпахотного слоев расчленяются корнями на отдельные комочки, которые пропитываются гумусом, и почва после пахоты приобретает мелкокомковатую структуру и благоприятные водно-физические свойства. Такая почва хорошо водопроницаема и влагоемка. Общие запасы воды за счет увеличения полевой влагоемкости возрастают на 400—500 м³/га в метровом слое почвы. Структурная почва мало расходует воды на испарение. За счет улучшения водно-физических свойств почвы количество поливов в первые годы после распашки люцерны уменьшается на 1—2 по сравнению с хлопковой старопашкой. Это, в свою очередь, снижает материальные затраты на междурядную обработку.

Люцерна — бобовое растение. На ее корнях поселяются клубеньковые бактерии, которые питаются питательными элементами, добываемыми растением-хозяином. Такое сожительство (симбиоз) люцерны с бактериями полезно тем, что последние усваивают атмосферный азот из воздуха, закрепляют его в своих телах и усиливают азотное питание самой люцерны, а после ее распашки обильно снабжают азотом последующие культуры, в частности хлопчатник.

В результате улучшения водно-физических свойств почвы и насыщения ее органическим веществом урожай хлопка-сырца в хлопково-люцерновом севообороте повышается, по многолетним данным СоюзНИХИ, на 7 ц/га, или почти на 20% по сравнению с монокультурой хлопчатника (табл. 48).

Таблица 48

Влияние севооборота на урожай хлопка-сырца

Способ возделывания хлопчатника	Средняя годовая норма удобрения, кг/га			Средний урожай хлопка-сырца, ц/га
	N	P	K	
Хлопково-люцерновый севооборот	136	122	56	43,0
Монокультура хлопчатника удобряемая	150	127	64	36,4
Монокультура без удобрения	—	—	—	15,1

Несмотря на обогащение почвы биологическим азотом минеральные удобрения в севообороте используются хлопчатником полнее, и каждый килограмм азота минеральных удобрений в этом опыте окупался 20 кг/га хлопка-сырца, что на 5 кг больше, чем при монокультуре, т. е. окупаемость азота в севообороте оказалась на 33% выше, чем по монокультуре. Кроме того, использование в севообороте люцерны в качестве предшественника экономически выгодно, так как, во-первых, за счет сокращений числа рыхлений на 10—15% снижаются трудовые затраты на уход за растениями в хлопково-люцерновом севообороте. Во-вторых, она улучшает мелиоративное состояние почвы вследствие вымывания солей в грунтовые воды. Люцерновое поле с ранней весны до поздней осени затеняется густым травостоем, исключая короткие четырех-пятидневные периоды после укоса. В остальное время на затененном поле преобладают нисходящие токи поливной воды, которые вымывают соли в грунтовые воды. Благодаря мощной корневой системе и большому расходу воды на транспирацию люцерна из года в год понижает уровень грунтовых вод. Поэтому после распашки люцерны оструктуренная почва опреснена и в первые годы возделывания хлопчатника не нуждается в промывных поливах. В-третьих, на поливных землях люцерна дает 5—6 укосов с урожаем сена 200—250 ц/га, содержащего большое количество белков. В-четвертых, она оздоравливает почву от инфекции вилта.

О неблагоприятном влиянии ограниченного поступления воздуха в почву на развитие инфекции вилта свидетельствует и география распространения этой болезни на территории хлопкосеющих хозяйств. На почвах с близким залеганием грунтовых вод (луговых и лугово-болотных) хлопчатник меньше поражается вилтом. Эта болезнь сильно распространена на хорошо аэрируемых почвах с глубоким залеганием грунтовых вод.

Алкалоид сапонин, содержащийся в корнях люцерны, выделяется в окружающую среду и в ризосфере дезинфицирует почву, в том числе подавляет и грибок вертицилл. По наблюдениям академика Мишустина, этот алкалоид максимально накапливается в корнях трехлетней люцерны. Поэтому на полях, где хлопчатник поражается вилтом, люцерну необходимо выращивать три года. В течение трех лет рекомендуется возделывать люцерну и на полях с засоленной почвой.

Специальными исследованиями установлено, что при высокой культуре земледелия (большие урожаи люцерны, высокое плодородие почвы) на незасоленных почвах севообороты с двухлетним стоянием люцерны более эффективны, чем севообороты с трехлетним ее стоянием (табл. 49). Это объясняется тем, что основная масса азота в корнях, почве и надземной массе накапливается к концу второго года жизни растения. И, кроме того, при двухлетнем стоянии люцерны чаще будет происходить восстановление плодородия почвы. На третий год люцерна изреживается, и урожай сена уменьшается.

Таблица 49

Влияние люцерны разного возраста на накопление азота в почве (по данным СоюзНИХИ)

Год стояния люцерны	Урожай сена, ц/га	Накопление азота, кг/га		Всего
		в корнях и почве	в сене	
1-й	65,4	438	232	670
2-й	155,2	604	428	1032
3-й	141,1	781	372	1153

Система севооборотов включает следующие типы севооборотов: полевые, кормовые и специальные. В хлопководстве повышение плодородия почвы и кормодобывания решается в основном в полевом севообороте. В Европейской части СССР первая задача решается в полевом севообороте, а вторая — в кормовом. Связано это с тем, что в Средней Азии обилие тепла, оросительной воды и большие нормы минеральных удобрений позволяют получать высокие урожаи кормов с травяного клина полевого севооборота. Кроме того, за счет тепла в осенне-зимне-весенний невегетационный для основной культуры период можно получать также большое количество кормов путем возделывания промежуточных культур.

Интенсификация люцерны первого года жизни. В этот год люцерна в начале вегетации укореняется и растет очень медленно и дает в два раза меньший урожай сена, чем на второй год.

Для получения высокого урожая сена в первый год жизни люцерны необходимо выращивать ее с интенсивно растущими растениями, такими, как кукуруза, зерновые колосовые культуры, суданская трава, райграсы. Под покровом этих растений люцерна в первый год несколько угнетается и дает не очень высокий урожай сена. Зато за счет покровных растений общий выход кормов значительно увеличивается. Так, при совмещенном посеве люцерны с кукурузой выход кормовых единиц утраивается (10913 кормовых единиц), с зерновыми колосовыми культурами — увеличивается на 30%, с суданской травой — на 200% и с райграсами — на 20%.

Повышение урожая при совмещенных посевах люцерны с другими культурами объясняется тем, как отмечал еще Ч. Дарвин, что сообщество, состоящее из различных видов, лучше использует космические и земные факторы, чем один какой-либо вид.

Недобор урожая сена люцерны в первый год выращивания при совмещенных посевах полностью компенсируется его повышением на второй и третий годы за счет усиленного питания в процессе разложения корневых остатков злаковых компонентов — кукурузы, зерновых колосовых, райграса и суданской травы (табл. 50). При этом важно отметить, что растительные остатки покровных злаковых культур, богатые углеводами, стимулируют развитие клубеньковых бактерий (табл. 51), благодаря чему люцерна под покровом злакового компонента еще более обогащается азотом.

Таблица 50

Влияние покровной культуры на урожай сена люцерны

Люцерна	Первый год					Второй год		За два года	
	Зерно, ц/га	Солома, ц/га	Сено, травы, ц/га	Корм. единиц	%	Сено, травы, ц/га	%	Кормовых единиц	%
Беспокровная	—	—	105,5	5280	100,0	190,5	100,0	14810	100
Под покровом ячменя	21,2	43,8	87,3	8560	162,1	217,7	114,2	19450	132

Таблица 51

Влияние злакового компонента травосмеси на образование клубеньков на корнях люцерны (по данным СоюзНИХИ)

Срок определения	Количество клубеньков на площади 625 см²	
	люцерна	люцерна+злаки
1-й год, 1-й укос	50	25
1-й год, 3-й укос	51	107
2-й год, 1-й укос	308	315

Так, в одном из опытов СоюзНИХИ в корнях люцерны содержалось 1,679% азота, а в корнях люцерны со злаком —1,788% азота.

При совмещенных посевах люцерны с кормовыми и зерновыми культурами решается задача не только увеличения производства кормов, но и повышения плодородия почвы и урожая хлопка. На совмещенных посевах больше накапливается корневой массы, чем на посевах одной люцерны (например, по данным СоюзНИХИ, люцерна в чистом посеве к концу вегетации накапливает массу воздушно-сухих корней 32,3 ц/га, а люцерна с овсом —48,6, люцерна с кукурузой —46,7 ц/га).

Таблица 52

Влияние люцерны, выращенной под покровом кукурузы, на урожай хлопка, ц/га (по данным СоюзНИХИ)

1963 г.	1964 г.	Урожай хлопка после распашки люцерны по годам, ц/га							Среднее	Прибавка	
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й		ц/га	%
Хлопчатник по хлопчатнику	Хлопчатник	40,1	35,3	35,8	31,2	24,3	22,9	34,3	32,0	0,0	—
Люцерна в чистом посеве	Люцерна	51,2	45,3	45,9	36,5	29,3	28,1	40,2	39,5	7,5	23,4
Люцерна совместно с кукурузой на силос	Люцерна	50,1	45,5	43,8	35,4	32,8	30,3	36,7	39,2	7,2	22,5

Совмещенные посевы, значительно увеличивая выход кормов, естественно, больше выносят из почвы и питательных элементов. Но это не сказывается на снижении плодородия почвы. Благодаря обогащению почвы органическим веществом совмещенные посевы люцерны не уступают посевам одной люцерны в повышении плодородия почвы. Об этом можно судить из следующих данных СоюзНИХИ (табл. 52).

Получение двух урожаев во втором звене севооборота. Чтобы решить проблему получения кормов и, в частности, концентратов для животноводства, хлопково-люцерновые севообороты расчленяют на два звена.

Звеном севооборота называется часть ротации, включающая последовательно сменяющиеся 2—3 культуры, размещаемые после так называемых восстановительных полей или клиньев, в частности люцерны. Так, например, двенадцатилетний хлопково-люцерновый севооборот 3:9 может иметь и такую схему: 2:6:1:3, где в первом звене люцерна возделывается два года, после нее шесть лет хлопчатник, затем во втором звене высеваются однолетние кормовые культуры (кукуруза, пшеница и др.), после которых еще три года выращивается хлопчатник.

Решить проблему получения кормов можно не только путем интенсификации люцерны первого года произрастания, но и получения двух урожаев с одного и того же поля в один год во втором звене севооборота. Для этого в условиях хлопководства имеются все возможности: достаточно длительный вегетационный период с большим количеством тепла, наличие оросительной воды и минеральных удобрений. Поэтому во втором звене хлопково-люцернового севооборота на восстановительном поле высеваются две культуры — кукуруза или другие зерновые с последующим высевом промежуточной культуры, или кукуруза совместно со свеклой, или кукуруза в различном сочетании с зерновыми колосовыми либо зернобобовыми культурами.

В зависимости от потребности хозяйства в концентратах, зерне и силосе можно возделывать следующие культуры: кукурузу на зерно,а после нее — промежуточные культуры с осенней их запашкой под хлопчатник. Если кукуруза возделывается на силос, можно получать два урожая в год. В этом случае выгоднее даже выращивать сорго (джугару). После укоса оно отрастает и дает второй полноценный урожай силосной массы с большим содержанием сахара, что имеет важное хозяйственное значение. С джугарой хорошо силосуются даже сухие отходы растениеводства после соответствующего увлажнения. При выращивании ее на зерно стебли джугары поедаются животными полностью без отходов.

Кукуруза в последние годы совмещенно возделывается со свеклой. После ее уборки корнеплод продолжает вегетировать и осенью дает полноценный урожай. Для улучшения азотного баланса поля целесообразно выращивание бобовых растений, в частности гороха, после кукурузы.

Сочетание кукурузы, джугары, пшеницы, ржи, ячменя, овса, гороха, вики, рапса в расчлененных звеньях севооборотов в зависимости от различных почвенно-климатических условий позволяет получать при возделывании первой культурой кукурузы и джугары 80—100 ц/га зерна, 400—600 ц/га силосной массы и при пожнивном и подзимнем посевах промежуточных культур — 200—300 ц/га зеленой массы, которая используется как корм или сидерат под посевы хлопчатника.

Исследования показывают, что все культуры, возделываемые в качестве восстановителей плодородия почвы во втором звене севооборота, существенно улучшают агрохимические и физические свойства почвы. Так, различное сочетание гороха с кукурузой и последней с викой, по данным СоюзНИХИ, обогащает почву нитратами в период вступления хлопчатника в репродуктивную стадию. Лишь только в начале вегетации наблюдается некоторое обеднение почвы нитратами на поле из-под кукурузы, которые могут быть восполнены увеличением нормы азотных удобрений, вносимых перед посевом и в первую подкормку.

Наряду с улучшением питательного режима однолетние предшественники оказывают влияние и на водно-физические свойства почвы. По сравнению со старопашкой водопроницаемость почвы увеличивается вдвое, а количество водопрочных агрегатов размером 0,25—3 мм — вдвое-втрое.

СХЕМЫ ХЛОПКОВЫХ СЕВООБОРОТОВ

Хлопковые хозяйства республик Средней Азии расположены в районах с различными почвенно-климатическими условиями и водными ресурсами. Поэтому для разных условий рекомендованы и различные схемы севооборотов (табл. 53).

Таблица 53

Основные схемы хлопковых севооборотов

Почвенные условия	Удельный вес посевов хлопчатника, %	Схемы севооборотов
Почвы сероземного типа		
Незасоленные (темные, типичные и светлые сероземы)	77,7—80,0	2:7,2:8 (1:4,1:4)
Окультуренные, высокоплодородные	75	3:9 (2:6,1:3)
Слабоокультуренные	70	3:7 (1:2:7; 2:4:1:3)
Подверженные засолению (светлые сероземы), слабозасоленные и незасоленные	70	1:2:7 (3:7; 2:4:1:3)
Среднезасоленные и незасоленные	66,7—62,5	3:6; 3:5; 1:2:6
Почвы пустынной зоны		
Слабозасоленные и незасоленные	70	3:7,1:2:7
Средне- и сильнозасоленные	66,7—62,5	3:6,3:5,1:2:6

Как видно из таблицы, на полях с высоким плодородием почвы рекомендуется вводить севообороты с двухлетним стоянием люцерны и семью-восемью полями хлопчатника или расчлененный севооборот с одним полем кукурузы, после которой выращивается промежуточная культура с осенней ее запашкой под хлопчатник, возделываемый три-четыре года.

На почвах, подверженных засолению, и пустынной зоны рекомендуется трехлетнее стояние люцерны для лучшего опреснения почвы и поднятия ее естественного плодородия. На этих землях первое севооборотное поле является мелиоративным. До или после получения урожая скороспелой культуры проводится капитальная планировка, а на следующий год — высевается люцерна (схемы 1:2:7 или 1:2:6).

Однолетние травы как промежуточные культуры. Сидераты в орошаемом земледелии применяются издавна с целью получения кормов и повышения плодородия почвы. Для решения второй задачи в прошлом высевались, как правило, только бобовые растения (маш, горох, шабдар, берсим и др.), что было вызвано недостатком минерального азота и необходимостью пополнения дефицита этого элемента пищи в почве. Они не утратили своего значения и поныне и применяются как источник биологического азота. Однако все эти растения имеют ряд недостатков — очень влаголюбивы, требуют частых поливов и не выносят низких температур, за исключением гороха, хотя и он в бесснежные сравнительно суровые зимы тоже вымерзает. Эти недостатки, видимо, и явились причиной того, что данные бобовые растения так и не нашли широкого применения в производственных посевах.

В последние годы в орошаемых зонах Средней Азии успешно испытаны в научных учреждениях и начали внедряться в производство в качестве промежуточной культуры растения из семейства злаковых и крестоцветных: рожь, рапс, горчица. Они имеют мощную корневую систему, поэтому менее требовательны к воде, начинают вегетировать при низких температурах, полнее используя тепло зимней вегетации (осени, зимы и ранней весны). Так, рожь начинает вегетировать при гораздо более низких температурах, чем бобовые растения,— около 5°, полнее использует тепло зимней вегетации и ко времени посева яровых культур, в частности хлопчатника, успевает накопить до 500 ц/га зеленой массы.

Рапс — растение семейства Крестоцветные зимней вегетации. Он начинает вегетировать при температуре +5°С и хорошо использует тепло осенне-зимне-ранневесеннего времени, пока поля не засеяны основной культурой. Ко времени посева поздних яровых культур (хлопчатника, риса, кенафа, кукурузы, джугары) рапс также накапливает много зеленой массы — около 500 ц/га. В отличие от ржи рапс по химическому составу приближается к люцерне, имеющей высокие кормовые достоинства. Рапс (так же, как и рожь, горчица) отзывчив на азотные удобрения и при подкормке этим элементом пищи содержит почти столько же азота и каротина, что и люцерна. Кроме того, семена его содержат много жи-

ра. Благодаря высоким кормовым достоинствам рапс в перспективе должен получить широкое распространение в хлопководстве в качестве промежуточной культуры.

Горчица также довольно полно использует тепло зимней вегетации — начинает вегетировать при температуре +5°С и накапливает много зеленой массы. Хотя кормовые достоинства ее невысоки (скот поедает ее только после специального приучения), у нее есть другое преимущество — подавляет развитие грибка вертицилла, вызывающего заболевание хлопчатника вилтом.

СХЕМЫ РИСОВЫХ СЕВООБОРОТОВ

Промежуточные культуры оказались весьма эффективными и при выращивании риса. Так, по данным Узбекского института риса, осенняя запашка гороха «Восток» повысила урожай риса на 5,2 ц/га, весенняя — на 5,0 ц/га. От запашки жнивья и корней гороха урожай риса повысился при осенней запашке на 2,7, при весенней — на 3,6 ц/га. При удвоении нормы фосфатов (с 60 до 120 кг/га) и внесении 100 кг/га K_2O осенняя запашка всей массы гороха на зеленое удобрение повышает урожай риса на 10,4 ц/га, весенняя — на 8,5 ц/га.

Рисовое растение сравнительно рано убирается осенью — в сентябре и по зяби сеется поздно весной — в конце апреля. В этот достаточно продолжительный период, когда на поле отсутствует рисовое растение, выращивается промежуточная культура, продолжительность вегетации которой можно еще более удлинить за счет высева семян сидератов незадолго до спуска воды с поля (примерно на две недели), что, безусловно, повысит эффективность промежуточных культур на рисе.

Когда рис чередовался только с люцерной, удельный вес товарной продукции был небольшой — около 50%. При длительном возделывании риса на одном и том же поле растение поражалось болезнями, вызванными плохими физическими свойствами почвы (загнивание корней) или накоплением продуктов восстановительных процессов в почве. С внедрением промежуточных культур в рисовый севооборот удельный вес товарной культуры достигает 80%.

На основе данных, накопленных научными учреждениями и передовой практикой сельского хозяйства, рекомендованы следующие севообороты:

1. Шестипольные: *1, 2, 3, 4* поля — рис; *5, 6*— травы двухлетнего стояния (в первый год — посев трав с покровом ячменя или пшеницы). В этой схеме севооборота под рисом находится 66,6% площади, под травами —33,4%.

2. Девятипольные: *1, 2, 3* поля — рис; *4*— мелиоративное улучшение (главным образом планировка) в первую половину лета; посев маша, сои, гороха на зеленую массу или зерно во вторую половину лета; *5, 6, 7* — рис; *8*— яровой ячмень на зерно с подсевом люцерны на сено, *9*— люцерна второго года стояния на сено или семена. Таким образом, под зерновыми находится 77,8% площади, в том числе под рисом —66,7%, под травами —22,2% и под сидеральными культурами —11,1%.

3. Десятипольные: *1* поле — мелиоративное улучшение в первой половине лета; посев зернобобовых культур (горох, соя, маш) на зерно или сидератов во второй половине лета; *2, 3, 4*— рис; *5*— яровой ячмень на зерно с подсевом люцерны; *6*— люцерна второго года стояния на сено; *7, 8, 9, 10*— рис. Под зерновыми культурами занято 80% площади, в том числе под рисом —70, под травами — 20 и сидеральными культурами —10%. Переход на трех-четырехлетний посев риса на одном и том же поле вместо двух лет, рекомендованных прежде, стал возможным благодаря высокой обеспеченности рисоводческих хозяйств минеральными удобрениями, химическими средствами борьбы с сорняками и применению зеленых удобрений.

СХЕМЫ ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ

При длительном возделывании овощных и бахчевых культур на одном и том же поле они сильно поражаются болезнями, вредителями и сорняками, специфичными для данной культуры.

Овощные и бахчевые культуры — пропашные растения. Многократные обработки поддерживают пахотный слой в рыхлом состоянии, и в аэробных условиях органическое вещество интенсивно разлагается и минерализуется, ухудшая физические и фитосанитарные свойства почвы. Поэтому основным предшественником овощных и бахчевых культур в условиях Средней Азии является люцерна. При ее возделывании почва не обрабатывается, насыщается органическим веществом и в уплотненном пахотном слое создаются неблагоприятные условия для возбудителей болезней и вредителей овощных и бахчевых культур. После распашки люцерны почва вновь приобретает хорошие физические свойства — обогащается азотом, создавая благоприятные условия для возделывания овощных и бахчевых культур.

В овощных севооборотах посевы люцерны и других кормовых культур составляют 37,5%, овощных —50%, картофеля —12,5%; 3, 4, 7 и 8-е поля заняты овощами, а 5-е — картофелем. В картофельном севообороте посевы люцерны и других кормовых культур составляют 37,5%, картофеля 37,5%, овощных —12,5% и бахчевых —12,5%; 3, 4, и 7-е поля заняты картофелем, 5-е — бахчевыми и 8-е — овощами. В бахчевом севообороте посевы люцерны и других кормовых культур составляют 37,5%, бахчевых —37,5%, картофеля —12,5% и овощных —12,5%; 3, 4, 8-е поля заняты бахчевыми, 5-е — картофелем и 7-е — овощами. Во всех севооборотах с двухлетним стоянием люцерны, высеваемой в первый год под покров, 6-е поле в зависимости от потребностей хозяйства занято кукурузой либо джугарой на зерно или на силос, либо зерновыми колосовыми с повторным посевом сидеральной культуры. Растения 6-го поля не поражаются болезнями, свойственными овощным и бахчевым культурам, потому необходимы в данном севообороте.

При чередовании овощных культур в севообороте необходимо учитывать, что хорошими предшественниками картофеля являются огурцы, капуста, бобовые, лук, корнеплоды и бахчевые. Пасленовые растения хорошо размещать после капусты, бобовых, корнеплодов, лука; капусту — после картофеля, помидоров или бахчевых; лук и корнеплоды — после капусты, картофеля, огурцов; огурцы — после зерновых, бобовых, капусты, корнеплодов, картофеля.

Система чередования культур в севообороте должна увязываться с системой внесения удобрений. Органические удобрения (навоз, компост) вносят прежде всего под бахчевые культуры, капусту и зеленые овощи. Однако, если ведущими в севообороте являются помидоры или картофель, то органические удобрения должны вноситься и под эти культуры. Корнеплоды и лук высевают обычно на второй или третий год после внесения навоза, так как свежий навоз отрицательно влияет на качество корнеплодов (растрескивание, уродливость) и удлиняет созревание лука.

Минеральные удобрения вносят под все культуры, сообразуясь с содержанием питательных элементов в почве.

Повторные посевы. Продолжительный вегетационный период, наличие оросительной воды и поддержание высокого плодородия почвы внесением удобрений позволяет в условиях Средней Азии получать по два-три урожая овощных культур. Практикуется следующее сочетание культур для первых и повторных посевов (табл. 54).

Таблица 54

Сочетание культур для первых и повторных посевов в овощном севообороте

Первые культуры	Повторные культуры
Капуста	Картофель, все корнеплоды, огурцы
Морковь	Капуста, картофель, репа, редька
Свекла	Морковь, капуста, репа, редька
Огурцы, семенники двухлетних корнеплодов и капусты	Репа, редька, лук осеннего сева
Картофель	Капуста, морковь, репа, редька, огурцы
Горох овощной	Капуста, картофель, огурцы
Зеленные культуры (салат, шпинат, укроп и др.)	Картофель, все овощные и бахчевые культуры

В южных районах повторной культурой выращиваются также бахчевые.

Овощи летних сроков посадки, кроме того, выращиваются и после уборки ячменя или пшеницы, а поля, освобождающиеся после уборки ранних овощей, используются под посев маша на зерно и для осеннего посева сидератов и лука. Кукурузу на зерно, а позднеспелые сорта на силос в овощном севообороте выращивают как первой, так и повторной культурой.

Для получения высоких урожаев овощных и бахчевых культур практически неограниченным источником органических удобрений являются промежуточные культуры, которые используют тепло поздней осени, зимы и ранней весны. После заморозка, прекращающего вегетацию большинства овощных и бахчевых культур, обычно устанавливается теплая погода. В это время необходимо сеять промежуточные культуры, хорошо переносящие низкие зимние температуры: рожь, рапс, горчицу и др. Использование тепла зимней вегетации является, безусловно, крупным резервом дальнейшего подъема овощеводства и бахчеводства в Средней Азии.

СХЕМЫ СЕВООБОРОТОВ БОГАРНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Сельскохозяйственные культуры на богаре выращиваются в условиях недостаточного атмосферного увлажнения, почвенной и воздушной засухи. В связи с этим средние урожаи зерна на богаре все еще низки —5—6 ц/га. Однако низкая урожайность объясняется не только природными условиями, но и тем, что на богаре распространены бессменные посевы зерновых колосовых культур.

Благоприятное состояние атмосферного увлажнения в районах богары наблюдается далеко не ежегодно, поэтому в целях борьбы с засухой применяют пары. Пары — это поля, не засеянные сельскохозяйственными растениями и многократно в течение года обрабатываемые для очищения почвы от сорняков и накапливания питательных элементов и влаги.

В большинстве случаев влага и питательные элементы корнеобитаемого слоя почвы, накопленные в результате паровой обработки, не расходуются полностью на создание урожая первого посева, проведенного в паровом поле. Поэтому при втором посеве после пара культуры также находятся в условиях благоприятной водообеспеченности и дают более высокий урожай, чем при бессменном посеве (прибавка урожая, по данным Института богарного земледелия УзССР, достигает 70%). На второй год повышение урожая пшеницы за счет последействия пара составляет около 15%. Несмотря на то, что в структуре посевных площадей пары занимают до 25% земель, выход продукции в севообороте оказывается больше, чем при бессменных посевах, на 10—20%, и, кроме того, повышается содержание белка в зерне на 1,5—2%. Поэтому пары общепризнаны в богарном земледелии.

Рекомендуются следующие схемы севооборотов: для равнинной зоны необеспеченной богары и равнинно-холмистой зоны полуобеспеченной богары — трехпольный паровой: пар — зерно — зерно; для богары, переходной от равнинной к равнинно-холмистой зоне,— пятипольный паро-пропашной: пар — зерно — зерно — пропашное — зерно; для предгорной и горной зоны обеспеченной богары — шестипольный паро-пропашной: пар — зерно — зерно — пропашное — зерно — зерно; десятипольный люцерново-зерновой: люцерна — люцерна — люцерна — люцерна — люцерна — зер-

но — зерно — пар — зерно — зерно (для хозяйств с развитым животноводством и на сильноэродированных почвах).

В зерновых полях возделывают пшеницу, ячмень при озимом и яровом сроках сева, а в пропашных — нут, бахчевые, подсолнечник, джугару, сафлор и др.

Люцерну на богаре следует выращивать на выводных клиньях[1] с длительностью стояния растений до 6—7 лет, что очень выгодно, так как затраты на подготовку почвы и посев люцерны в этом случае распределяются не на два урожая, как при трехлетнем стоянии, а на 5—6, благодаря чему себестоимость одной кормовой единицы снижается до 1,2 коп., в то время как при трехлетнем стоянии она составляет 2,1 коп.

В равнинной зоне, где люцерна не удается, надо иметь клинья с залежью, улучшенной посевом полыни, изеня и др.

В равнинно-холмистой зоне выводные клинья люцерны приурочиваются к участкам с пониженным рельефом и хорошим увлажнением почвы за счет сточных и грунтовых вод.

СХЕМЫ КОРМОВЫХ СЕВООБОРОТОВ

В кормовых севооборотах должно предусматриваться такое количество кормовых культур и такой их набор, которые обеспечат в соответствии с научно обоснованными нормами кормления бесперебойное снабжение животноводства зелеными, сочными и концентрированными кормами в течение всего года и в необходимом количестве.

В хозяйствах молочной специализации осваиваются девятипольные севообороты с чередованием культур: 1 и 2-е поля — люцерна, высеваемая совместно с суданской травой, райграсом; 3-е — озимая рожь с викой или джугара на силос; 4-е — кукуруза на зерно, 5-е — соя на зерно, повторно — кукуруза, джугара, вико-овсяная смесь, рапс на зеленый корм, 6-е — кукуруза на зерно, 7-е — ячмень на зерно, повторно — кукуруза, джугара, вико-овсяная смесь, рапс на силос и зеленый корм, 8-е — кормовая или полусахарная свекла, 9-е — кукуруза на силос, повторно — вико-овсяная смесь, рапс на зеленый корм.

В хозяйствах мясной специализации осваиваются девятипольные севообороты с чередованием культур: 1 и 2-е поля — люцерна, совмещенная с суданской травой, райграсом; 3-е — озимая рожь, вико-овсяная смесь на зеленый корм, повторно — кукуруза, джугара на силос; 4-е — кукуруза на зерно; 5-е — горох, соя на зерно, повторно — кукуруза, джугара, вико-овсяная смесь, рапс на зеленый корм; 6-е — кукуруза на зерно, 7-е — ячмень на зерно, повторно — кукуруза, джугара, вико-овсяная смесь, рапс на силос и зеленый корм; 8-е — кормовая или полусахарная свекла; 9-е — ячмень на зерно, повторно — кукуруза, джугара и т. д.

---

[1] *Выводными клиньями* называют поле, занимаемое ряд лет одной и той же культурой и на этот период выведенное из севооборота.

Для наиболее продуктивного содержания скота широко внедряется круглогодовое использование поливных земель в севооборотах, где зеленый конвейер обеспечивается за счет правильного сочетания с основными кормовыми культурами совмещенных, повторных и промежуточных посевов.

РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА

Чередование культур в севообороте называется *ротацией*, а завершение их в одном цикле севооборота записывается в ротационной таблице. Например, девятипольный хлопковый севооборот может иметь две схемы —3:6 и 2:4:1:2 (табл. 55). Однако данная ротационная таблица является лишь общей придержкой, в практике же земледелия обычно при определении схемы севооборота исходят

Таблица 55

Схемы девятипольного хлопкового севооборота

Первая схема									
Годы ротации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1-й	$Л_1$	Х	Х	Х	Х	Х	Х	$Л_2$	$Л_2$
2-й	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	Х	Х	Х	Х	$Л_3$
3-й	$Л_3$	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	Х	Х	Х	Х
4-й	Х	$Л_3$	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	Х	Х	Х
5-й	Х	Х	$Л_3$	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	Х	Х
6-й	Х	Х	Х	$Л_3$	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	Х
7-й	Х	Х	Х	Х	$Л_3$	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х
8-й	Х	Х	Х	Х	Х	$Л_3$	$Л_2$	$Л_1$	Х
9-й	Х	Х	Х	Х	Х	Х	$Л_3$	$Л_2$	$Л_1$
Вторая схема									
Годы ротации	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1-й	$Л_1$	Х	Х	К	Х	Х	Х	Х	$Л_2$
2-й	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	К	Х	Х	Х	Х
3-й	Х	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	К	Х	Х	Х
4-й	Х	Х	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	К	Х	Х
5-й	Х	Х	Х	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	К	Х
6-й	Х	Х	Х	Х	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х	К
7-й	К	Х	Х	Х	Х	$Л_2$	$Л_1$	Х	Х
8-й	Х	К	Х	Х	Х	Х	$Л_2$	$Л_1$	Х
9-й	Х	Х	К	Х	Х	Х	Х	$Л_2$	$Л_1$

Примечание. Л — люцерна, Х — хлопчатник, К — кукуруза.

из конкретных почвенно-климатических и хозяйственно-экономических условий.

Так, если плодородие, накопленное травами, истощилось раньше положенного по схеме севооборота срока и внесением удобрений не удается его поднять до нужного уровня урожайности основной культуры (в частности хлопчатника), то люцерна может быть посеяна раньше, чем через шесть лет возделывания хлопчатника в девятипольном севообороте. Наоборот, могут быть случаи, когда и по истечении положенного срока возделывания хлопчатника плодородие почвы остается настолько высоким, что хлопчатник можно выращивать и на 7-й и в последующие годы после распашки люцерны в девятипольном севообороте. Однако во всех случаях удельный вес культур севооборота в общем должен сохраняться.

КНИГА ИСТОРИИ ПОЛЕЙ

Каждое хозяйство должно иметь книгу истории полей, в которую записывают отдельно по каждому севооборотному полю сведения о свойствах почвы, содержании в ней питательных элементов, 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 борьбы с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений и какие получены урожаи по каждой культуре. Особенно тщательно отмечают те участки, где проведены коренные мелиоративные мероприятия: дренаж, химическая мелиорация (гипсование).

Знание истории каждого поля позволит лучше планировать размещение культур, внесение удобрений и другие агротехнические мероприятия, проводимые в последующие годы.

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В ХЛОПКОВО-ЛЮЦЕРНОВОМ СЕВООБОРОТЕ

Придавая большое значение правильной обработке почвы, В. Р. Вильямс неоднократно подчеркивал, что система обработки составляет неотъемлемую часть правильного севооборота. Одни севообороты, как утверждал он, как бы ни были хороши, не способны без правильной системы обработки, без системы удобрения растений разрешить вопросы урожайности до конца; игнорирование правильной системы обработки почвы приведет в конечном счете к тому, что правильные севообороты могут частично утратить свое агротехническое значение.

Между тем в хлопководстве до последнего времени основная обработка на старопахотных полях и в севообороте проводится одинаково. И это, как увидим ниже, неправильно.

Естественное плодородие почвы. По данным целого ряда исследователей, двух-трехлетняя люцерна среднего травостоя оставляет в почве после распашки до 500 кг/га биологического азота. Сама почва, кроме того, обладает естественным плодородием, обеспечивающим 15 ц/га хлопка, что обусловлено связанным азотом, образующимся при электрических радрядах в атмосфере (до 10 кг/га), азотом атмосферы, усвоенным свободно живущими в почве микроорганизмами (до 50 кг/га), и азотом, содержащимся в растительных остатках (до 15 кг/га).

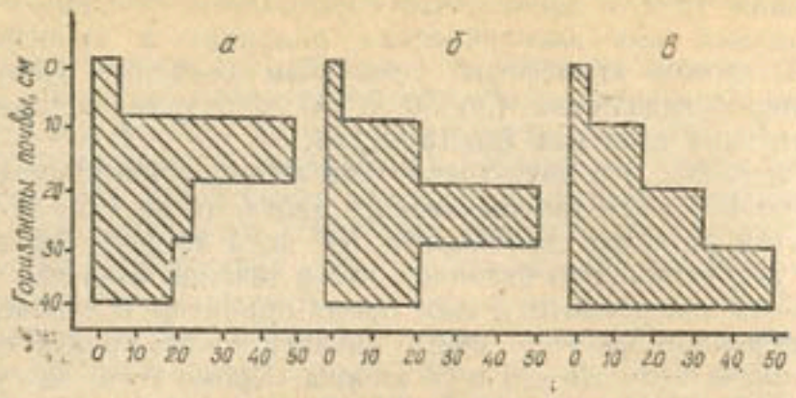
Если принять, что двух-трехлетняя люцерна накапливает в почве только 500 кг/га биологического азота, то за счет его можно получить за ротацию севооборота 100 ц/га хлопка без внесения азотных удобрений. Это означает, что в течение 4—5 лет в шести-семипольном севообороте, в свое время принятом в хлопководстве, на неудобренном фоне за счет биологического азота ежегодно можно получать по 20—25 ц/га хлопка. Кроме того, за счет естественной производительности самой почвы ежегодно получают еще по 15 ц/га хлопка.

Таким образом, после распашки люцерны за счет естественной производительности теоретически можно рассчитывать на 35—40 центнеровые средние урожаи хлопка-сырца на всех севооборотных полях без азотных удобрений.

Недостатки существующей основной обработки почвы в хлопково-люцерновом севообороте. По данным Андижанского филиала СоюзНИХИ, после распашки люцерны на неудобренном фоне получен средний на севооборотном поле урожай 32 ц/га хлопка-сырца за три ротации шестипольного севооборота. Это превышает урожай неудобренного монокультурного хлопчатника (22,6 ц/га) всего на 9,4 ц/га. В этом опыте за 4 года за счет распаханной люцерны получено 37,6 ц/га хлопка. Если принять, что для образования одной тонны хлопка расходуется 50 кг азота, то для выращивания вышеуказанного урожая израсходовано 187 кг азота. Это составляет 1/3, но не более половины возможного накопления азота люцерной.

Такие данные получены во всех опытах с севооборотами. Основная причина низкого коэффициента использования биологического азота люцерны — конструктивные недостатки существующих в хлопководстве плугов П5-35М.

Утолщенная часть корня люцерны, так называемая розетка, находящаяся на глубине 0—6 см, богата легкоразлагающимися запасными питательными элементами для спящих запасных почек, отрастающих после каждого очередного укоса. После распашки люцерны разложение корня начинается с розетки и переходит на остальную его часть. Последняя, лишенная розетки, способна пролежать в почве, не разлагаясь, длительное время, если корни заделать на глубину более 20 см. При распашке люцерны плугом П5-35М на глубину 30 см розетка далеко не полно отделяется от корня и вместе с жнивьем, составляя более половины растительных остатков люцерны, заделывается на глубину 10—20 см. Здесь, в условиях обильного доступа воздуха, они успевают почти полностью разложиться в год подъема пласта. Повторная вспашка на глубину 30 см под второй урожай хлопка окончательно завершает разложение растительных остатков люцерны и гумуса почвы.



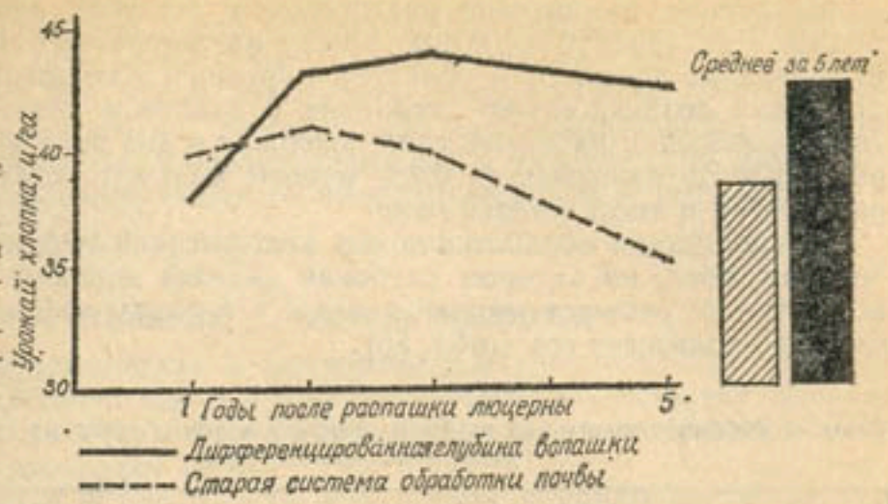
31. Распределение корней распаханной люцерны по горизонтам почвы в зависимости от техники вспашки:

а — вспашка плугом с предплужником на глубину 30 см; *б* — по полному обороту пласта на 30 см; *в* — по полному обороту пласта на 37 см.

В первые два года после распашки люцерны в почве накапливается избыток нитратов и хлопчатник жирует. Не использованные хлопчатником питательные элементы теряются из почвы наполовину так же, как азот минеральных удобрений: в процессе денитрификации, со обросными и фильтрационными водами. Поэтому, начиная с третьего года, для получения высокого урожая надо вносить минеральные удобрения высокой нормой, а хорошие физические свойства почвы поддерживать внесением навоза и интенсивным рыхлением почвы.

Дифференцированная глубина вспашки по севооборотным полям устраняет недостатки применяющейся в производстве устаревшей системы основной обработки почвы — ежегодной вспашки на глубину 30 см. Это достигается двумя путями. Во-первых, люцерну нужно распахивать более совершенным двухъярусным плугом с предплужником, имеющим полную ширину захвата, который вместе с леворежущим ножом полностью срезает розетку. Благодаря полувинтовой поверхности отвала пласт шириной 35 см и толщиной 10 см (глубина работы предплужника) полностью оборачивается на глубину 30—40 см (рис. 31). Основная масса растительных остатков, заделываемая на глубину более 20 см, оказывается в условиях ограниченного доступа воздуха и разлагается медленно. Корни люцерны, лишенные розетки, не разлагаются в течение нескольких лет. Во-вторых, на второй год распашки люцерны структурную и рыхлую почву достаточно неглубоко взрыхлить гузокорчевателем, чизелем или диском. Мелкая пахота на 20 см необходима на почвах тяжелого механического состава или на засоренном поле.

В последующем глубина вспашки ежегодно увеличивается на 5 см, и в пахотный слой вовлекаются растительные остатки люцерны и гумус почвы. Это обеспечивает достаточное азотное питание хлопчатника и высокий урожай хлопка-сырца на всех севооборотных полях без применения минеральных удобрений (рис. 32).



32. Влияние различных систем обработки почвы на урожайность неудобренного хлопчатника в севообороте.

За пять лет в этих опытах получено без удобрения 210 ц/га хлопка, что составляет (за вычетом естественной производительности) 185 ц/га хлопка-сырца, на выращивание которого израсходовано около 1000 кг азота (по 50 кг азота на тонну хлопка). При правильной системе обработки почвы в севообороте биологический азот не истощается за пять лет культуры хлопчатника — на пятый год распашки люцерны урожай хлопка достигает 42 ц/га.

При глубокой заделке основной массы растительных остатков люцерны двухъярусной пахотой и медленном их разложении почва обогащается гумусом не только в пахотном, но и в подпахотном слое. Таким образом, создается мощный пахотный слой, все горизонты которого обеспечены органическим веществом. В этих условиях переменная глубина вспашки поддерживает почву в рыхлом состоянии с объемной массой не более 1,32 см^3, активизируются такие полезные микроорганизмы, как азотобактер, аммонификаторы, нитрификаторы, бактерии, разлагающие целлюлозу и другие органические вещества. В рыхлой почве развивается мощная корневая система хлопчатника, чему немало способствуют продукты анаэробного разложения корней люцерны. Они, как установлено исследованиями последних лет, являются стимуляторами роста и развития всего растительного организма.

За два-три года выращивания люцерны на поверхность поля оросительная вода приносит огромное количество семян сорняков. При глубокой заделке розетки корня люцерны в год подъема пласта трав люцерна не отрастает, и при переменной глубине вспашки в последующие годы поле поддерживается также в чистом от сорняков состоянии. Это экономит большое количество ручного труда на полке многократно отрастающей люцерны и других сорняков.

Распашка люцерны двухъярусным плугом и медленное разложение растительных остатков устраняют все возможные причины изреживания всходов хлопчатника по пласту люцерны (отравление аммиаком, углекислотой, ожог кислородом и др.).

Медленное разложение растительных остатков люцерны при глубокой их заделке особенно важно на засоленных почвах. На глубине заделки дернины образуется органическая пленка, препятствующая возникновению засоления в пахотном слое. По этому способу вспашки пахотный слой содержит в два раза меньше хлора по пласту люцерны, на 0,2% меньше плотного остатка на второй, третий и последующие годы.

Новая система обработки почвы дает высокий эффект и на удобренном фоне, на котором глубокая заделка дернины люцерны не только не снижает урожай хлопка, а в последующие годы значительно повышает его (табл. 56).

Таблица 56

Влияние дифференцированной глубины вспашки в севообороте на урожайность удобренного хлопчатника

Глубина вспашки	Урожай хлопка, ц/га					Средняя прибавка урожая	
	пласт	оборот пласта	на 3-й год	на 4-й год	на 5-й год	ц/га	%
Ежегодно на 30 см	39,5	45,7	43,1	41,3	45,7	—	—
37—27—30—33—40 см	40,7	54,1	50,3	46,7	52,1	5,8	12

Возможность увеличения выхода хлопка-сырца со 100 га пашни в севообороте. При введении севооборота до 30% земель отводится под посев люцерны, а под хлопчатник —70—80%. При монокультуре все земли засеваются хлопчатником, и урожай хлопка-сырца со 100 га пашни оказывается выше, чем в севообороте: с 70—80 га посевов хлопчатника — в среднем на 5%. Такие данные получены почти во всех научных учреждениях Средней Азии, изучавших хлопково-люцерновый севооборот. Недобор урожая хлопка со 100 га пашни в севообороте более чем на 5% экономически оправдывается и компенсируется продукцией животноводства, полученной за счет сена люцерны.

Применение дифференцированной системы обработки почвы повышает урожай хлопка-сырца по сравнению со старой системой обработки почвы почти на 12%.

Следовательно, при новой системе обработки почвы следует ожидать увеличения выхода хлопковой продукции и со 100 га пашни. Кроме того, дополнительно будет произведено значительное количество продукции животнозодства за счет сена люцерны.

Эффективность новой системы обработки почвы в севообороте, по-видимому, будет еще выше при условии разработки применительно к ней системы удобрений. Новая система обработки почвы в севообороте, по данным исследований, повысила урожай хлопка на 12% при обычной системе удобрения, когда в первые годы распашки люцерны вносились небольшие нормы азотных удобрений. При глубокой вспашке дернины люцерны минерализационные процессы подавляются, и для удовлетворения потребности хлопчатника в азоте надо вносить этот элемент высокой нормой, как и по старопашке. Это, кроме повышения урожая хлопка, сбережет органическое вещество и биологический азот растительных остатков люцерны для урожая последующих лет и удлинит срок эффективного использования высокого плодородия почвы в севообороте.

ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Система земледелия — это комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на интенсивное использование земли, восстановление и повышение плодородия почвы.

По степени интенсивности все системы подразделяются на три группы: примитивные, экстенсивные и интенсивные.

Примитивные системы земледелия характеризуются малой долей обрабатываемой под посевы земли (25% и менее), а плодородие почвы восстанавливается под воздействием природных процессов. К этой группе относятся залежная и переложная системы земледелия. При залежной системе земледелия на заброшенных участках когда-то обрабатываемой земли, зараставших травами, плодородие почвы восстанавливалось через 30—40 лет. Более частое возвращение (через 10—15 лет) к распашке прежних участков земли привело к эволюции залежной системы и превращению ее в переложную.

С ростом народонаселения и увеличением потребности в продуктах питания сокращался залежный период, а затем и под перелогом. В связи с этим возникла потребность в создании новых систем земледелия.

Экстенсивные системы земледелия характеризуются тем, что все пахотопригодные залежные земли или большую часть из них для быстрого восстановления плодородия почвы, уничтожения сорняков рыхлят и вносят навоз. Такие участки называют *паровыми,* а систему земледелия — *паровой.* Плодородие почвы поддерживается природными факторами, направляемыми человеком. Так, в постоянно рыхлой почве, создаваемой обработкой, накапливаются питательные элементы и влага.

Переход от примитивных систем земледелия к паровой явился крупным шагом по пути интенсификации земледелия: улучшилось использование земли, значительно расширились посевы зерновых культур — от половины до 2/3 и больше площади пашни, возрастала урожайность.

Паровая система земледелия в условиях богары из примитивной эволюционировала в современных условиях в интенсивную. Форма ее сохраняется прежней, но теперь плодородие почвы в этой системе поддерживается на высоком уровне благодаря внесению удобрений, борьбе с сорняками с помощью гербицидов и обработке почвы более совершенными орудиями. В паровой системе земледе-

лия в поднятие плодородия почвы человек все более активно вмешивается с помощью средств, производимых промышленностью (удобрения, гербициды, совершенные орудия обработки почвы).

Интенсивная система земледелия в условиях орошения Средней Азии характеризуется тем, что большая часть пахотных земель занята посевами пропашных культур. Из них ведущими культурами являются хлопчатник, картофель, овощные, бахчевые, корнеплоды, подсолнечник и др. Пропашные культуры высевают в течение 2—3-х и более лет подряд. Благодаря длительной вегетации возможно получение двух-трех урожаев с одного поля в течение одного года и весьма перспективно круглогодичное использование земель путем высева промежуточных культур. Большое значение для повышения плодородия почвы имеет более интенсивная обработка почвы, внесение высоких доз минеральных, органических удобрений и специальные мероприятия, направленные на рассоление земель и реже — их осушение.

Ниже приводится примерная схема классификации систем земледелия, принятая на межвузовской научно-методической конференции в 1967 г. (табл. 57).

Таблица 57

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, паро-пропашная)	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; применяются посевы промежуточных культур	Активное воздействие с помощью средств, доставляемых промышленностью

Системы земледелия представляют собой важную составную часть системы ведения хозяйства, и содержание ее определяется местными природными экономическими условиями. Однако основные элементы системы земледелия являются общими для большинства природных зон. К ним относятся:

1. Рациональная структура земельных угодий и посевных площадей, необходимая для наилучшего использования земель.

2. Севообороты, позволяющие правильно чередовать культуры и создавать наиболее совершенную организацию земельной территории хозяйства.

3. Правильная система обработки почвы как неотъемлемая часть севооборота, позволяющая поддерживать плодородие почвы на высоком уровне на всех севооборотных полях.

4. Система применения удобрения, соответствующая требованиям возделываемых культур и почвенно-климатическим условиям, а также позволяющая поддерживать высокое плодородие почвы на всех совооборотных полях.

5. Применение агротехнических и химических средств для защиты растений от сорняков, вредителей, болезней.

6. Производство высококачественных семян лучших районированных сортов.

7. Агротехнические мероприятия по борьбе с водной и ветровой эрозией почвы.

8. Защитные лесонасаждения — полезащитные полосы, облесение оврагов, водоемов, крутых склонов, песков и т. д.

9. Мелиоративные мероприятия: орошение, осушение, рассоление земель.

Разнообразие природных зон определяет и разнообразие систем земледелия, используемых в нашей стране. Поэтому применение только интенсивной системы земледелия не всегда рационально. При высокой землеобеспеченности выгодно вести зерновое хозяйство при минимальных затратах. Так, при освоении целинных земель под орошаемый рис в южных областях Казахстана экономически целесообразно эту культуру возделывать на одном поле не более 3—4-х лет. В течение этого периода поле бывает абсолютно чистым от сорняков, и благодаря хорошим физическим свойствам почва с невысоким естественным плодородием при внесении минеральных удобрений дает высокие урожаи —40—50 ц/га. По истечении этого срока поле сильно зарастает сорняками и утрачивает благоприятные физические свойства, для восстановления которых необходимо вводить севооборот с травосеянием и интенсивные приемы обработки почвы.

В этих условиях экономически выгодно рис возделывать на новом целинном участке. Такая, на первый взгляд, примитивная система земледелия в сочетании с удобрением экономически выгодна и нашла широкое применение.

ГЛАВА VII. РАСТЕНИЕВОДСТВО

ХЛОПЧАТНИК

Хлопчатник — ценнейшая техническая культура, дающая более 50% мирового производства волокна, из которого изготовляют более 70 видов тканей.

При комплексной переработке хлопковых семян производят продукцию более 50 наименований. Из листьев хлопчатника

получают лимонную и яблочную кислоту, из стеблей и створок — веревки, канаты, различные смолы, из хлопкового пуха — вату, бумагу, искусственную кожу, небьющееся стекло, лаки, фотоматериалы и т. д.

Из 1 т хлопка-сырца в среднем вырабатывают 3000—5000 м ткани, 100—110 кг масла, 200—250 кг жмыха, 20 кг мыла и много другой продукции — более 200 наименований.

Хлопчатник как прядильное растение известен очень давно. Его выращивали в Индии и Китае еще за 3 тыс. лет до н. э.

В Среднюю Азию хлопчатник проник из Индии и Африки, где в условиях сухого и жаркого лета, искусственного орошения он стал ведущей культурой. Внедрение техники в хлопкообрабатывающую промышленность и повышенный спрос на хлопковое волокно способствовали увеличению посевных площадей под хлопчатником.

На земном шаре посевами хлопчатника занято около 30 млн. га. Основные производители хлопка — СССР, США, Индия, Бразилия, Пакистан, Китай. Из общей площади, занятой в Советском Союзе под хлопчатником, на долю Узбекистана приходится до 70%. В южных районах Узбекистана, Таджикистана и Туркмении выращивают самые ценные тонковолокнистые сорта его. Хлопчатник возделывается исключительно на орошаемых землях.

Продолжительность вегетационного (безморозного) периода хлопчатника от 200 до 230 дней, а тонковолокнистого —260 дней. Сумма эффективных (полезных) температур (с апреля по октябрь) составляет более 2200°, что позволяет хлопчатнику полностью вызреть почти во всех республиках Средней Азии. В 1981 году в целом по Союзу валовой сбор хлопка-сырца составил 9636,2 тыс. тонн, в том числе тонковолокнистого —894,2 тыс. тонн.

Задача аграрной политики нашей партии на современном этапе — решительнее переводить главную отрасль сельскохозяйственного производства — хлопководство — на индустриальную основу, ежегодно наращивать темпы производства хлопка-сырца, снижать затраты средств и труда на единицу продукции.

Биология хлопчатника. В природе имеется много различных видов и форм культурного и дикого хлопчатника, родина которого — тропические страны. Все они составляют один ботанический род растений — Gossypium — семейства Мальвовые. Растение это по своей природе многолетнее, но сейчас возделывается как однолетнее, так как обладает рядом преимуществ: дает высокие урожаи, коробочки крупнее, волокно длиннее, приспособлен к механизированной уборке.

Из 35 видов хлопчатника культивируется только 5 видов. В нашей стране возделываются два вида: хлопчатник обыкновенный, или мексиканский,— Gossypium hirsutum L.— и хлопчатник перуанский, или египетский (тонковолокнистый),— Gossypium peruvianum Gay (Gossypium barbadense L.).

В СССР возделываются также сорта советского хлопчатника, выведенные советскими учеными-селекционерами на основе вида

Gossypium hirsutum, и советского тонковолокнистого хлопчатника, выведенного на основе вида Gossypium barbadense (С-6037, 5904-И, Ашхабад-25 и др.).

Для правильного составления календарного графика работ по уходу за хлопчатником необходимо иметь ясное представление о продолжительности основных фаз его развития. Скорость продолжения фаз зависит от биологических особенностей каждого сорта и необходимых факторов жизни. Разные виды хлопчатника в Средней Азии за время вегетации потребляют разное количество воды: скороспелые сорта —5—6 тыс. м³ воды на 1 га полива, позднеспелые —8—10 тыс. м³.

Всходы и появление настоящих листьев. Чтобы семена хлопчатника нормально прорастали, почва должна прогреться до 14—16°С. При такой температуре всходы появляются через 15—20 дней. При температуре 20—25°С всходы появляются через 6—10 дней. Столько же примерно времени проходит с момента появления всходов до образования первого настоящего листа.

Бутонизация. Следующая фаза развития хлопчатника — бутонизация (появление бутонов, плодовых ветвей). От появления первого настоящего листа до образования первой плодовой ветви проходит от 20 до 30—35 дней. Чем благоприятнее условия жизни, тем скорее появляется первая плодовая ветвь, и наоборот.

Цветение. От момента появления первого молодого бутона, когда он имеет размеры 3—5 мм, до превращения его во вполне сформировавшийся и раскрытый цветок проходит 25—28 дней. Только у некоторых тонковолокнистых сортов этот период растягивается до 30 дней.

Каждый цветок хлопчатника при оптимальных температурных условиях раскрывается утром, а к вечеру того же дня венчик завядает и свертывается, окраска его становится фиолетовой. В дальнейшем при разрастании завязи венчик отпадает.

К моменту появления первого цветка хлопчатник уже характеризуется довольно сложным строением: у него имеется около 10 сформировавшихся плодовых (симподиальных) ветвей и две-три (в зависимости от сорта) довольно хорошо развитые вегетативные (моноподиальные) ветви. В это время он требует регулярного снабжения водой и пищей. Период цветения хлопчатника, в который происходят процессы оплодотворения, завязывания и развития молодых коробочек, — один из самых важных. Он требует определенного сочетания условий внешней среды. Если оно нарушается, то урожай резко снижается.

Созревание. С момента появления завязи до раскрытия первой коробочки проходит 50—65 дней. Раскрытие первой коробочки во всех основных зонах хлопководства происходит во второй половине августа или в начале сентября.

Корневая система хлопчатника. На начальных этапах развития корневая система хлопчатника несколько опережает развитие надземной его части. Однако уже к фазе цветения надземная часть

развивается интенсивнее корневой системы — и так до конца вегетации.

Корневая система хлопчатника с хорошо выраженным главным корнем (стержневым), от которого отходят боковые ответвления первого, второго, третьего и т. д. порядка, имеет форму перевернутого конуса.

Главная масса корней хлопчатника развивается в полуметровом слое почвы. Физиологический центр поглощения корневой системы, с помощью которого осуществляется подача в растение основной массы воды и минеральных соединений, в начале развития находится в поверхностных слоях почвы. По мере высыхания верхних слоев почвы и увеличения самого растения основная масса корневых ответвлений перемещается вниз. Учитывая большую зависимость корневой системы от условий окружающей среды и, главным образом, от влажности почвы, можно сознательно изменять и регулировать рост и деятельность ее в направлении наибольшего использования питательных элементов почвы. Это улучшает плодоношение хлопчатника и повышает урожай. На рост и развитие корневой системы хлопчатника влияют такие факторы, как площадь питания, уровень залегания грунтовых вод, механический состав почвы, удобрение, способ сева и др. Наибольшая глубина проникновения главного корня в почву — около 2,6 м.

Рост стебля и образование листьев. С выходом семядолей хлопчатника на поверхность земли начинается новый этап в развитии молодого сеянца. Питание его за счет питательных элементов семядолей постепенно прекращается, и в результате деятельности зеленых семядолей и листьев происходит образование органических соединений.

Одновременно с появлением всходов начинается рост верхушечной точки стебля и формирование подсемядольного колена. Главный стебель растет по типу моноподиального побега (т. е. нарастание идет за счет верхушечной почки). Поэтому стебель у хлопчатника прямой, достаточно прочный. Через некоторое время на стебле развивается листовая почка, из которой появляется первый настоящий лист. Чем выше температура воздуха и почвы, тем быстрее появляется первый лист, и наоборот. Нормально это происходит на седьмой-десятый день. Через сравнительно короткий промежуток времени (меньше, чем от всходов до формирования первого листа) после первого листа появляется второй настоящий лист, образующийся на некотором расстоянии от первого по спиральной линии. В таком же очередном порядке появляются все последующие листья на главном стебле. Чем благоприятнее условия жизни хлопчатника, тем быстрее формируются листья.

К моменту раскрытия коробочек появление новых листьев у промышленных сортов хлопчатника почти прекращается и приостанавливается рост главного стебля. Но после того как большая часть коробочек на кусте уже раскроется, питательные элементы, получаемые в результате процессов усвоения (фотосинтеза), в обильном количестве передвигаются к точкам роста. В связи с

этим поздней осенью молодые листья часто снова появляются на главном стебле, на вегетативных и плодовых ветвях.

Появление и развитие моноподиальных и симподиальных ветвей. В пазухе каждого листа главного стебля закладываются почки моноподиальных (ростовых) и симподиальных (плодовых) побегов. Первые моноподиальные ветви закладываются в пазухах 3—5-го настоящих листьев. В пазухе 1—2-го настоящих листьев почки обычно остаются спящими. Моноподиальные ветви развиваются в нижней части стебля и отходят от него под острым углом. Наиболее развитые моноподиальные ветви появляются из пазух двух листьев, расположенных по соседству с теми, из пазух которых возникают плодовые ветви.

Если главный стебель перестает расти, то один (иногда два), наиболее мощный, моноподиальный побег заменяет его.

Первая симподиальная ветвь у хлопчатника образуется в пазухах пятого-шестого листьев на главном стебле. У тонковолокнистых сортов она закладывается несколько выше. Высота закладки первой симподиальной ветви у разных видов, сортов и форм хлопчатника различна.

Плодовая (симподиальная) ветвь начинает расти с появлением в пазухе листа первого бутона (в виде маленькой, 3—5-миллиметровой пирамидки, боковые грани которой образованы тремя прицветниками). Такая закономерность объясняется тем, что верхушечная почка симподиальной ветви превращается в плодовую почку, а дальнейший рост симподия происходит из боковой почки. Верхушечная почка второго колена, как и в первом случае, превращается в плодовую почку, а третье колено симподиальной ветви образуется снова из дополнительной почки и т. д.

При благоприятных условиях внешней среды количество узлов у одной симподиальной ветви достаточно велико. В связи с этим такой тип плодовой ветви называют *непредельным*. У хлопчатника с *предельным* типом плодовых ветвей образуется только одно междоузлие, заканчивающееся несколькими бутонами. Кроме того, имеется хлопчатник с *нулевым* типом ветвления, у которого плодоножки коробочек выходят из пазух листьев главного стебля.

Все последующие узлы главного стебля (после того, в котором образуется первая плодовая ветвь) обычно дают симподиальные ветви до самой верхушки стебля.

Все процессы, связанные с образованием плодовых органов у хлопчатника (бутонизация, цветение, раскрытие коробочек), начинаются со второй половины мая или в первые дни июня и тянутся до конца безморозного периода. Созревание коробочек также продолжается не менее двух-трех с половиной месяцев. В связи с этим уборка урожая растягивается на несколько месяцев.

Образование бутонов на кусте хлопчатника идет в двух направлениях: начинается вдоль одной ветви (горизонтально), а затем продолжается на соседней ветви (по спирали вверх). В первом направлении наблюдается замедленное появление бутонов — в летний период в среднем через шесть дней (долгая очередь). Во вто-

ром направлении отмечается более ускоренное появление бутонов: в среднем (также летом) приблизительно через два дня (короткая очередь).

При такой закономерности в образовании бутонов (а значит и в появлении цветков, и раскрытии коробочек, так как эти процессы связаны между собой) накопление плодовых органов у хлопчатника в вертикальном направлении происходит значительно быстрее, чем в горизонтальном. Поэтому на каждом этапе развития хлопчатника все плодовые органы (вместе взятые на одном кусте) образуют конус.

Если считать, что долгая очередь превосходит короткую в среднем в три раза, то общая схема образования бутонов представится в следующем виде. После появления первого бутона на первой симподиальной ветви образуется первый бутон на второй ветви, затем первый бутон на третьей ветви. Первые три бутона первых трех симподиальных ветвей образуют первый конус бутонизации (или цветения). Первый бутон на четвертой симподиальной ветви, который появляется в очередном порядке после первого бутона на третьей ветви, образуется одновременно со вторым бутоном на первой симподиальной ветви. Так начинается второй конус бутонизации. Одновременно с первым бутоном на пятой симподиальной ветви появляется второй бутон уже второй плодовой ветви, с первым бутоном шестого симподия — второй бутон на третьей ветви. На этом заканчивается формирование второго конуса. Третий конус образуют первые места седьмой, восьмой и девятой ветвей, вторые места — четвертой, пятой и шестой и третьи места — первой, второй и третьей симподиальных ветвей. При этом порядок появления бутонов (цветка) будет примерно таким же, как и во втором конусе, и отличается от него лишь тем, что при появлении бутона на одной выше расположенной плодовой ветви будут образовываться одновременно еще два бутона. Один из этих бутонов относится к первому, а второй — ко второму ярусу симподиальных ветвей (под ярусом понимаются каждые три плодовые ветви).

Продолжительность длинных и коротких очередей цветения не остается постоянной, она меняется в зависимости от сорта, условий внешней среды и других факторов. При понижении температуры продолжительность их увеличивается. Растения более ранних сроков сева имеют определенные преимущества перед растениями поздних посевов: накопление плодовых органов у них идет более быстрыми темпами. Продолжительность долгих очередей цветения (бутонизации и раскрытия коробочек) у хлопчатника с предельным типом ветвления в два-три раза короче, чем у хлопчатника с непредельным типом ветвления.

Между продолжительностью долгих очередей цветения и длиной междоузлий симподиальных ветвей существует определенная связь: чем короче междоузлия у того или иного сорта, тем меньше продолжительность долгой очереди, и наоборот.

Плодообразование хлопчатника. Урожайность хлопчатника зависит от многих факторов, главнейшие из них — плодородие почвы, агротехнические приемы, свойства сорта, погодные условия и др. Все эти факторы можно разделить на две основные группы:

1. Факторы, определяемые природными условиями района, и факторы, относящиеся к воздействию человека (агротехнические приемы, направленные на создание более благоприятных условий для развития растения).

2. Наследственные особенности сортов, определяющие их способность в связи с окружающими условиями обеспечивать ту или иную урожайность.

К свойствам сорта, которые определяют урожай, относится способность его в определенных условиях давать то или иное количество коробочек на одно растение (плодоношение), крупность коробочки (масса сырца в ней), длительность вегетационного периода и его соответствие районным условиям.

Количество коробочек на одном кусте хлопчатника неодинаково не только у различных сортов и видов, но и в пределах одного и того же вида и сорта.

Наблюдения показывают, что далеко не на всех цветках хлопчатника образуются коробочки. Опадение плодовых органов (бутонов, цветков и даже завязей) в зависимости от особенностей сорта и окружающей среды может изменяться в очень широких размерах — до 90% и выше.

В обычных агротехнических условиях завязывание коробочек на одном кусте хлопчатника происходит в определенном порядке. Чаще всего коробочки завязываются на первых местах симподиальных ветвей, по мере же удаления к их концам плоды образуются реже, и на концах, как правило, совсем не бывает коробочек. То же самое наблюдается и при переходе от нижних симподиальных ветвей к верхним. Ясно, что опадение плодовых органов обратно тому, что связано с завязыванием коробочек.

Опадение плодовых органов у хлопчатника в пределах одного куста обусловливается неравномерным распределением питательных элементов в органах растения хлопчатника. Лучше всего обеспечены питанием нижние и ближайшие к главному стеблю части растений. Меньше питательных элементов поступает в верхние и концевые части плодовых ветвей. Косвенным доказательством этого могут служить происходящие у растения изменения под влиянием чеканки (удаление верхушки главного стебля и моноподиальных ветвей). Своевременно и правильно проведенная чеканка значительно сокращает опадение плодоэлементов хлопчатника, так как после ее проведения приостанавливается не только рост главного стебля, но и рост куста в целом. В результате создаются благоприятные условия для питания и освещения.

Чеканку хлопчатника следует проводить при образовании на кусте 5—6 ярусов, т. е. 15—18 симподиальных ветвей, поскольку в полевых условиях из-за необеспеченности всеми необходимыми факторами жизни одновременно он не в состоянии удержать более 8—10 коробочек. Так, при густоте стояния хлопчатника 100 тыс. на 1 га и наличии на одном кусте 8—10 коробочек (мас-

сой сырца 5 г) урожай составит 40—50 ц/га. В условиях гидропоники хлопчатник может иметь значительно большее число коробочек, большей массы.

Увеличения продуктивности хлопчатника можно добиться путем улучшения агротехники и получения новых высокоурожайных его сортов.

Раскрытие коробочек. От посева до раскрытия коробочек скороспелых сортов хлопчатника проходит 90—100 дней, у большинства промышленных сортов —130—145 дней.

Раскрытие коробочек зависит как от физиологических, так и от механических причин. Коробочка, достигшая физиологической спелости, может раскрыться в том случае, когда ее мясистые створки высыхают. При высыхании наружные части створок сокращаются значительно быстрее, чем кожистые части плодолистиков, к которым прикреплены семена. Этим и вызывается отгибание высыхающих створок наружу. Степень раскрытия коробочек у различных видов хлопчатника неодинакова. У одних видов створки раскрываются сильнее, у других — слабее.

У большинства тонковолокнистых сортов створки настолько сильно раскрываются, что сырец в них не может удержаться и выпадает. Даже в пределах одного вида встречаются сорта с различной степенью раскрытия коробочек. Так, у сортов американского типа несмотря на сильное раскрытие коробочек сырец в них удерживается прочно. Это объясняется структурными особенностями створок и способностью волокна хорошо прикрепляться к внутренним стенкам коробочки.

Раскрытие коробочек на одном кусте хлопчатника, как и образование бутонов и появление цветков, растягивается на длительный период — от полутора до двух месяцев и более (с конца августа до ноября). Раскрытие коробочек идет в том же порядке, что и формирование бутонов и цветков.

Масса сырца одной коробочки у разных сортов хлопчатника различна. Среди дикорастущих видов хлопчатника встречаются формы, у которых масса сырца одной коробочки не превышает 1 г, у сортов американского происхождения — достигает 10 г и более. Кроме того, у одного и того же сорта в зависимости от условий агротехники масса сырца одной коробочки колеблется в пределах от 4,5 до 6,5—7 г. Поэтому даже небольшое увеличение коробочки при одном и том же уровне плодоношения и скороспелости заметно увеличивает урожайность.

Качество волокна и масса выше у хлопка-сырца, собранного с полноценно раскрытых коробочек в доморозный период, чем в послеморозный.

Значение тепла и света. Хлопчатник очень требователен к теплу. Температура ниже 0°С губительно действует на него: всходы погибают при температуре —1 ... —2°С, а взрослые растения — при —3 ... —6°С. Оптимальная температура развития растений 25°С. Более высокая потребность в тепле наблюдается у хлопчатника в период цветения и бутонизации (26—30°С). При недостатке тепла

семена и корни загнивают в холодной почве, всходы получаются изреженные, а волокно бывает коротким и не вызревает. В то же время высокие температуры — выше 35° для средневолокнистых и выше 40° для тонковолокнистых сортов — действуют на них отрицательно. Из-за недостатка влаги и большой испаряемости у хлопчатника происходит перегрев тканей, что приводит к массовому сбрасыванию плодоэлементов.

Установлено, что для прохождения одной и той же фазы развития разным сортам требуется определенная сумма температур. Если, например, для начала прохождения фазы бутонизации данного сорта хлопчатника требуется среднесуточная температура не ниже 19°, то до наступления этой температуры растение не вступит в данную фазу развития.

Хлопчатник — светолюбивое растение короткого дня. При сокращении светового дня высота закладки плодовых ветвей снижается, и хлопчатник быстрее плодоносит. Вместе с тем сильное затенение замедляет темпы цветения и может вызвать опадение бутонов, цветков и молодых коробочек. Такое явление можно наблюдать у хлопчатника, затененного деревьями, заглушенного, а также при обильных азотных подкормках и др. Поэтому более равномерное размещение растений на поле, умеренная подкормка с учетом фаз развития хлопчатника и другие агротехнические приемы дают возможность регулировать тепловой режим хлопкового поля.

Требования к влаге. В нашей стране хлопчатник возделывают только в орошаемых зонах. В начале вегетации хлопчатника температура воздуха низкая и суточный расход воды на хлопковом поле составляет 10—12 м³/га; в фазу бутонизации —30—50, в фазы цветения и плодообразования — самый ответственный период — 90—100, в фазу созревания —30—40 м³/га. Общая потребность в воде при хорошем урожае 5—8 тыс. м³ на 1 га. Оросительная норма зависит также от почвенно-климатических условий, уровня залегания грунтовых вод и других факторов.

Требования к почве. Хлопчатник может произрастать почти на всех почвах, но высокие урожаи дает на высокоплодородных, окультуренных почвах. Непригодны для него каменистые, песчаные массивы с близко залегающими грунтовыми водами, а также засоленные почвы. Содержание хлора в метровом слое почвы свыше 0,01% уже отрицательно сказывается на развитии хлопчатника. На засоленных почвах растягиваются фазы развития хлопчатника, уменьшается масса коробочек, снижается урожай.

ПШЕНИЦА

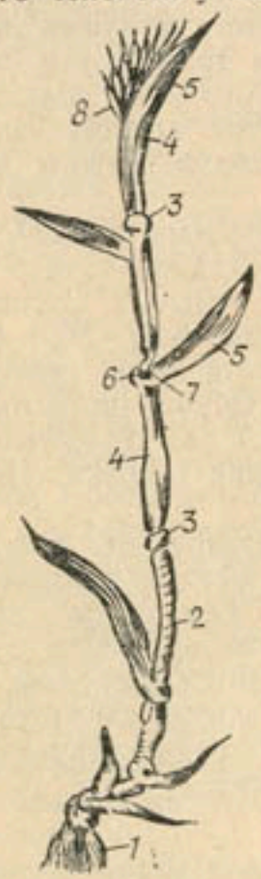
Народнохозяйственное значение. Пшеница — самая ценная зерновая продовольственная культура населения всего земного шара. Пшеничный хлеб — незаменимый повседневный продукт питания человека, он обладает высокими вкусовыми качествами, питательностью, усвояемостью организмом.

Зерно мягкой пшеницы содержит в среднем белка 13,9%, углеводов —79,9, жира —2,0, клетчатки —2,3, золы —1,9%. Высокое качество пшеницы определяется, в первую очередь, содержанием белка, которое колеблется от 11 до 24%. Основную часть белка в зерне пшеницы составляет клейковина, от количества и качества которой зависят хлебопекарные достоинства муки (высокая пористость и переваримость). Количество клейковины в зерне богарных пшениц достигает 35—40%. Качество зерна характеризуется его стекловидностью: чем выше стекловидность, тем зерно богаче белком и клейковиной.

Из пшеницы вырабатывают спирт, крахмал, клейковину, декстрин. Пшеничные отруби — ценнейший концентрированный корм для животных. Пшеничную солому (0,22 кормовых единиц) и мякину используют как грубый корм, солома идет на подстилку, применяется в строительстве.

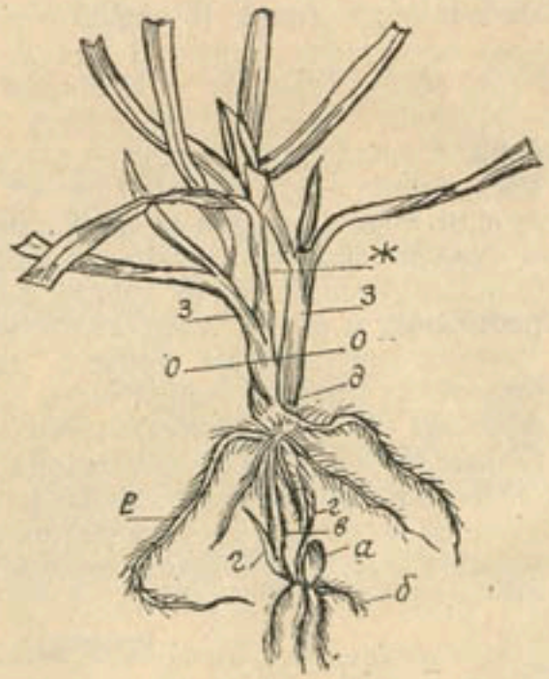
По посевным площадям и валовому сбору зерна пшеницы первое место в мире принадлежит СССР. В 1980 году в расчете на одного человека у нас в стране было произведено 385 кг зерна, к 1990 году будет получено около 1 тонны.

В Средней Азии пшеница произрастает в основном в условиях богары (92%), преобладают озимые посевы (89%).



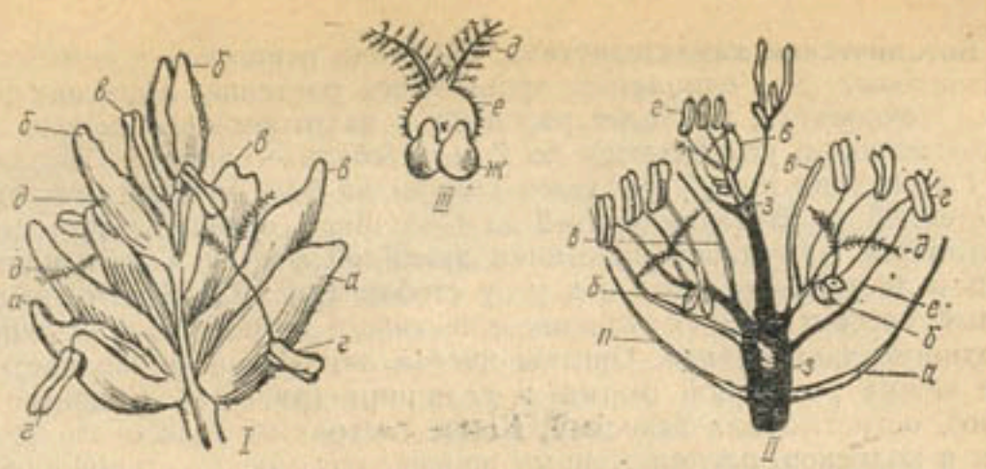
33. Схема строения стебля и листа пшеницы:

1 — корни; *2* — междоузлие стебля; *3* — узлы; *4* — влагалище листа; *5* — пластинка листа; *6* — ушки; 7 — язычок; *8* — выход колоса.



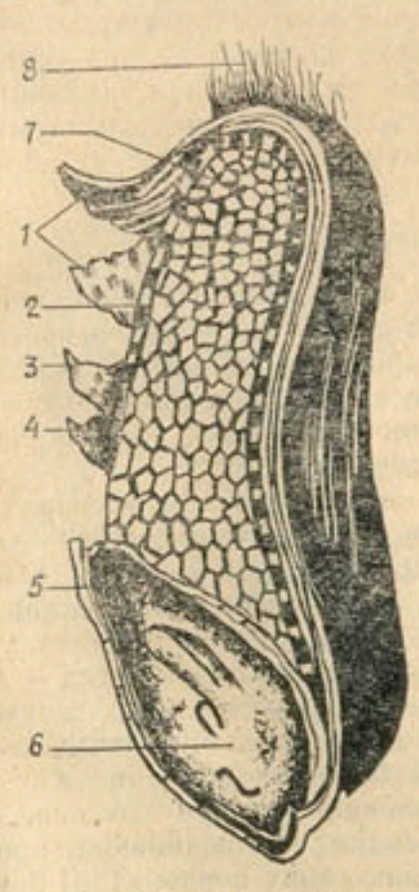
34. Пшеница во время кущения:

а — зерно; *б* — первичные корни; *в* — корневидное колено первичного главного стебля; *г* — вторичные побеги, выпедшие из зародыша; *д* — узел кущения; *е*—стеблевые корни, развившиеся из узла кущения; *ж* — главный стебель; *з* — боковые стебли; о — поверхность почвы.



35. Колосок пшеницы:

I — колосок; *II* — схема строения колоска; *III* — цветок; *а* — колосковые чешуи, *б* — наружная цветковая чешуя, *в* — внутренняя цветковая чешуя, *г* — тычинки, *д* — рыльце, *е* — завязь, *ж* — лодикула, *з* — цветоложки.



36. Продольный разрез зерна пшеницы:

1 — плодовые оболочки; *2* и *3* — семенные; 4 — алейроновый слой; *5* — щиток; *6* — зародыш, *7* — эндосперм; *8* — хохолок.

37. Колосья пшеницы: слева —мягкой, справа — твердой.

Ботаническая характеристика. Пшеница относится к семейству Мятликовые. Это однолетнее травянистое растение. Корневая система мочковатая, наиболее развитая в пахотном слое почвы, отдельные корни углубляются до 2 м. Стебель — соломина высотой до 1 м, внутри полый, разделен узлами на 5—7 междоузлий, число стеблей на растении от 1—2 до 4—5. Лист состоит из листового влагалища и листовой пластинки линейной формы. Своим влагалищем лист прикрепляется к узлу стебля (рис. 33). Цветок обоеполый, состоит из трех тычинок и пестика с двуперистым рыльцем и одногнездной завязи. Органы цветка заключены в две цветковые чешуи различной формы и величины (рис. 34). Соцветие — колос, остистый или безостый. Колос состоит из колосового стержня и колосков, расположенных поочередно с обеих сторон на выступах этого стержня. Колосок многоцветковый (2—5 цветков), с обеих сторон прикрывается двумя колосковыми чешуями. В колоске завиваются нижние цветки, а верхние атрофируются (рис. 35). Зерновка (плод) голая, удлиненной формы, с продольной бороздкой и хохолком из волосков на верхушке, белой, красной окраски, в разрезе стекловидная, полустекловидная и мучнистая (рис. 36).

Пшеница (род Triticum) насчитывает 22 вида, из них самое широкое распространение получили два вида: мягкая, имеющая озимые, полуозимые и яровые формы, и твердая, возделываемая преимущественно как яровая культура (рис. 37).

Озимая пшеница

Биологические особенности и сорта. Из сортов озимой пшеницы на богаре высеваются в основном двуручки — биологически яровые формы, которые можно сеять осенью и весной. Сорта биологически озимой пшеницы, которые высеваются только осенью и должны обязательно перезимовать (тогда они дают урожай зерна), в условиях Средней Азии встречаются редко.

Семена озимой пшеницы начинают прорастать при температуре +1 ... +2°С, но наиболее благоприятная температура для дружного прорастания и появления всходов — +12 ... +15°. Озимая пшеница — зимостойкая культура: она способна выдерживать зимние морозы без снега до —15 ... —20°С, на глубине узла кущения до —10 ... —15°С, под 20-сантиметровым слоем снега — до —30°С. Местные сорта двуручки более жароустойчивы, засухоустойчивы, обладают мощной, глубоко проникающей в почву корневой системой. Для озимой пшеницы большое значение имеют осенние осадки, способствующие появлению всходов до перезимовки, а также зимние и весенние осадки, обеспечивающие достаточные запасы влаги в более глубоких слоях почвы (1—1,2 м) для формирования урожая. Наибольшая потребность во влаге у пшеницы приходится на период от выхода растений в трубку до цветения и образования зерна. Высокие урожаи озимой пшеницы на богаре достигаются во время ее вегетации при влажности почвы 70—75% от ее полевой влагоемкости.

Озимая пшеница предъявляет высокие требования к почве. Хорошие и устойчивые урожаи она дает на плодородных, достаточно влажных и чистых от сорняков почвах.

Озимая пшеница на богаре из-за сухости почвы осенью часто всходит зимой или ранней весной и, как правило, кустится рано весной (в марте). Поэтому зимует озимая пшеница на богаре в фазе наклюнувшихся семян, проростков и реже всходов, в то время как в условиях Европейской части СССР озимая пшеница с осени дает всходы, кустится и зимует в фазе кущения. Биологически озимая пшеница хорошо кустится, образует до 3—4-х и более стеблей на одно растение. Двуручки кустятся меньше.

Вегетационный период озимой пшеницы в среднем длится 162 дня (случаются колебания от 90 до 227 дней).

Зерновые культуры (пшеница, ячмень и др.) проходят следующие фазы развития: всходы, кущение, выход в трубку, колошение (выметывание), цветение и созревание.

Всходы появляются в виде одного или нескольких листочков. Кущение представляет собой образование боковых побегов и вторичной (настоящей) мочковатой корневой системы. Из узла кущения развиваются боковые побеги и вторичные корни, которые размещаются в основном в поверхностном слое почвы.

Выход в трубку, или образование стебля, происходит после кущения примерно через 20—30 дней. В это время стебель начинает расти, вместе с ним развивается соцветие, которое располагается на верхушке стебля в пазухе верхнего листа. В этой фазе формируются вегетативная масса растений и органы плодоношения, соцветие (колос, метелка) выходит наружу из влагалищной части листа. Одновременно с ростом стебля и выходом соцветия из листового влагалища наружу наступает фаза колошения, или выметывания. Вслед за этой фазой начинается фаза цветения — образование цветков, их развитие, опыление и оплодотворение. После оплодотворения формируется плодовый орган — зерно.

Период созревания делят на три стадии: молочной, восковой и полной спелости.

Фаза молочной спелости — все части растения зеленые, зерновка мягкая, при раздавливании выделяет молочнообразную массу, имеет свыше 50% влажности. Длительность фазы 10—15 дней.

Фаза восковой спелости — зерновка восковидная, упругая, легко режется ногтем (наподобие воска), оболочки желтые, влажность до 25%, зерно созрело, не осыпается. Урожай можно убирать раздельным способом.

Фаза твердой (полной) спелости наступает спустя 5—10 дней после восковой спелости. Растения желтеют, листья засыхают, эндосперм твердый, влажность 12—14%, зерно осыпается. Убирают урожай прямым комбайнированием.

Для богары районированы следующие сорта: Кзыл-Шарк — двуручка для равнинной и равнинно-холмистой зоны; Сурхак 5688 — двуручка для предгорной и горной зон; Безостая 1 — биологически озимый сорт, высевается во всех зонах богары, кроме

равнинной части, по парам и хорошим предшественникам; Киргизская 16— биологически озимый сорт — для предгорной и горной зон; Кзыл-Бугдай — местный, стародавний сорт, двуручка — для горной зоны; Леукурум 3— твердая пшеница — для предгорной и горной зон.

Место в севообороте. В зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения лучшим предшественником озимой пшеницы считаются ранние чистые пары. Парозанимаемые культуры — арбуз, дыня, нут, подсолнечник, сорго — также являются хорошими предшественниками озимой пшеницы, однако по своему действию в значительной мере уступают чистым парам.

В орошаемых зонах Средней Азии озимая пшеница является наиболее урожайной культурой и при высокой агротехнике дает урожаи до 40—50 ц/га. На отдельных госсортоучастках урожаи сорта Безостая 1 достигали 70—95 ц/га.

Озимая пшеница хорошо использует осенне-зимне-весенние запасы влаги и требует меньше воды для орошения. Ее можно размещать на занятых парах после кукурузы на силос, сорго и других культур. Ранние осенние посевы пшеницы биологически озимыми сортами позволяют получать ранние всходы и высокие урожаи. Поздние осенние посевы в сухую почву (при отсутствии влаги осенью) дают поздние и слабые всходы, что снижает выход зерна. На посевах пшеницы влажность почвы поддерживается в пределах 70—75% от полевой влагоемкости, наибольшая потребность в влаге у пшеницы — в фазу выхода в трубку, цветения и налива зерна. Озимая пшеница, выращиваемая в поливной зоне, очень требовательна к питательным элементам, особенно к азоту, переносит близкие (0,7—1 м) опресненные и проточные грунтовые воды, на засоленных почвах требует промывки.

На полях с предпосевным поливом и ранним осенним посевом (сентябрь-октябрь) рекомендуется высевать биологически озимые сорта Безостая 1, Аврора, сухой осенью — сорта двуручки — Кзыл-Шарк, Сурхак.

Орошение озимой пшеницы. В Средней Азии перед посевом озимых культур, в том числе озимой пшеницы, дается предпосевной полив. В районах, склонных к засолению, число предпосевных поливов возрастает до двух-трех. Вегетационные поливы, которые в зависимости от уровня залегания грунтовых вод даются один или два раза, проводятся соответственно в фазу колошения (если один полив) и в фазу трубкования и колошения (если два полива) нормой 600—700 м³/га.

Яровая пшеница

Яровую пшеницу в нашей стране возделывают повсеместно. В СССР районировано около 90 сортов яровой пшеницы. В Средней Азии выращиваются на богаре сорта мягких пшениц — двуручки: Кзыл-Шарк — для равнинной и равнинно-холмистой зон и Сурхак 5688 — для предгорной и горной зон и сорт твердой пшеницы Леукурум 3— для предгорной и горной зон.

Биологические особенности и сорта. Яровая пшеница мало чем отличается от пшениц двуручек осеннего сева и по сравнению с ними ниже ростом, кустится слабее, урожайность ее 12—30 ц/га; корни хорошо развиты. Созревает на 7—8 дней позднее озимой, поэтому чаще подвергается засухе. Яровая пшеница более требовательна к влаге, плодородию почвы и чистоте полей.

Место в севообороте. Яровая пшеница предъявляет повышенные требования к предшественникам. Она лучше всего удается на целинных и залежных землях. Предшественниками ее на богаре могут служить озимые хлеба, бахчевые культуры, нут, подсолнечник и другие пропашные культуры, а из зернобобовых — горох. Люцерна, особенно выращиваемая на низменных участках и во влажные годы, в первый и второй год распашки также служит хорошим предшественником яровой пшеницы.

ЯЧМЕНЬ

Народнохозяйственное значение, распространение. Ячмень — наиболее древняя и важная продовольственная, кормовая и техническая культура. Из его зерна вырабатывают ячневую и перловую крупу, муку, которую в чистом виде не используют, а примешивают к ржаной или пшеничной. Зерна ячменя служат также ценным сырьем для пивоваренной промышленности: из них получают спирт, солодовый экстракт и др. Яровой ячмень является хорошей покровной культурой для люцерны на поливе.

Химический состав зерна ячменя: вода —13%, белок —12, безазотистые вещества —64,6, жир —2,1, клетчатка —5,5 и зола — 2,8%. Ячменное зерно широко используется как концентрированный корм для всех видов скота, особенно для откорма свиней. В одном килограмме зерна содержится 1,21 к. е., а в 1 кг соломы 0,36 к. е. Ячмень высевают и для получения зеленой массы, особенно в смеси с зернобобовыми культурами.

Ячмень — скороспелая культура, в СССР возделывается от Заполярья до южных, восточных и западных границ. На богарных землях преобладают посевы озимого ячменя.

Морфологические и биологические особенности. Ячмень относится к роду Hordeum семейства Мятликовые, имеет много видов, из которых только один — ячмень посевной — принадлежит к культурному и возделывается повсеместно, остальные виды — дикорастущие.

В зависимости от строения колоса культурный ячмень делится на три подвида: 1) многорядный (H. S. vulgare), у которого на каждом уступе колосового стержня имеется по три развитых колоска; 2) двурядный (H. S. distichum), у которого из трех колосков, сидящих на уступе колосового стержня, развит только средний; 3) промежуточный (H. S. intermedium), у которого на уступе колосового стержня нормально развиты 1—3 зерна.

В нашей стране распространены многорядный и двурядный подвиды ячменя (рис. 38, 39), каждый из которых подразделяется

38. Колос, колосовой стержень и цветковая чешуя с остью двухрядного ячменя.

39. Колос, колосовой стержень, зерно и тройка многорядного ячменя.

на 20 разновидностей. Из них наибольшие площади занимают Паллидум из многорядных и Нутанс из двурядных ячменей.

Ячмень — менее требовательное к теплу растение. Семена его начинают прорастать при 1—2°С, а всходы появляются при 4—5°С. Всходы ячменя выдерживают заморозки до 7—8°С. Озимый ячмень по зимостойкости уступает озимой пшенице и сильнее подвержен воздействию неблагоприятных условий ранневесеннего периода.

Вегетационный период ячменя длится 53—111 дней, а в условиях богары — в среднем для ярового ячменя 97—98 дней. Ячмень на 5—10 дней созревает раньше пшеницы. Культура эта засухоустойчивая и жаростойкая. С наступлением теплых дней ячмень быстро растет и за короткое время потребляет много питательных элементов, очень требователен к влаге, особенно в период от кущения до колошения. Произрастает на самых различных почвах, но лучшими для него являются высокоплодородные суглинистые

сероземы. На супесчаных, кислых почвах плохо удается, а засоленные не переносит. Луговые, лугово-болотные почвы (на поливе) с близкими (до 1 м) грунтовыми водами для ячменя благоприятны.

Озимый ячмень

Озимый ячмень на богаре. На богаре озимый ячмень — наиболее продуктивная культура. Используя осадки осенне-зимне-весеннего времени, он развивает мощную корневую систему, благодаря которой хорошо использует влагу и питательные элементы почвы, растет и развивается, раньше других хлебов созревает — до наступления засухи, дает полноценное зерно и высокий урожай. В среднем урожайность озимого ячменя на богаре на 35% выше ярового, а в засушливые годы — в два раза.

Во всех зонах богары районируется сорт ячменя двуручка Унумли-арпа, в предгорных зонах — Таш-калляк и др.

Место в севообороте. Лучшее место в севообороте для озимого ячменя во всех зонах богары — ранние чистые пары. В хлопководческих районах его высевают после хлопчатника, кукурузы, подсолнечника, бахчевых, нута, сорго.

Особенности возделывания озимого ячменя при орошении. Урожайность озимого ячменя на поливе 40—50 ц/га. Озимый ячмень в чистом виде или в смеси с зимующим горохом или викой озимой дает до 300—400 ц/га высокопитательных зеленых кормов в ранние майские сроки. Его высевают на полях, отводимых под кормовые, овощные и другие культуры. При более раннем созревании ячменя после его уборки можно высевать кукурузу, сорго на зерно, картофель и другие культуры, что позволяет получить два урожая зерновых культур по 80—100 ц зерна с 1 га. Поукосные (после уборки ячменя на зеленый корм) посевы этих культур дают еще более высокие урожаи. В ранние осенние сроки (с 15 сентября по 15 октября) с предпахотным поливом высевают биологически озимые сорта ячменя Деа и Паллидум 596, в поздние осенние сроки — Унумли-арпа.

Яровой ячмень

Районы возделывания и урожайность. Яровой ячмень — наиболее скороспелая и пластичная зерновая культура. В нашей стране его возделывают повсеместно. В Средней Азии яровой ячмень высевается в горных и высокогорных районах и в основном на богаре. Созревает в конце мая-начале июня и меньше страдает от суховеев и гармсилей. Высокие температуры (40°С и выше) во время налива зерна переносит лучше, чем пшеница, засухоустойчив. В условиях богары дает хороший урожай. Скороспелость и более высокая устойчивость к суховеям позволяют успешно возделывать его также на поливных землях и не только в ранних посевах, но и летом — вплоть до августа для получения зеленой массы.

Яровой ячмень по сравнению с озимым меньше кустится, стебель у него короче, колос меньше, зерно менее крупное, но с более высоким содержанием белка.

В передовых хозяйствах урожайность ячменя достигает 60—70 ц/га. Особенно высокие урожаи получают при возделывании ячменя на поливных и условно поливных землях.

Место в севообороте. Яровой ячмень менее требователен к плодородию почвы по сравнению с яровой пшеницей, однако из-за слабого кущения сильно засоряется сорняками. В зерновых севооборотах обычно его размещают после озимых хлебов. Лучшими предшественниками для него служат пропашные культуры, а во влажные годы — люцерна.

Приемы возделывания ярового ячменя на поливе. В условиях орошения яровой ячмень дает высокие урожаи зерна — до 40—45 ц/га и зеленой массы — до 250—300 ц/га. Его можно сеять на зеленый корм в течение лета — до августа. Высевают его по зяблевой вспашке, чаще всего в конце февраля — в первой половине марта.

Применяют те же способы полива, что и для озимой пшеницы при орошении.

Уборка пшеницы и ячменя. Уборка урожая хлебов является важнейшим завершающим этапом в производстве зерна и увеличении его валовых сборов. Своевременно и в сжатые сроки проведенная уборка с минимальными потерями — залог получения высоких урожаев зерна.

Убирают хлеба двумя способами — раздельным и прямым комбайнированием (см. раздел «Рис»). На поливных землях хлеба убирают раздельным способом, а на богаре — прямым комбайнированием машинами СК-3, СК-4, «Нива», СКПР-6, «Колос».

КУКУРУЗА

Народнохозяйственное значение, районы распространения, урожайность. Кукуруза относится к наиболее ценным и высокоурожайным культурам разностороннего использования (на корм скоту для продовольственных целей и технической переработки). Она дает наибольшее количество кормов с 1 га из всех кормовых культур, уступая только сахарной свекле. На корм животным больше всего и лучше всего используют силос из стеблей кукурузы с початками в молочно-восковой спелости.

Кукуруза, убираемая до цветения, служит отличным зеленым кормом. В зерне кукурузы содержатся белки (9—12%), жиры (4—8%), углеводы (65—70%), минеральные соли и витамины. Поэтому она является ценной пищевой культурой. Из зерна кукурузы, стеблей, оберток, кочерыжек получают муку, крупу, хлопья, крахмал, патоку, сиропы, спирт, декстрин, фитин, пиво, глюкозу, мед, а также вискозу, пластмассу, бумагу, картон и т. д. Широко используют в пищу кукурузное масло и початки кукурузы (в варе-

ном или консервированном виде). Всего из кукурузы производят более 200 разнообразных видов изделий и продуктов.

В нашей стране кукуруза занимает первое место как силосная культура. Как пропашная культура и очищающая поля от сорняков она является ценным предшественником многих культур, в том числе хлопчатника. На орошаемых землях считается лучшей культурой для поукосных, пожнивных посевов, для смешанных посевов с зернобобовыми, а также совместных посевов с люцерной, сахарной или полусахарной свеклой. На поливных землях — это самая урожайная культура: она мало страдает от болезней и вредителей, не полегает, при созревании не осыпается, почти все процессы ее механизированы. Высевается во всех районах Средней Азии в весенний, летний, осенний период. По посевным площадям и валовой продукции в мировом производстве кукуруза стоит на третьем месте после пшеницы и риса.

Кукуруза дает исключительно высокие урожаи силосной массы. В передовых хозяйствах Средней Азии многие колхозы и совхозы собирают урожаи зеленой массы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости по 500—700—1000 ц/га и более.

Ботаническая характеристика. Кукуруза — древнейшее культурное растение. Родина ее — Центральная и Южная Америка. Кукуруза принадлежит к однолетним травянистым растениям рода Gramineae семейства Мятликовые. Корневая система ее мощная, мочковатая, проникающая в глубину до 2—4 м и в стороны — до 1—1,2 м. Главная масса корней расположена в верхнем 30—40-сантиметровом слое почвы. По мере роста корни кукурузы в междурядьях все более приближаются к поверхности почвы и могут быть повреждены при глубоких междурядных обработках. Из нижних надземных узлов стебля отходят воздушные корни, которые защищают кукурузу от полегания и поломки стеблей при сильных ветрах. Стебель высотой от 0,5 до 6 м, прямостоячий, цилиндрический, гладкий, заполнен паренхимой. Встречаются многопочатковые формы кукурузы.

Число надземных узлов стебля: 10—11 — у скороспелых, 23—24 — у позднеспелых. Листья крупные, линейные, цельнокрайние, отходят по одному от каждого узла. У скороспелых сортов на стебле образуется 10—11 листьев, у среднеспелых —14—15, а у позднеспелых —23—24 листа.

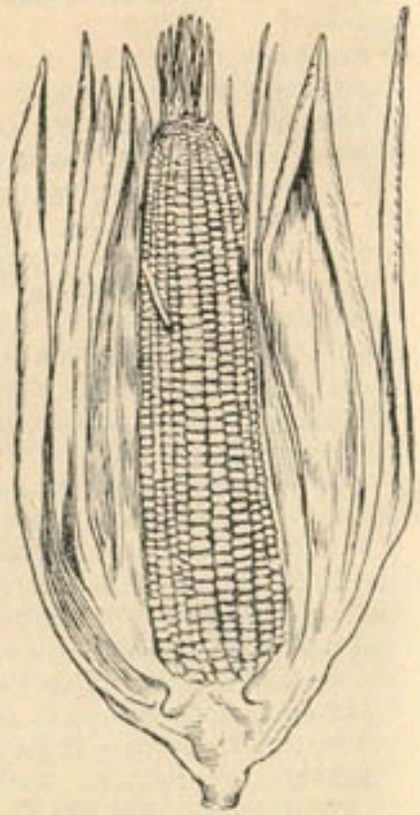
Кукуруза — однодомное раздельнополое растение(рис. 40). На каждом растении имеется два типа соцветий: мужское — метелка, (рис. 41), которая находится на верхушке стебля, и женские — початки, которые располагаются в пазухах листьев (рис. 42). Число початков на растении обычно от 1 до 4—5 и больше. Одна метелка дает до 20 млн. пыльцевых зерен. Початок представляет собой мясистый стержень, на котором попарно располагаются в углублениях колоски, несущие два цветка (рис. 43). Из двух цветков плодоносит только один — верхний. Початок покрывает обертка из видоизмененных листьев. Во время цветения столбики с рыльцами женских цветков выходят из-под обертки на верхушку початка в

40. Схема строения кукурузного растения:

а — мужское соцветие; *б* — женское соцветие.

41. Мужское соцветие кукурузы — метелка и ее колосок.

42. Женское соцветие кукурузы (початок) в обертке.



43. Початок кукурузы с открытой оберткой.

виде пучка волосков. Во время цветения чужая пыльца попадает на эти рыльца, происходит опыление, а затем оплодотворение этих цветков. По способу цветения кукуруза относится к перекрестноопыляющимся растениям.

Плод — зерновка, крупный, округлой, овальной или зубовидной формы, белой или желтой окраски. Зерновка состоит из оболочки, эндосперма и зародыша. В эндосперме различают мучнистую (крахмалистую) и роговидную (стекловидную) части. В початке в зависимости от сорта образуется до 1000 зерен. Масса 1000 зерен колеблется от 100 до 500 г, в среднем 250—350 г.

Биологические особенности, подвиды, гибриды, сорта. Кукурузу отличает высокая приспособленность к условиям существования и высокая жизнеспособность. К ценным свойствам кукурузы относится присущее ей явление гетерозиса, т. е. более мощный рост и повышенная жизненность потомства, полученного в результате скрещивания двух сортов, линий, гибридов. На основе гетерозиса учеными разработаны способы получения гибридов кукурузы, резко выделяющихся по урожайности и другим признакам.

Кукуруза — теплолюбивое растение. Семена ее начинают прорастать при температуре 7—8°С, всходы появляются при температуре 10—12°С. Наиболее благоприятная температура для роста растений —20—35° тепла. Всходы выдерживают заморозки до 2—3°. Взрослые растения погибают при температуре ниже 3°.

Вегетационный период кукурузы (от всходов до созревания) колеблется от 90 до 160 дней в зависимости от сорта, районов выращивания и сроков сева. При летнем (июнь) посеве вегетационный период на 15—26 дней сокращается в результате влияния более высоких температур и более укороченного дня. Кукуруза очень отзывчива к влаге, хотя и экономно ее расходует; ее транспирационный коэффициент 230—370 (пшеницы —415). При высоких урожаях кукуруза на единицу площади потребляет значительно больше влаги, чем другие зерновые культуры, так как развивает мощную вегетативную массу.

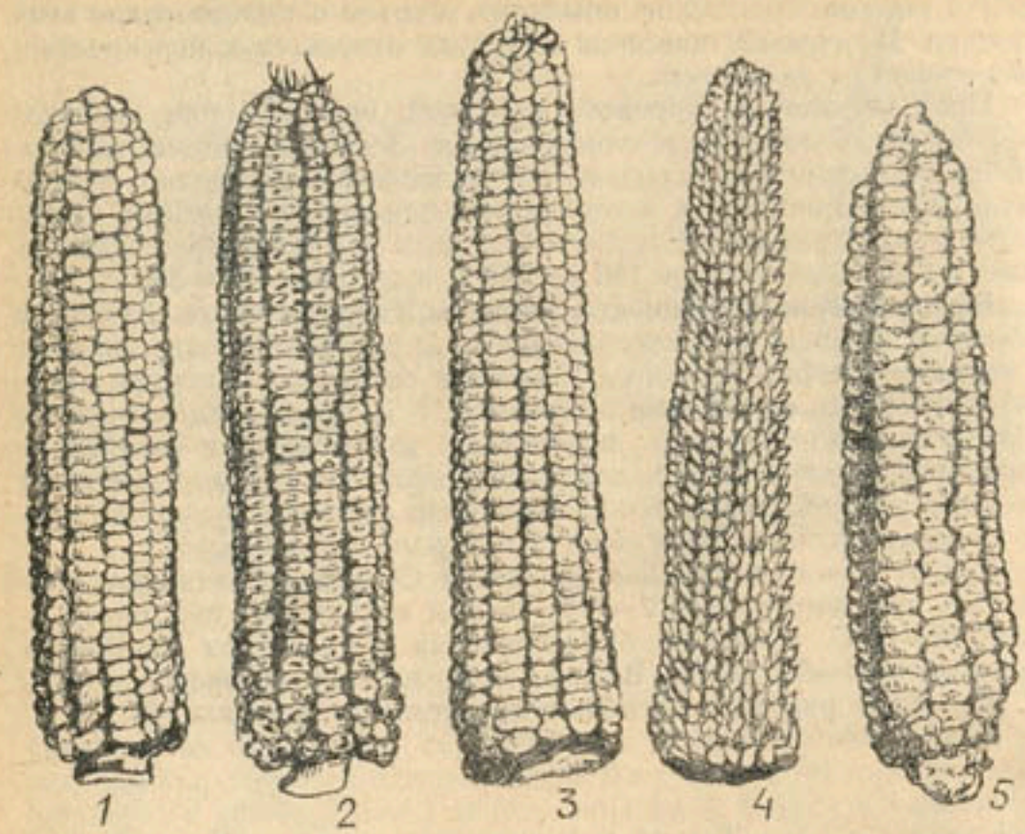
Наибольшая потребность у кукурузы во влаге обнаруживается за 10 дней до и за 20 дней после цветения. Во время налива зерна до восковой спелости кукуруза также требовательна к влаге, однако плохо переносит переувлажнение.

Оптимальная влажность почвы на кукурузном поле составляет 65—75% полевой влагоемкости.

Кукуруза произрастает на всех почвах, кроме засоленных, заболоченных и кислых.

В зависимости от формы, химического состава и внутреннего строения зерновок выделяют 8 подвидов кукурузы: зубовидную кремнистую, крахмалистую, сахарную, лопающуюся, восковидную, крахамалисто-сахарную и пленчатую (рис. 44). Н. И. Кулешов выделяет еще и девятый подвид — зубовидно-кремнистую кукурузу.

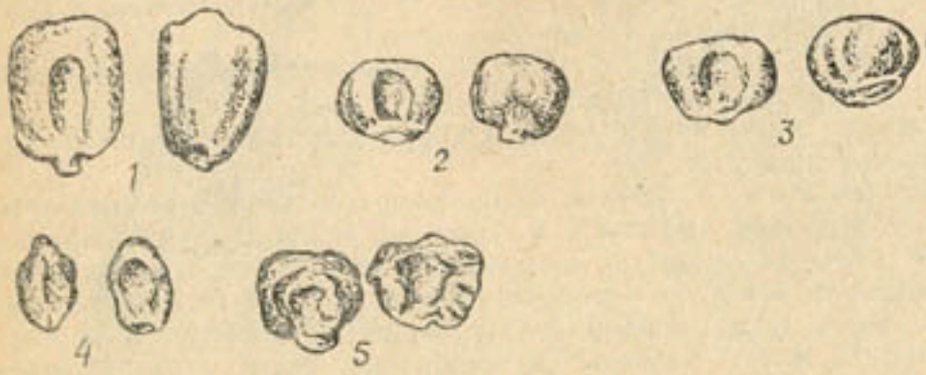
Кукуруза имеет большое разнообразие форм и насчитывает более 10 тыс. сортов и гибридов (рис. 45). В Средней Азии районированы следующие сорта и гибриды кукурузы, используемые



44. Початки различных подвидов кукурузы:

1 — кремнистого; *2* — зубовидного; *3* — крахмалистого; *4* — лопающегося; 5 — сахарного.

на зерно и силос: позднеспелые — Узбекская зубовидная, Узбекская 100, Кремнистая УзРОС; среднепозднеспелые — гибрид ВИР 338 ТВ; среднескороспелые — Краснодарская 1/49 в пожнивных сроках сева. Для получения высоких урожаев зеленой массы с початками



45. Зерна различных подвидов кукурузы:

1 — зубовидного; *2* — кремнистого; *3* — крахмалистого; *4* — лопающегося; *5* — сахарного.

в молочно-восковой спелости используются высокостебельные и облиственные сорта: Узбекская зубовидная и Узбекская 100.

Приемы возделывания. К особенностям ухода за кукурузой относится дополнительное искусственное опыление; оно способствует лучшей озерненности початков и повышает урожай зерна на 2—5 ц/га. Его проводят во время цветения кукурузы 2—3 раза с промежутками в 3—5 дней встряхиванием растений или нанесением предварительно собранной пыльцы на цветущие рыльца початков.

Совместные посевы кукурузы с зернобобовыми и другими культурами значительно увеличивают урожай зеленой массы, обогащают ее протеином, а почву — азотом. Лучшими бобовыми культурами для таких посевов считают фасоль и сою. Благоприятные сроки высева смешанных посевов — весна (апрель) или лето. Совместно с кукурузой высевают также тыкву, свеклу и другие культуры.

В смешанных посевах кукурузы со свеклой рекомендуется высевать позднеспелые сорта кукурузы, дающие много зеленой массы, а также гибрид ВИР 338 ТВ. Для посева используют хлопковые сеялки СЧХ-4А, СТХ-4Б, специально переоборудованные для совместных посевов. Сеялка одновременно высевает семена кукурузы — на глубину 5—6 см и семена свеклы — на глубину 3—4 см. В каждое гнездо высевается 2—3 семени кукурузы, а свеклы — в строчку от 25—30 семян на 1 погонный метр рядка или в гнездо на расстоянии 15 см (в междурядьях 90 см). Норма высева кукурузы 25—30 кг, свеклы — 12—14 кг на 1 га.

Убирают кукурузу на силос в фазу молочно-восковой спелости в конце июля или в начале августа силосоуборочным комбайном КС-2,6. После уборки кукурузы свеклу поливают с предварительным внесением 60—70 кг азота на 1 га, затем проводят культивацию и еще дают 2—3 вегетационных полива. В конце октября-начале ноября убирают корни свеклоподъемниками или свеклоуборочными комбайнами КСТ-2, который подкапывает корни, вытаскивает растения и обрезает ботву.

Пожнивные, поукосные или повторные посевы кукурузы. Эти посевы дают возможность получать с одной и той же площади дополнительное количество кормов и зерна и тем самым интенсивнее использовать поливные земли. Под пожнивные посевы кукурузы используют поля, освобождаемые в мае-июне от зерновых и зернобобовых культур.

В поукосных посевах кукурузу высевают после уборки на сено или зеленый корм ячменя, пшеницы, овса, ржи. Поля от этих культур освобождаются в мае-начале июня, что позволяет высевать кукурузу значительно раньше, чем в пожнивном севе, и использовать для посева все районированные гибриды и сорта как на силос, так и на зерно. Приемы возделывания поукосной кукурузы мало чем отличаются от приемов возделывания пожнивных и весенних ее посевов.

Повторные посевы кукурузы на зеленый корм ведутся после кукурузы весенних посевов во второй половине июля-начале ав-

густа. В них высевают позднеспелые сорта кукурузы в междурядьях 60 см нормой высева семян 50—60 кг/га или сплошным рядовым посевом (на чистых землях) нормой высева до 100 кг семян на 1 га. Уход обычный, дают до 2—3 поливов.

Уборка и хранение урожая. Уборку кукурузы на силос начинают до выметывания метелок, в фазу молочно-восковой и восковой спелости зерна. В это время кукуруза дает наибольший сбор кормовых единиц, содержит 56—70% влаги и хорошо силосуется. При запаздывании с уборкой зеленая масса получается грубой и сухой, требует дополнительного увлажнения, а при более ранней уборке снижается урожай, ухудшается качество и питательность силоса. Убирают кукурузу на силос силосоуборочными комбайнами СК-2,6А, УКСК-2,6А; КС-1,8 «Вихрь», а при раздельном силосовании початков и стеблей — комбайнами ККХ-3, «Херсонец-7». Стебли срезают на высоте 10—12 см. Работу комбайнов организуют группами. Высокорослую кукурузу (до 4—5 м) убирают переоборудованными силосными комбайнами или применяют приспособление ПВК-1,8 к силосоуборочному комбайну КС-1,8 «Вихрь».

Кукурузу на зерно начинают убирать в начале его полной спелости и заканчивают через 10—15 дней. Затягивание с уборкой до 20—30 дней в 3—4 раза увеличивает потери урожая. Механизированную уборку на зерно производят кукурузоуборочными комбайнами ККХ-3, «Херсонец-7». Комбайны одновременно скашивают, измельчают стебли, отделяют початки и очищают их от оберток. Вслед за проходом машин подбирают вручную оставшиеся на земле початки. Початки затем на току очищают от оберток стационарными початкоочистителями ОП-4А, ОП-4Б, ОПП-5, ОПП-10 или стационарно на линии передвижных початкоочистителей (ОПП-10, ОПП-15), сушат и раскладывают их тонкими слоями. При отсутствии комбайнов для уборки на зерно используют переоборудованные зерноуборочные комбайны СК-3, СК-4 и другие с жатками сплошного среза ЖКН-2,6 и измельчителем листостебельной массы И-15. Молотильную часть комбайна при этом соответствующим образом переоборудуют.

СОРГО

Народнохозяйственное значение, распространение, урожайность. Сорго относится к группе важнейших зерновых, кормовых и технических растений. Зерно его — ценный корм для скота и птицы и сырье для комбикормовой, крахмалопаточной и спиртокуренной промышленности. В зерне сорго содержится в среднем до 70% крахмала, 12% белка и 3,5% жира, в стеблях — до 15% сахара. В ряде районов Восточной Азии, Африки, Индии сорго — основное хлебное растение. Как пищевое растение оно занимает третье место в мире после пшеницы и риса. Во многих странах сорго возделывается в основном как кормовая культура и по своей урожайности, питательности и переваримости мало чем уступает кукурузе. Сено и зеленая масса — прекрасный корм для животных, особенно для молочного скота и молодняка. В 1 кг зерна сорго содержится 1,18 кормовых единиц, в 1 кг зеленой массы с метелками —0,23 кормовых единиц, а в 1 кг сена —0,49 кормовых единиц. Силосовать сорго необходимо в фазу молочно-восковой и восковой спелости, когда синильная кислота в стеблях отсутствует. Применяются смешанные посевы с зернобобовыми (вика, соя).

Сорго — засухоустойчивое и солеустойчивое растение; может возделываться на богаре и в орошаемых районах. Сорго — высокоурожайная культура, хороший предшественник для хлопчатника, зерновых и других культур.

Сорго — древняя культура, родина его — Экваториальная Африка; широко распространено в Индии, США, Румынии, Болгарии и др. В СССР посевы сорго невелики. Основные площади размещены в республиках Средней Азии, на юге Украины, на Северном Кавказе, в Нижнем Поволжье.

Морфологические, биологические особенности и сорта. Сорго относится к семейству Мятликовые и насчитывает более 30 видов. В нашей стране культура сорго представлена четырьмя видами: сорго обыкновенное, джугара, гаолян и суданская трава. В Средней Азии наиболее распространены обыкновенное сорго (Sorghum vubgare Pers.), возделываемое для кормовых, технических и продовольственных целей, и джугара (Sorghum cernuum Host), возделываемая как кормовое растение.

Корневая система сорго мочковатая, сильно разветвленная, мощная, проникает в глубь почвы до 2—3 м и на 80—100 см в стороны. Основная масса корней располагается в пахотном слое 20—30 см. Из надземных узлов образуются воздушные корни, отходящие от нижних узлов стебля.

Стебель прямостоячий, цилиндрический, заполнен рыхлой паренхимой, разделен узлами на 6—25 междоузлий высотой от 0,8 до 5 м. Чем больше междоузлий, тем выше растение и позднее оно созревает. Сорго кустится, образуя боковые побеги в количестве 2—4-х и более из узла кущения. Некоторые сорта ветвятся; у них на верхушке каждого стебля развиваются короткие побеги с метелками.

Лист крупный, ланцетовидно-широкий, покрыт восковым налетом; на одном растении у скороспелых сортов от 6 до 11 листьев, у среднеспелых — от 12 до 16, а у позднеспелых — от 17 до 26.

Соцветие — метелка длиной 70 см у веничных сортов и 10—15 см — у зерновых. На разветвлениях метелки сидят попарно или по три колоска; один из них сидячий, обоеполый, плодоносящий, а другие два (или один) на короткой ножке — бесплодные (мужские), опадающие после цветения. В зависимости от формы метелок сорго подразделяется на три подвида: развесистое, сжатое и комовое (рис. 46).

Плод — зерновка овальной, грушевидной, яйцевидной формы, без бороздки, голая или пленчатая, по окраске белая, красная, желтая, бурая и др. Вес 1000 зерен 25—45 г и более. Окрашенные

46. Метелки сорго:

1 — метелка веничного сорго (развесистого) с укороченной главной осью и длинными боковыми ветвями; *2* — метелка развесистого сорго с развитой главной осью; *3* — метелка колосового сорго с прямым стеблем; *4* — метелка комового сорго с изогнутым стеблем (джугара).

зерна содержат танин. У молодых растений сорго высотой до 50—60 см, подсушенных из-за несвоевременного полива, а также у молодой отавы накапливается синильная кислота. Во избежание отравления животных это растение не следует скармливать в молодом возрасте. Хорошо подсушенное сено не опасно, но сено из молодой отавы, убранной в пасмурную погоду, можно давать через 1—2 месяца после уборки. Сахарные сорта сорго менее ядовиты.

Семена сорго пленчатого начинают прорастать при температуре +8°С, голозерного — +12°С. Для появления дружных всходов наиболее благоприятной является температура +15 ... +18°С. Всходы и взрослые растения чувствительны к понижению температуры, и заморозки до 2—3° для них губительны. Сорго — самое засухоустойчивое растение среди полевых культур. Транспирационный коэффициент его 150—200. Оно может переносить почвенную и воздушную засуху и в то же время хорошо отзывается на орошение, способно давать очень высокие урожаи наземной массы и зерна. После укоса сорго быстро отрастает и может дополнительно дать 1—2 укоса.

Вегетационный период у скороспелых сортов 85—110 дней, у среднеспелых —110—125, у позднеспелых —141—155 дней. В летних посевах вегетационный период на 10—15 дней сокращается. К почвам сорго не требовательно: произрастает на легких и тяжелых почвах, переносит близко залегающие грунтовые воды (60—80 см) и засоление. Однако рыхлые и плодородные почвы, чистые от сорняков, наиболее предпочтительны для него.

В зависимости от хозяйственного использования и морфологических особенностей сорго подразделяется на три группы:

— *зерновое сорго* — выращивается для получения зерна, но может быть использовано и на силос; имеет сравнительно короткую комовую метелку (менее 35 см длины), прямую или изогнутую, голое, чаще белоокрашенное зерно. Большинство местных сортов сорго относится к этой группе, называемой джугарой;

сахарное сорго — возделывается на силос, сено, зеленый корм и для получения из стеблей сладкого сиропа и патоки; отличается более высоким ростом, кустистостью, сочной сахаристой сердцевиной стебля (содержит до 15% тростникового сахара), пленчатым или полупленчатым зерном;

веничное сорго — выращивается для получения метелок, из которых изготавливают веники, щетки и т. п. Метелка длинная (40—90 см), главной оси нет или она укорочена. Зерно пленчатое, трудно обрушиваемое.

Место в севообороте. Сорго размещается в хлопково-люцерновых севооборотах на участках, отводимых под кормовые культуры. Его можно высевать после хлопчатника, зерновых и других предшественник хлопчатника, уменьшает заболеваемость последнего культур в весенние и летние сроки посева. Сорго — хороший предвилтом.

Сорго возделывается также на люцерновом поле как покровная культура.

Уборка урожая. Сорго на зерно убирают в фазе полной спелости. Уборку метелок низкорослых сортов (карлик Узбекистана) производят переоборудованными зерновыми комбайнами на высоком срезе. У высокорослых сортов метелки срезаются соргоуборочной машиной СМ-2,6. Срезанные метелки перевозят на ток, где их просушивают до влажности 13—14% и обмолачивают. Оставшиеся на полях стебли убирают силосоуборочным комбайном СК-2,6 или косилкой-измельчителем КИР-1,5.

На силос сорго убирают силосоуборочным комбайном в фазе молочно-восковой или восковой спелости зерна. На зеленый корм, сено сорго скашивают сенокосилками при достижении высоты стебля 60—70 см и продолжают уборку до выбрасывания метелок, не допуская перерастания и огрубления стебля. Стебли скашивают на высоте не ниже 10—12 см, при более низком скашивании сорго плохо отрастает. Веничные сорго убирают в фазе восковой спелости или в начале полной спелости зерна. Метелки срезают вручную, а стебли скашивают на силос.

После обмолота зерно просушивают до влажности не выше 14% и хранят в крытых, хорошо проветриваемых помещениях в мешках или насыпью высотой до 1,5 м.

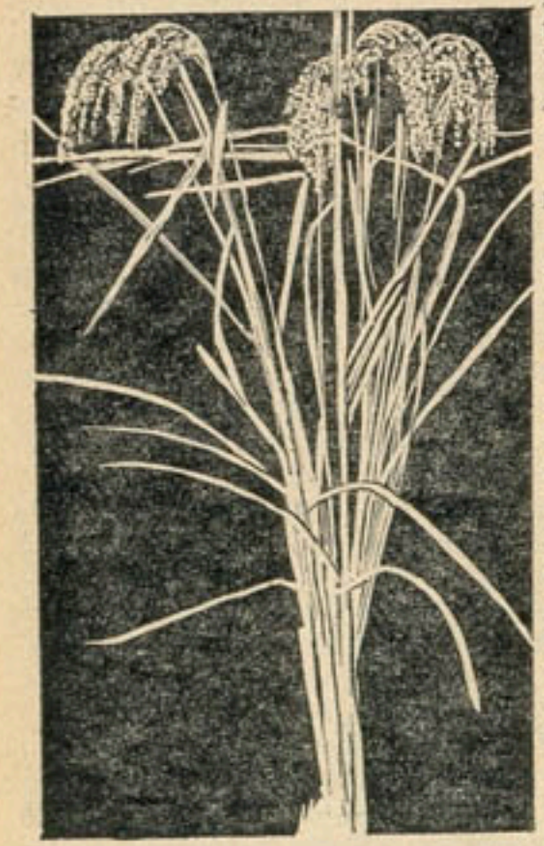
Семенное зерно хранят в помещениях насыпью слоем до 5 см или в мешках, уложенных штабелями в три яруса; метелки подвешивают к жердям и на стены.

РИС

Народнохозяйственное значение, распространение, урожайность. Рис — древняя культура, родина его — Юго-Восточная Азия. Это одна из основных и ценнейших зерновых хлебных культур на земном шаре. По площади посева и валовому сбору он занимает второе место в мире после пшеницы.

Для народов многих стран Юго-Восточной Азии, Европы, Африки, Америки (более 1 млрд. человек) рис является главной пищей. Рисовая крупа (шелушенный рис) содержит 75,2% углеводов, главным образом крахмала, 7,7% белков, 0,4% жира, 2,2% клетчатки, 0,5% золы, 14% воды. Она отличается высокими вкусовыми качествами, питательностью, хорошо усваивается организмом человека и широко используется как диетический продукт питания. Из риса производят муку, крахмал, спирт, пудру, сахар, кондитерские изделия. Рисовые отруби (кипак) — ценный концентрированный корм для животных, особенно для свиней. Рисовая солома, мелкоизмельченная в смеси с сочными кормами, используется для силосования и по кормовой ценности (0,32 кормовых единиц) превосходит пшеничную солому. Из рисовой соломы вырабатывают высшие сорта бумаги(курительная), картона, веревки, канаты, мешки, домашнюю обувь, коврики и другие предметы домашнего обихода. Рис — ценная мелиорирующая культура: при непрерывном орошении его происходит вымывание солей на засоленных почвах, и они становятся пригодными для возделывания хлопчатника и других культур.

Ботаническая характеристика. Рис относится к семейству Мятликовые, которое включает 28 видов. Из них возделываются два вида: рис посевной — Oryza sativa l. и рис голый — Oryza glaberrima stend; остальные виды— дикорастущие, сильно осыпающиеся при созревании.



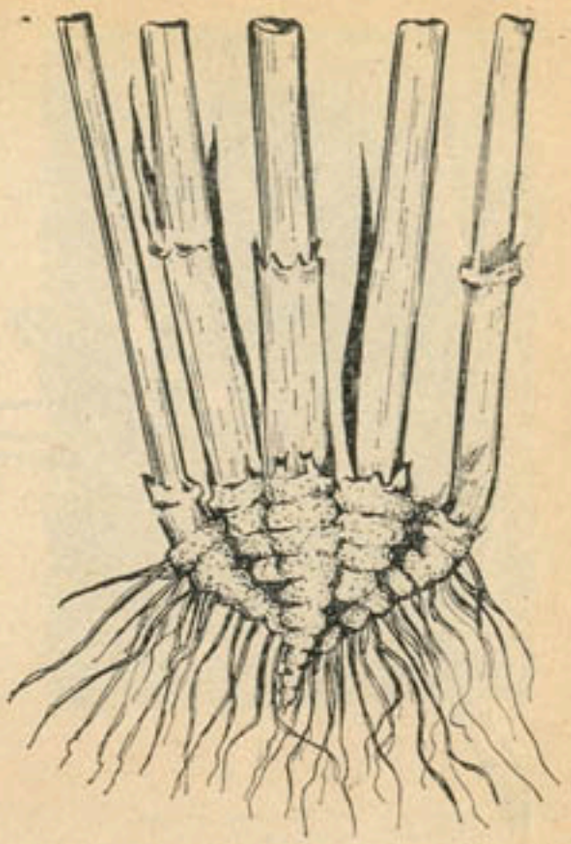
47. Надземные органы риса: стебли, листья, метелки.

Рис посевной возделывается повсюду, а рис голый — в странах Африки. В нашей стране возделывается рис посевной (рис. 47), который в зависимости от формы колоска делится на 2 подвида: рис короткозерный с короткой зерновкой (не более 4 мм) и крупнозерный с длинной, тонкой зерновкой (отношение длины к ширине 3:1). Каждый из указанных подвидов риса насчитывает до 150 разновидностей. Они характеризуются следующими признаками: наличие или отсутствие остей, окраска колосков, остей и самих зерновок.

Рис посевной — однолетнее травянистое растение.

Корневая система риса мочковатая и поверхностная. Придаточные (основные) корни длиной 30—40 см имеют воздушные ходы и небольшое количество волосков; основная масса их (70—80%) располагается в почве горизонтально на глубине 10 см.

Узел кущения — наиболее важный орган растения, в нем зарождаются придаточные корни и боковые побеги, возобновляются стебли и листья. Располагается узел кущения у поверхности почвы (рис. 48).



48. Узел кущения риса. Видны главный и четыре боковых побега.

Стебель — полая соломина высотой 50—200 см, прямостоячий, сильно кустится, имеет от 10 до 20 узлов, 2/3 из которых расположена у основания соломины и представляет собой узел кущения. В надземной части стебля различают 5—7 узлов, или 4—6 междоузлий, из которых самый верхний — наиболее длинный и тонкий. На каждом растении риса в зависимости от сорта и внешних условий образуется 2—5 продуктивных стеблей.

Лист зеленого цвета, линейно-продолговатой формы, длиной 20—25 см и шириной 1—2 см.

Стебель риса заканчивается **соцветием** — метелкой длиной 20—30 см, на разветвлениях которой на ножках сидят колоски.

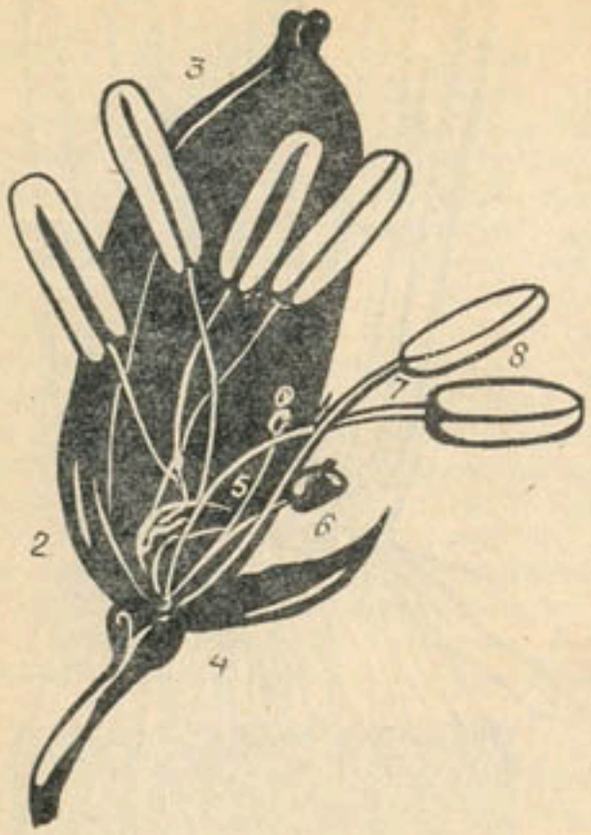
Колосок одноцветковый длиной 2—15 мм, в основании колоска по бокам располагаются две очень короткие колосковые чешуи ланцетной формы.

Цветок обоеполый, состоит из нижней цветковой чешуи, двух околоцветных пленок (лодикул), шести тычинок и одногнездовой продолговатой завязи. Нижняя цветковая чешуя у остистых форм несет ость длиной 0,5—15 см.

Рис — самоопыляющееся растение, редко опыляется перекрестно (рис. 49).

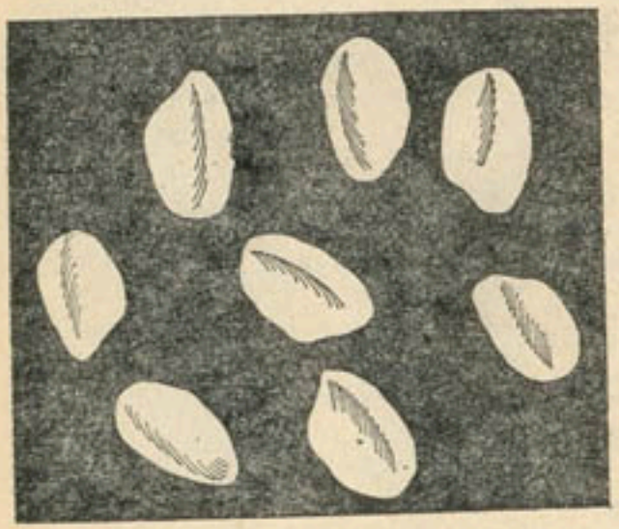
Плод — зерновка, ребристая, круглой и цилиндрической формы, обычно серебристо-белой окраски, чаще стекловидная, реже мучнистая, заключена в цветковые чешуи и лежит свободно, не срастаясь с ними. Масса 1000 пленчатых зерновок (колосков) от 27 до 34 г; пленчатость зерновки от 16,5 до 25% (рис. 50).

Биологические особенности и сорта. Рис — растение тропического климата, очень теплолюбивое. Прорастание семян у риса на-



49. Цветок риса (одна цветковая чешуя убрана):

1 — колосковая ножка; *2* — колосковая чешуя; *3* — цветковая чешуя; *4* — околоцветная пленка; *5, 6* — перистые рыльца; *7* — тычиночная нить; *8* — пыльник.

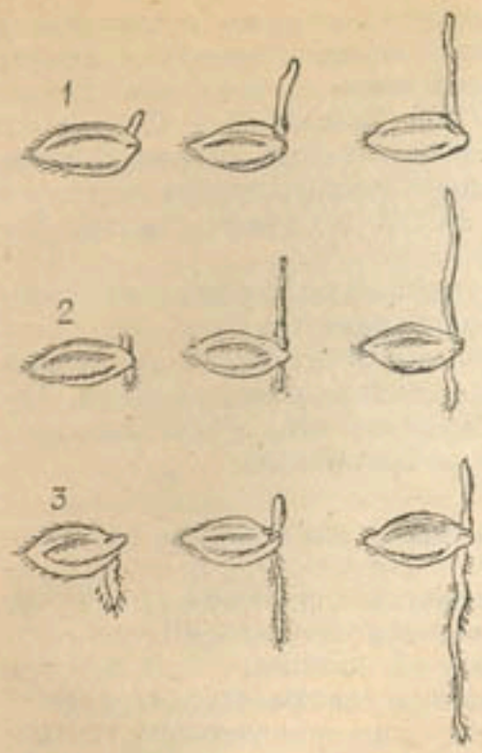


50. Зерновки после обработки (рисовая крупа).

чинается при +10... +14°С, но происходит очень медленно (рис. 51). Самая благоприятная температура во время вегетации риса +25 ... +30°С, а предельная +40°С. Заморозки в 1°С для риса губительны. Вегетационный период (от посева до созревания) длится от 80—100 до 135—145 дней. Один и тот же сорт, высеянный в летнее время, созревает на 20—30 дней раньше. Сумма эффективных температур за период вегетации 2200—3200°С.

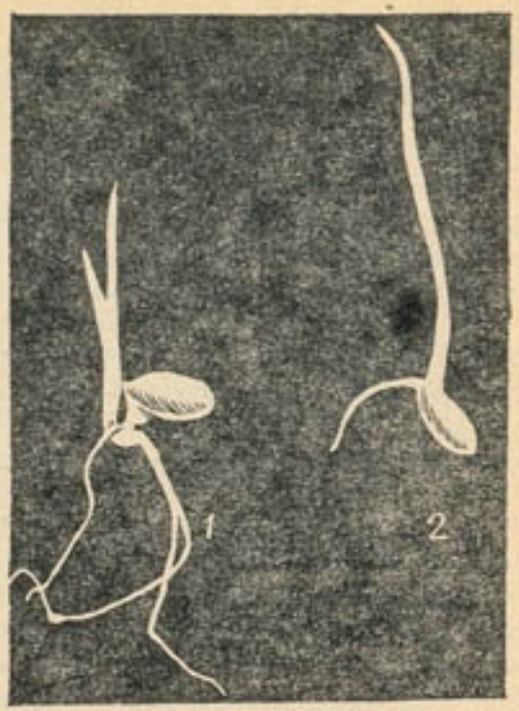
Рис очень требователен к воде и выдерживает длительное затопление слоем воды 10—15 см. От посева до созревания рисовые поля покрываются слоем воды, который улучшает тепловой режим. Без орошения культура риса возможна в тропических странах (например в Индии), где выпадает 1500—2000 мм осадков в год. Рис произрастает на разнообразных почвах, особенно благоприятны для него наносные почвы речных долин и тяжелые глинистые с большим количеством иловатых частиц и органического вещества.

Фазы роста. У риса семь фенологических фаз. Всходы появляются в виде 3—4-х листьев при температуре 15—20° через 15—20 дней (рис. 52). Кущение происходит через 20—30 дней после появления всходов (при этом образуется много боковых побегов) и длится 25—30 дней. С появлением у риса 9—10-го листа начи-



51. Прорастание семян при содержании кислорода в среде:

1 — от 0 до 2%; *2* — от 2 до 10%; *3* — от 10 до 20% (по *П. С. Ерыгину*).



52. Проростки риса:

1 — при прорастании без слоя воды; *2* — при прорастании под слоем воды.

нается трубкование. В этой фазе интенсивно разрастается метелка и все органы растения и для улучшения озерненности метелки требуется понижение температуры слоя воды до 20—22°С. Цветение наступает при выходе соцветия из влагалища верхнего листа. Во время трубкования и цветения рис требует наличия слоя воды, отсутствие которого приводит к стерильности колосков и щуплости зерна. Цветение начинается с верхних колосков метелки и заканчивается нижними. При похолодании многие цветки не опыляются или вообще не цветут. Оптимальная температура цветения риса около 30° при влажности воздуха 70—80°. Созревание колосков происходит на метелке в той же последовательности, что и цветение,— сверху вниз. В созревании различают молочную, восковую и полную спелость зерновки. Молочная спелость наступает через 10—15 дней после цветения, восковая — через 10—20 дней после молочной, а полная — через 8—12 дней после восковой. Весь период плодообразования зерновка проходит за 30—40 дней. При созревании метелка поникает.

Сорта риса. В Средней Азии в основном распространены селекционные сорта, которые делятся на позднеспелые, среднеспелые и скороспелые. Районированы следующие сорта:

позднеспелые: УзРОС 7-13, УзРОС 275. Вегетационный период (от посева до созревания) длится 125—140 дней. Размещают эти

сорта в районах, где вода для орошения прибывает в апреле-начале мая и рис хорошо обеспечивается ею до созревания (половина сентября). Такие районы имеются почти во всех областях;

среднеспелые: УзРОС 269, УзРОС 59, Узбекский 5. Созревают за 115—125 дней, высеваются в районах, где вода на рисовые поля поступает поздней весной или ранней осенью прекращается ее доступ. Эти сорта размещают в КК АССР, в Самаркандской, Хорезмской областях и др.;

раннеспелые: Дубовский 129, Арпа-шалы. Период вегетации у них длится 105—115 дней. Эти сорта размещают в районах с наиболее сокращенным периодом пользования водой (половина мая-июнь) и могут возделываться по жнивью в летние сроки. Такие районы имеются в КК АССР, Андижанской, Наманганской, Ферганской, Самаркандской областях, в Туркмении.

Приемы возделывания

Устройство рисовых полей. Поскольку рис в нашей стране выращивается в условиях затопления, важное значение имеет сооружение оросительных систем с планировкой поливных карт и чеков. Под строительство рисовых оросительных систем отводят дельтовые, низинные и пустынные земли, имеющие сравнительно спокойный рельеф с небольшим уклоном. В рисосеющих хозяйствах республики известны три типа оросительных рисовых систем: неинженерные, полуинженерные и инженерные. Первые два типа имеются в старых неблагоприятных рисовых хозяйствах. В настоящее время во всех специализированных рисовых и вновь организованных совхозах возделывание риса производится на инженерных рисовых оросительных системах.

Инженерные рисовые оросительные системы состоят из водоподающей и водоотводящей (сбросно-дренажной) сетей, гидротехнических сооружений, поля и вспомогательных (оградительных) устройств. Водоподающая сеть, включающая магистральный, распределительный, первый, второй и последующие каналы и картовые оросители, подает воду от источников орошения к чекам. Сбросно-дренажная сеть также состоит из сети различных каналов. Кроме того, на рисовых системах имеются оросительные каналы для перехвата фильтрационных вод с рисовых полей и понижения уровня грунтовых вод на окружающих полях, занятых другими культурами. В устьях всех типов оросителей и в конце картовых сбросов устанавливают гидротехнические сооружения.

Чек — первичный элемент рисовой системы, поверхность его должна быть ровной (отклонение от среднего уровня ±5 см). Для придания чеку ровной поверхности ежегодно проводят эксплуатационную планировку и один раз в ротацию севооборота — текущую планировку различной планировочной техникой (бульдозерами, грейдерами и т. д.). Валики высотой 40 см и шириной по верху 40—50 см — постоянные, они разделяют поливные карты и удерживают в них определенный слой воды.

Дорожная сеть должна быть благоустроена. Дороги подразделяются на магистральные, полевые и картовые. Магистральные дороги и полевые должны быть с твердым покрытием.

Инженерная рисовая система разработана в Краснодарском крае. Известны два основных типа поливных карт: карта Краснодарского типа (ККТ) и карта-чек широкого фронта затопления и сброса (КЧШФ).

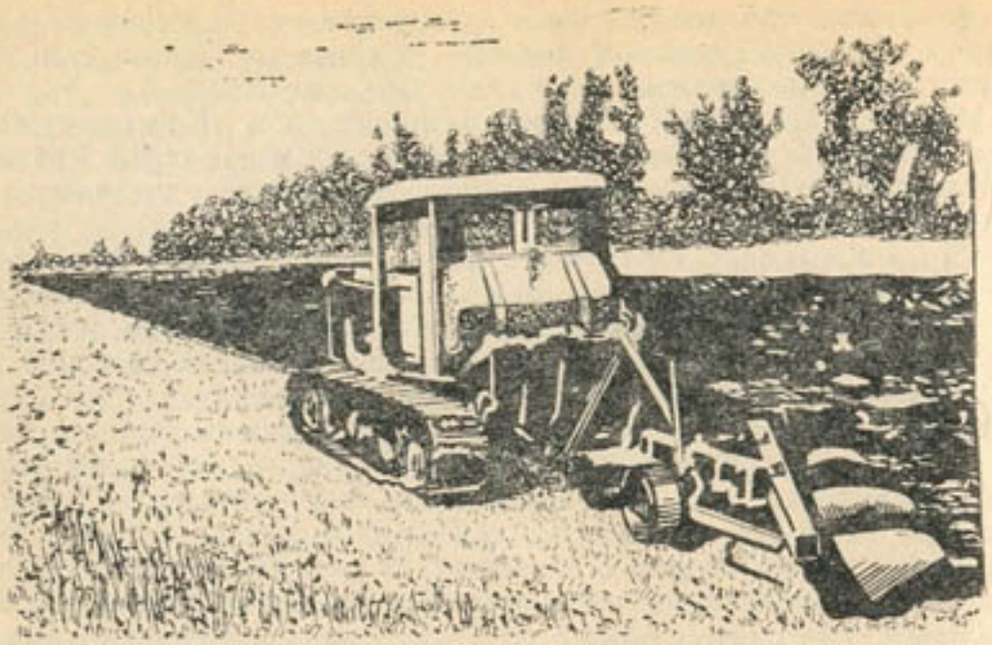
Карта Краснодарского типа прямоугольной формы общей площадью 10—35 га делится на чеки сквозными валиками высотой 40 см от оросителя до сброса. Площадь чека от 1 до 6 га правильной конфигурации. Эта карта располагается длинной стороной по направлению основного уклона местности перпендикулярно горизонталям. Картовые и оросительные каналы проектируются обычно двустороннего командования. Каждая карта имеет самостоятельную полевую дорогу, каждый чек — самостоятельные автоматические водовыпуски (из оросителя в чек и из чека в сброс с бетонными или трубчатыми оголовками) и орошается самостоятельно. На крупных чеках на посевах риса и сопутствующих ему культур можно проводить любые агротехнические мероприятия и механизировать их.

Данная карта позволяет применять комплексную механизацию при возделывании риса, улучшать мелиоративное состояние земель, своевременно и высококачественно выполнять агротехнические мероприятия, уменьшать потери оросительной воды, повышать производительность труда поливальщика в 1,5—2 раза.

Карта-чек широкого фронта затопления и сброса (КЧШФ) площадью 5—10 га в отличие от ККТ располагается длинной стороной вдоль горизонтальной местности. Карта состоит из одного чека и от ККТ отличается тем, что дает возможность более своевременно и высококачественно проводить агротехнические мероприятия и убирать урожай, повысить производительность труда поливальщика, лучше использовать земли, машины и др.

Неинженерные рисовые системы имеют мелкие чеки размером 20—150 м² различной конфигурации. Вода из каналов поступает в чеки постепенно: цепочкой из одного чека в другой и т. д. Сбросно-дренажная сеть обычно отсутствует, что приводит к большим расходам оросительной воды, повышению уровня грунтовых вод и ухудшению мелиоративного состояния земель. Оросительные каналы и валики ежегодно вновь устраиваются по рельефу местности. Почти все работы по возделыванию риса проводятся вручную.

Полуинженерная система характеризуется тем, что поливные карты имеют самостоятельные оросительные и сбросные каналы. Постоянные продольные валики нарезают на расстоянии 30—50 м друг от друга, поперечные валики — временные, их ежегодно разрушают для проведения пахоты и вновь возводят. Чеки (прямоугольной формы, размером 0,1—0,5 га) поливают цепочкой, но такой полив имеет существенные недостатки, так как сопровождается сносом удобрений и гербицидов и неравномерным распреде-



53. Вспашка рисового поля под зябь.

лением их по площади. Хотя многие процессы по выращиванию риса механизированы, все еще значительны затраты ручного труда на оправке крестовин после нарезки поперечных валиков и других работах.

Обработка почвы. Почвы рисовых полей при высоком уровне грунтовых вод и длительном затоплении водой накапливают много закисных соединений, образуют оглеенный подпахотный горизонт, что ухудшает их физические свойства и снижает плодородие. Поэтому в рисовом хозяйстве необходимо периодически просушивать и проветривать почвы, чередовать рис с суходольными культурами в севооборотах, правильно обрабатывать почву. Такая обработка не только улучшает водно-воздушные и другие свойства почвы, но и способствует уничтожению злостных рисовых сорняков (рис. 53).

Основная обработка почвы такая же, как и под другие яровые культуры. Предпосевная обработка почвы производится дисковыми боронами с эксплуатационной планировкой грейдерами Д-241М и Д-20Б, длиннобазовыми планировщиками П-2, П-4, ПА-3 или выравниванием поверхности тяжелой малой. На участках, отводимых под машинные посевы, применяют укатывание тяжелым катком.

На сильно засоленных почвах устраивают оросительную и сбросную сеть, готовят чеки. Осенью пашут под зябь, выравнивают поверхность чека путем дискования, боронования и малования, после чего по готовым чекам промывают почву от солей. Весной проводят малование по воде для выравнивания поверхности и уничтожения сорняков и сеют рис по воде вразброс.

Способы и нормы посева. Существуют два способа посева риса — машинный и разбросной в воду. Наиболее прогрессивным является машинный посев риса зерновыми сеялками СУ-24, СУК-24, СРН-3Б и др.

При машинном разбросном посеве впереди сеялки монтируется борона, которая проводит борозды. В эти борозды по скатной доске вместо сошников падают семена, которые заделываются шлейфами, закрепленными сзади сеялки.

Наиболее прогрессивный способ — машинный рядовой посев с глубокой заделкой семян в почву на 4—5 см в ранние сроки и получение всходов риса по естественной влаге, который дает возможность повысить урожай, сократить период затопления риса на 20—25 дней и расход воды на 15—20%. Растения при этом меньше полегают и раньше созревают. Таким способом пользуются на суглинистых незасоленных лугово-болотных почвах с высоким содержанием гумуса (2—5%). Он требует тщательной выровненности поверхности чеков, обеспечения достаточного количества влаги в почве для прорастания семян и получения дружных всходов, обязательного посева в ранние сроки (в апреле) и хорошей предпосевной подготовки почвы.

На мелких чеках неправильной конфигурации и в других случаях рис высевают вразброс в воду. Для этого поле затапливают водой и обрабатывают почву малой, которой уничтожают сорняки, выравнивают поверхность чеков и одновременно взмучивают воду. Высеянные вслед за этим семена заделываются оседающим илом. Такой посев малопроизводителен и приводит к неравномерному распределению растений на площади, всплыванию всходов при волнобое, к сильному полеганию растений и в результате — к снижению урожая. Авиапосев по затопленным чекам в Средней Азии пока не нашел применения.

Режим орошения рисового поля. Слой воды на рисовом поле играет важную роль: он регулирует микроклимат в его посевах, выравнивает колебания дневных и ночных температур, повышает относительную влажность воздуха в приземном слое, а также температуру почвы. Установлено, что формирование корневой системы, усвоение питательных элементов растениями риса наиболее благоприятно происходят в почве, затопленной водой. Кроме того, слой воды угнетающе действует на развитие сорняков риса. В зависимости от природно-климатических условий и способов возделывания риса в мировой практике рисосеяния известны четыре способа орошения — постоянное, укороченное, прерывистое и периодическое затопление.

Постоянное затопление. При постоянном затоплении поливной режим риса следующий: на землях, не засоренных просянками, при рядовом посеве рисовое поле после появления всходов немедленно заливается водой. Слой воды постепенно повышают до 10—15 см (т. е. он не должен превышать 2/3 высоты риса). В начале кущения слой воды уменьшают до 3—5 см, а после полного кущения — доводят его опять до 10—15 см и в таком состоянии оставляют до молочной спелости. С фазы молочной до конца воско-

вой спелости слой воды понижается до 0. В начале полной спелости поле просушивается.

На полях, засоренных просянками, до их всходов дается полное увлажнение, при появлении всходов слой воды поднимается более чем на 5—7 см (т. е. выше высоты просянок). По мере роста просянок слой воды доводят до 20—25 см. После гибели просянок, но не позже начальной фазы кущения риса слой воды понижают до 3—5 см.

При посеве риса вразброс поле немедленно затопляют водой на 10—15 см и в дальнейшем его поддерживают в таком состоянии в зависимости от степени засоренности поля.

Оросительная норма воды 20—50 тыс. м³/га.

Укороченное затопление применяется при машинном способе сева с заделкой семян в почву на глубину 4—6 см. Вслед за посевом риса дают увлажнительный полив и лишь после появления массовых всходов и обработки гербицидами поле заливают водой слоем 5—6 см и в течение 3—4-х дней поддерживают в таком состоянии. Затем подачу воды прекращают, а оставшаяся вода постепенно впитывается в почву. Если на 6—7-й день вода в чеке не полностью впиталась, ее выпускают через водовыпуски в сброс. Без воды чеки находятся до обозначения рядков всходов риса в виде шилец, после чего их снова затапливают слоем воды 10—12 см. Перед началом кущения слой воды постепенно снижают, а затем (при массовом кущении) вновь доводят до 10—12 см и постоянно поддерживают его до восковой спелости растений риса (за исключением вынужденного сброса при обработке посевов гербицидами, подкормке и сильном появлении водорослей). При этом способе орошения всходы риса хорошо растут, растения лучше укореняются и меньше полегают, экономнее используется поливная вода. Укороченное затопление — наиболее прогрессивный и широко распространенный в Средней Азии метод орошения риса, особенно на засоленных почвах.

Прерывистое затопление. Слой воды в чеках создается некоторыми перерывами в течение всего или части вегетационного периода. Такой режим применяется редко: в целях сокращения нормы оросительной воды на почвах со значительной фильтрацией и при нехватке оросительной воды.

Периодическое увлажнение. Рис поливают затоплением без слоя воды как обычные суходольные культуры. Этот способ из-за больших затрат труда, низких урожаев и ухудшения качества зерна не имеет распространения в нашей стране.

Уборка урожая, очистка и хранение зерна. Уборку риса начинают с наступлением полной спелости зерна в колосках (85—90%) и проводят в очень сжатые сроки — за 10—15 дней. Затягивание с уборкой может привести к осыпанию зерна, снижению его семенных и товарных качеств. В этот период солома зеленая имеет высокую влажность —60—70%, а зерно —22—26%.

Рисовые поля перед уборкой недостаточно просыхают, поэтому требуется хорошая проходимость уборочной техники. Все эти особенности культуры риса требуют использования специальных рисоуборочных машин, отличных от обычных зерноуборочных.

Перед уборкой риса необходимо хорошо просушить чеки. Для этого с наступлением молочной спелости зерна подачу воды сокращают, а к началу восковой спелости — полностью прекращают. Слой воды ежесуточно понижают на 1 см с таким расчетом, чтобы за 12—15 дней до начала уборки ее не было на поверхности почвы. Такой предуборочный способ осушения полей уменьшает полегание риса, обеспечивает хорошую проходимость тракторов и уборочной техники, экономит оросительную воду. Понижают уровень грунтовых вод в местах, где они расположены высоко. На чеках, где имеются «блюдца», воду с них сбрасывают, прокапывая борозды или применяя насосы.

После подсыхания почвы комбайном или жаткой-прокосчиком чеки окашивают по периметру, а на торцах загонов делают два прохода, образуя поворотные полосы шириной 8—9 м. Чеки квадратной конфигурации прокашивают на загоны шириной 50—70 м.

Убирают рис раздельным способом или прямым комбайнированием.

Раздельный способ уборки — наиболее распространенный. Для скашивания используют рисовые жатки ЖНР-4А, ЖНУ-4, которые агрегатируются с тракторами Т-74, ДТ-75, ДТ-75МБ. Жатки располагают фронтально (впереди трактора), что обеспечивает полноту уборки, или выборочно в любом месте поля, или используют их как прокосчики. Высота скашивания неполегшего риса 15—18 см от поверхности почвы, а полегшего — ниже горизонта полеглости. При скашивании полеглого риса мотовила выносят несколько вперед относительно режущего аппарата, двигаясь против полеглости. Лучшая ширина валка — до 1,5 м, толщина 15—18 см, до 80% метелок должны располагаться на поверхности валка. Подбор и обмолот валков начинают, когда влажность соломистой массы достигнет не более 20%, а зерна —16—17%, что бывает при благоприятной погоде на 2, 3 или 4-й день после скашивания. В октябре просушка валков замедляется, и разрыв между жатвой и обмолотом несколько увеличивается. Пересушивание валков приводит к увеличению трещиноватости зерна, которая вызывает его дробление при обмолоте. Обмолачивают валки в течение 5—6 дней после скашивания.

Подбирают и обмолачивают валки рисовыми комбайнами на полугусеничном или гусеничном ходу — СКПР-4, СКПР-5 «Нива», СКПР-6 «Колос», СКД-56 «Сибиряк».

Прямое комбайнирование. Высокая влажность соломы и зерна затрудняет прямое комбайнирование. Оно производится на предварительно подсушенном десикантами рисе или высохшем на корню после заморозков, а также на низкорослых (менее 70 см) посевах с негустым стеблестоем (менее 300 растений на 1 м²). На корню рис сильно осыпается, поэтому комбайном его убирают не более 8—9 дней. Авиационную обработку риса десикантами для подсушки его на корню начинают, когда 85—90% зерна в метел-

ках достигнет полной спелости. В качестве десиканта применяют хлорат магния из расчета 25—50 кг действующего вещества на 1 га, растворенного в 150 л воды. К уборке урожая приступают через 4—6 дней после опрыскивания посевов, когда влажность зерна снизится до 15—16%. Убирают теми же комбайнами и с такой же регулировкой их, как при раздельной уборке. После прохода комбайна оставшуюся солому в копнах убирают тросово-рамочными волокушами ВТУ-10, ВТР-5 и переносят к месту скирдования, где ее укладывают с помощью стогометателя СНУ-0,5 и других в скирды. На дальних полях солому хорошо убирать копновозами КУН-10, КУН-11 или пресс-подборщиками ППВ-1,8, ПСБ-1,6 и др., которые прессуют солому в тюки.

Зерновой ворох от комбайна с влажностью не свыше 19% очищают на воздушно-решетных машинах ЭВС-20, ЭВС-10, ЭВН-20, ОС-4,5А, сепараторах ЗСМ-100, «Вибрант К-52», ЭВ-10000, К-523 и др. Затем очищенное зерно при необходимости сушат на зерносушилках или на солнце на открытых площадках. Высокая производительность и значительное снижение затрат труда и средств достигается при очистке риса (товарного и семенного) агрегатами ЗАВ-40, ЗАР-5, КЗР-5.

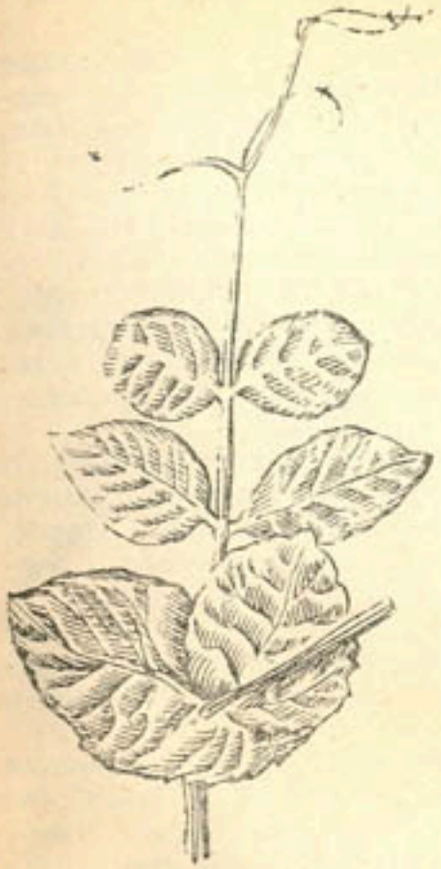
Для аэрации зерновой массы риса и снижения ее влажности можно применять зернопогрузчики ЭПС-60 и зернометелки ЗМ-30. Сушка семенного зерна риса производится в зерносушилках при температуре не выше 35—38°С.

Семена риса хранят в открытых помещениях (с влажностью не выше 14%) в мешках, уложенных штабелями, или насыпью слоем не более 2 м.

ЗЕРНОВЫЕ БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

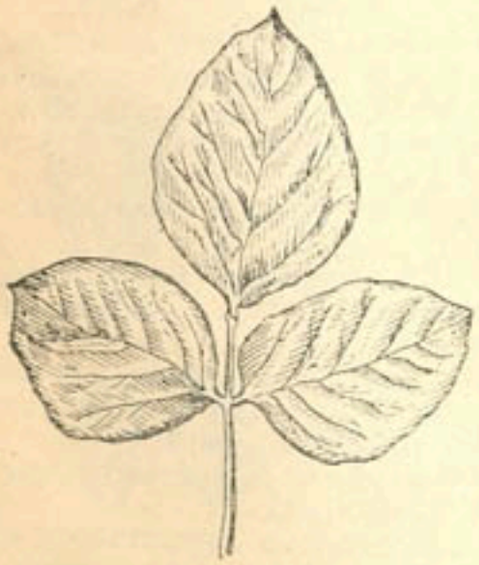
Народнохозяйственное значение, распространение, урожайность. К зерновым бобовым растениям относятся горох, нут, фасоль, соя, маш, вигна, чина, чечевица, кормовые бобы, вика, люпин (рис. 54, 55, 56, 57). Эти культуры имеют большое народнохозяйственное значение: они дают высокие урожаи зерна, богатого белковыми веществами. В семенах (с влажностью 14%) в среднем содержится белка: у нута —25%, у гороха и чины —27, у фасоли, чечевицы и вигны —28, у кормовых бобов —30, у сои —34%. По содержанию в семенах белка они в 2—3 раза превосходят хлебные злаки. Белки богаты ценными аминокислотами, которые необходимы для человека и животных. Для питания употребляются не только зрелые,но и недозрелые семена и зеленые бобы. Все части растений зерновых бобовых содержат много минеральных веществ и витаминов (A_1, B_1, B_2, С, Д, Е и др.).

Семена многих зерновых бобовых используются как сырье для пищевой и легкой промышленности (консервы, крупа, мука, масло, лаки, пластмассы, растительный казеин и пр.). Кроме семян многие зернобобовые культуры дают высокопитательное белковое сено, силос, зеленый корм, солому, кормовую муку. Солома бобо-



54. Парноперистый лист гороха с усиками и крупными прилистниками в основании.

55. Веточка нута с непарноперистыми листьями.



56. Тройчатый лист сои.

57. Пальчатый лист многолетнего люпина.

вых содержит 8—15% белков, что в 3—5 раз больше, чем солома зерновых хлебов.

Бобовые растения, являясь азотособирателями, имеют важное агротехническое значение. При их возделывании почва обогащается азотом — на 1 га образуется 50—150 кг связанного азота. Высеваемые после них культуры значительно повышают урожайность и увеличивают содержание белка в семенах.

Вегетативная масса многих бобовых (горох, маш, вигна, соя) используется на зеленые удобрения: бобовые можно высевать весной, летом и даже осенью (горох) совместно с другими культурами и получать два урожая в год с одной площади. В условиях орошения Средней Азии зерновые бобовые не требуют специальных площадей: их размещают на полях, отведенных под кукурузу, сорго, рис, картофель, овощные и другие культуры.

Сочетание гороха с кукурузой или сорго позволяет получать до 80—100 ц зерна, кормов, или до 140 ц кормовых единиц, и почти 1500 кг белка с каждого гектара. Зерновые бобовые (вигна, горох, соя, маш и др.) широко используются в смешанных посевах с зерновыми хлебами — кукурузой, сорго, овсом, ячменем, рожью.

В мировом производстве посевная площадь зерновых бобовых достигает 90 млн. га. Эти культуры (в основном соя, фасоль, горох, нут) широко распространены во многих странах, особенно в СССР, Индии, Китае, США.

В Средней Азии посевы зерновых бобовых невелики: основные площади отводятся под нут, который возделывается на богаре, горох высевается на поливных и богарных землях; маш, вигна, соя — типичные орошаемые культуры, возделываемые на небольших массивах.

Морфологические, биологические особенности. Зерновые бобовые культуры относятся к семейству Бобовые и имеют ряд общих морфологических признаков.

Корень стержневой, сильно разветвленный, глубоко проникающий в почву. На корнях образуются вздутия, называемые клубеньками, в которых поселяются азотфиксирующие бактерии. Каждой бобовой культуре или группе культур свойственна своя раса клубеньковых бактерий.

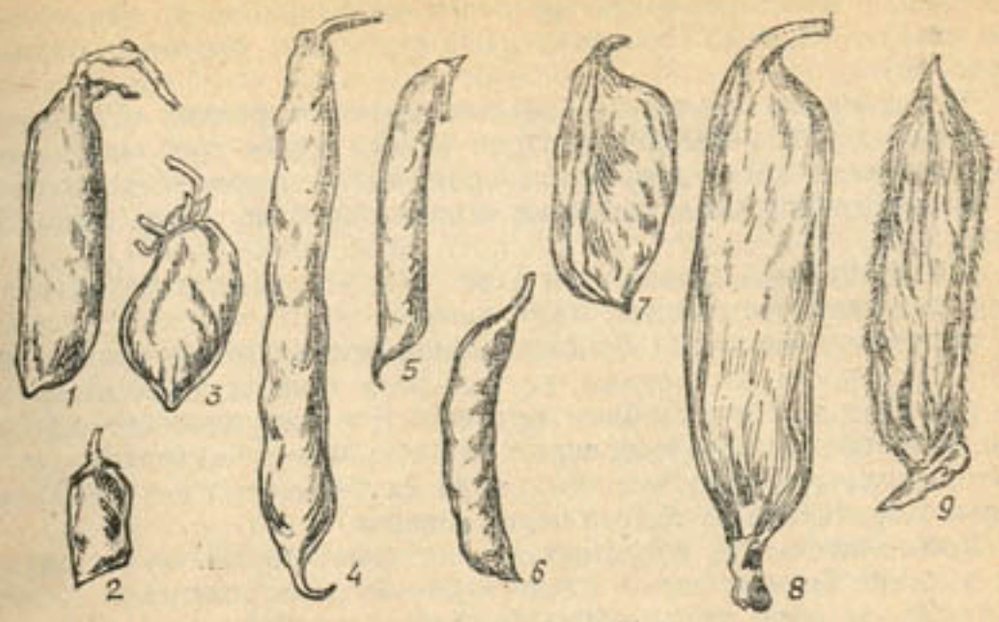
Стебель прямостоячий (нут, соя) или полегающий (горох), различной высоты, обычно ветвистый.

Листья сложные, различной формы: тройчатые (фасоль, соя, маш, вигна), перистые (горох, чина, нут, бобы) или пальчатые (люпин). Растения бобовых хорошо облиственны.

Соцветия в виде сидящих в пазухах листьев по одному или более на цветоножках одиночных цветков или в виде кисти. Цветки мотылькового типа, обоеполые, разных размеров и окраски.

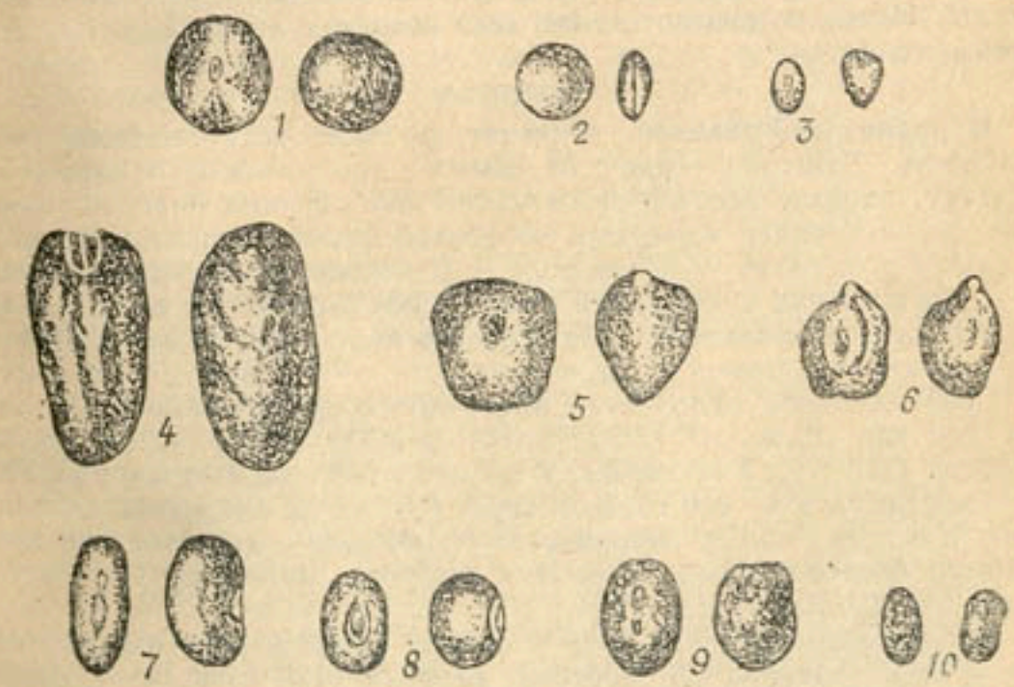
Цветение у бобовых растянуто, происходит постепенно снизу вверх и совпадает с интенсивным ростом растений.

Плод — боб разнообразной формы, состоит из двух створок и содержит от одного до нескольких семян (рис. 58). При созревании бобы растрескиваются или остаются целыми. Созревание бо-



58. Бобы различных зерновых бобовых растений:

1 — горох; *2* — чечевица; *3* — нут; *4* — фасоль; *5* — вика; *6* — соя; *7* — чина; *8* — кормовые бобы; *9* — люпин.



59. Семена бобовых:

1 — горох; *2* — чечевица; *3* — вика посевная; *4* — конские бобы; *5* — чина; *6* — нут; *7* — фасоль обыкновенная; *8* — соя; *9* — люпин узколистный; *10* — люпин многолетний.

бов, как и цветение, растягивается и идет постепенно снизу вверх по стеблю. Семена разнообразной величины, формы и окраски (рис. 59).

Большинство зерновых бобовых имеют короткий вегетационный период (70—100 дней). Одни из них менее требовательны к теплу и переносят заморозки (горох, чина), другие теплолюбивы и при небольших заморозках их всходы погибают (маш, вигна, фасоль, соя).

Наиболее требовательны к влаге — горох, кормовые бобы, люпин, соя, засухоустойчивы — нут, чина.

К почвам зерновые бобовые сравнительно не требовательны, но не переносят засоленных, кислых почв, больше всего нуждаются в фосфорном и калийном питании. Большое значение для повышения урожая бобовых имеет использование нитрагина (т. е. чистой культуры того или иного вида клубеньковых бактерий), которым обрабатывают семена перед посевом.

Урожайность. На поливных землях зернобобовые культуры дают высокие урожаи зерна (горох —20—30 ц/га, маш — до 20 ц/га, соя —20—25 ц/га, вигна —20—25 ц/га) и зеленой массы (горох — 300—400 ц/га, маш —200—300 ц/га, вигна —300—400 ц/га).

Место в севообороте. Маш, горох, вигна и другие бобовые высеваются первой культурой на полях, предназначенных под кукурузу, поздние овощные и другие культуры, а также по жнивью после уборки кукурузы, сорго, озимых колосовых, ярового ячменя, овса, ранних овощных культур. Сою, вигну высевают весной и летом в смеси с кукурузой, сорго. Горох на зеленый корм можно высевать несколько раз в течение лета в чистом виде или в смеси с овсом, ячменем.

ЛЮЦЕРНА

Народнохозяйственное значение, районы возделывания, урожайность. Люцерна — одна из самых продуктивных кормовых культур, дающая большое количество полноценных белковых кормов для всех видов животных (особенно для молодняка и птицы), а также играющая важную роль в поднятии урожайности хлопчатника и других культур и в мелиорации засоленных земель. Она может быть использована для корма в виде сена, зеленой массы, сенажа, силоса, сенной муки, гранул.

Сено люцерны отличается высокими кормовыми достоинствами, так как содержит 14,2% белка и 2,7% жира, переваримый протеин (116 г на 1 кг корма) и каротин (45 г на 1 кг корма). По питательности 1 кг его соответствует 0,47—0,53 кормовых единиц. Сено и зеленая масса люцерны по сравнению с другими травами намного богаче солями кальция и фосфора, различными витаминами (A_1, B_1, B_2, D, E, K, C).

Высока кормовая ценность и сенной муки: в ней сохраняется почти весь переваримый протеин, каротин (170—180 мг на 1 кг корма) и кормовая ценность увеличивается почти вдвое (0,73—0,86 кормовых единиц). Сенную муку приготавливают из высушенной люцерны.

Велико агротехническое значение люцерны. Являясь мощным азотсобирателем, она обогащает почву азотом за счет свободного азота атмосферы. Люцерна развивает в почве мощную корневую систему, и в пахотном слое почвы после ее отмирания и разложения образуется много гумуса и азота, которые улучшают структуру, водно-физические свойства почвы. Так, после двух-трехлетнего стояния при хорошей агротехнике люцерна на 1 га может накопить до 500—600 кг азота, т. е. столько, сколько содержится его в 60—70 т навоза. Запаханные глубоко в почву корни и стерни люцерны длительное время не разлагаются и могут служить источником питания для хлопчатника на 4—5-й и последующий год после распашки люцерны.

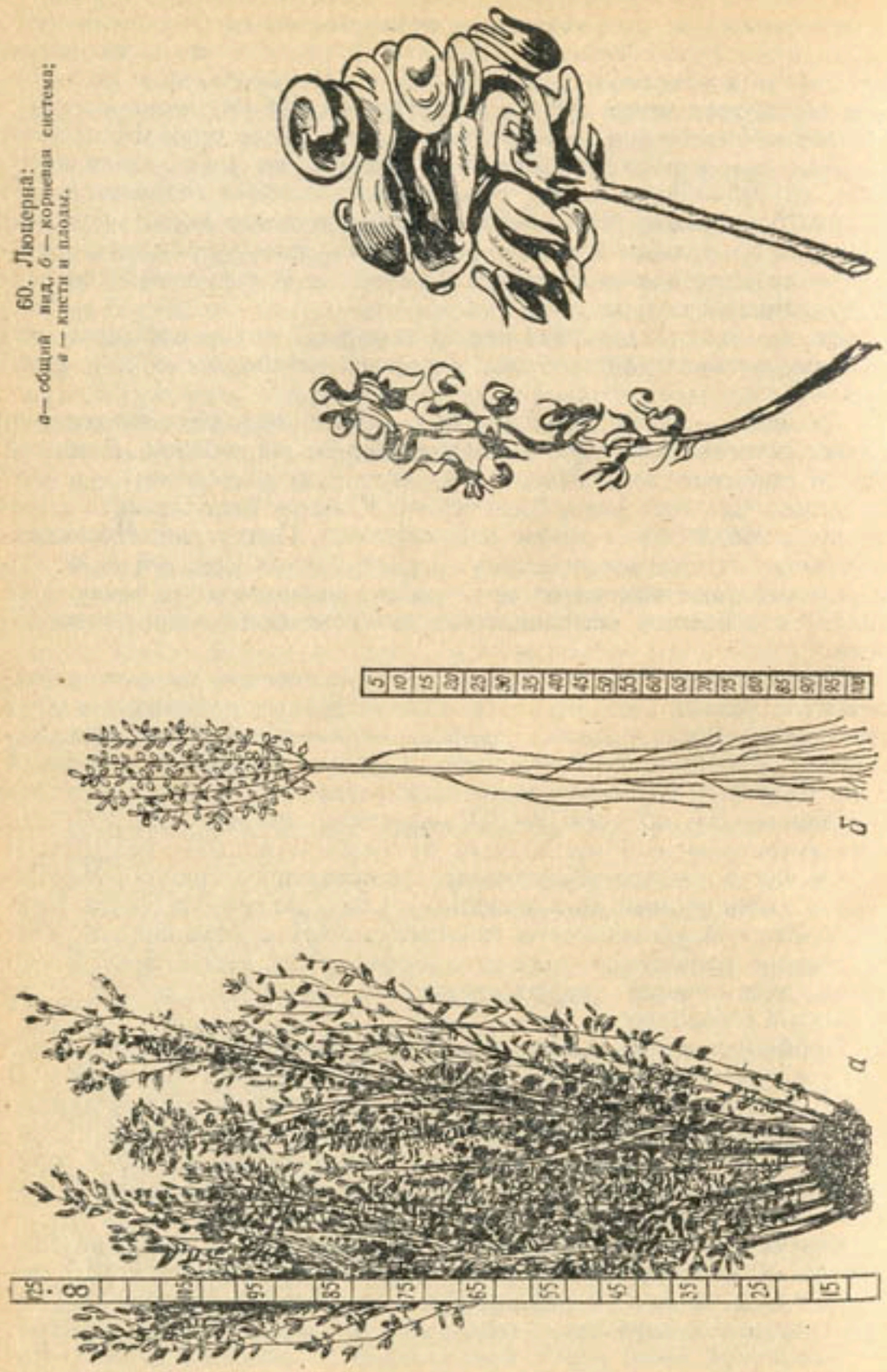
Все эти ценные свойства люцерны определяют ее как отличного предшественника хлопчатника, зерновых, овощных и других культур.

Люцерна — очень древняя культура, в мировом земледелии возделывается многие тысячелетия. Родина ее — Иран. В нашей стране люцерна возделывается во всех южных районах — в республиках Средней Азии, Закавказья, Южном Казахстане, на Украине, в Молдавии, а также в Белоруссии, Центрально-Черноземной полосе, Поволжье, на Дону. В республиках Средней Азии люцерну высевают как на богаре, так и в орошаемых районах. Она является основным компонентом хлопково-люцернового севооборота.

Урожайность. В условиях орошения люцерна — высокоурожайная культура. В Узбекистане в более северных районах она дает три-четыре укоса, в южных районах — пять-шесть. Передовые хозяйства Узбекистана, Туркмении и других республик Средней Азии получают хорошие урожаи сена люцерны. Совхоз «Малик» Сырдарьинской области УзССР ежегодно получает по 150 ц/га сена в среднем, а по отдельным бригадам — по 160—165 ц/га. В Туркмении в колхозе «Комсомол» Иолотанского района Марыйской области урожай сена люцерны с 1 га составил 226,6 ц/га. Примеры высокой урожайности свидетельствуют о возможности значительного повышения урожая люцерны. Чем выше урожай люцерны, тем лучшим предшественником она будет для поливных культур в севообороте.

Морфологические и биологические особенности. Люцерна относится к семейству Бобовые, объединяющее около 50 видов. В СССР встречается 36 видов. Из них чаще всего высевают люцерну посевную, менее распространены в посевах желтая или серповидная люцерна, люцерна гибридная, или средняя, люцерна голубая и хмелевидная. Люцерна посевная (Medicado sativa L.) — многолетнее травянистое растение (рис. 60, *а, б, в*).

Корень стержневой, сильно развит, проникает в почву на глубину 2—10 м. В верхней части его ближе к поверхности почвы (на глубине от 2—1 до 5—7 см) располагается корневая шейка (коронка), несущая спящие почки, которые дают начало новым стеблям. В утолщенной части корня накапливаются запасные питательные



60. Люцерна:
а — общий вид, *б* — корневая система;
в — кисти и плоды.

элементы. На корнях в большом количестве образуются клубеньки (рис. 60, *б*), в которых клубеньковые бактерии фиксируют азот из воздуха.

Стебли травянистые, ветвистые, высотой 75—100 см и больше, образуют куст различной формы, чаще прямостоячий. Число стеблей на одном растении в обычных посевах бывает от 3 до 10, а в широкорядных и изреженных —100 и более.

Листья сложные, тройчатые. Листочки округлые или удлиненные. Облиственность растений высокая, колеблется от 30 до 60%, а в среднем —40—50%. Люцерна развивает очень мощную листовую поверхность, которая превышает занимаемую растением площадь в 50—85 раз.

Соцветие — многоцветковая кисть. На каждом стебле образуется 20—25 кистей, а в целом на одном растении —500—1000.

Цветки мотыльковые, мелкие, имеют фиолетовую или темно-фиолетовую окраску, оплодотворяются в основном дикими пчелами и шмелями.

Люцерна — перекрестноопыляющееся растение.

Плод — спирально-согнутый боб желтой, бурой окраски. В бобе 6—12 семян. При созревании и высыхании они легко осыпаются, а при перестое могут растрескиваться (рис. 60, *в*).

Семена мелкие, почковидно-изогнутой формы, с поверхности гладкие, палевой окраски. Масса 1000 семян от 1,5 до 3,5 г (в среднем 2 г). В среднем 3—5% семян твердокаменные: они не набухают, не прорастают и не дают всходов. Со временем такие семена приобретают всхожесть (рис. 61).

Биологические особенности. Люцерна — зимостойкая культура. Семена ее начинают прорастать при температуре 3—4°С, всходы переносят заморозки до 5—6°С (поэтому люцерну высевают ран-

61. Форма семян люцерны.

ней весной). Люцерна может переносить морозы до 30°С, а под снегом — до 40°С. В первый год люцерна развивается очень медленно, дает до двух укосов при орошении, а на богаре — один, зацветает через 50—70 дней, а созревает через 120—130 дней после всходов. Во второй и последующие годы она растет быстрее и образует зеленую массу, дающую от трех-четырех до пяти-семи укосов при орошении и до двух — на обеспеченной богаре. Весной и осенью люцерна растет медленнее, а летом — значительно быстрее. Весной люцерна прошлых лет начинает отрастать при 3—4°С, заметное отрастание ее происходит в начале марта, а на юге — несколько раньше. В теплые зимы в южных районах рост люцерны не прекращается даже в зимние месяцы. Цветение двух-трехлетней люцерны первого укоса происходит через 60—70 дней после отрастания, второго — через 40—50 дней, третьего — через 30—35 дней, четвертого — через 35—40 дней, пятого — через 45—50 дней после предыдущего укоса. У трехлетней люцерны от отрастания до созревания семян в первых укосах проходит 100—110 дней, а во втором укосе до созревания —60—70 дней от первого укоса.

Люцерна может расти на самых разнообразных почвах, но не переносит кислых почв, плохо удается на засоленных почвах и требует их промывки. Взрослое растение более устойчиво к засолению (например, люцерна второго года более устойчива к засолению, чем люцерна первого года). Она переносит застойные грунтовые воды на глубине 2 м, а проточные — на глубине 1 м от поверхности почвы.

Люцерна — растение длинного дня, при котором она значительно ускоряет свое развитие.

Люцерна — засухоустойчивое и влагоотзывчивое растение: она очень требовательна к влажности почвы и устойчива к атмосферной засухе. Ее транспирационный коэффициент (600—1200) значительно выше многих других культур.

К лучшим районированным сортам люцерны относятся следующие: Ташкентская 3192 — для орошаемых районов всех областей Узбекистана (кроме Хорезмской области и КК АССР), Туркмении; Ташкентская 1 — для Узбекистана (Ташкентской, Джизакской и Сырдарьинской областей); Хивинская местная — для Узбекистана (КК АССР и Хорезмской области), Туркмении; Вахшская 233 и 300 — для Таджикистана. В условиях богары районированы сорта люцерны: Милютинская 1774, Ташкентская 3192, Самаркандская местная.

Приемы возделывания. Люцерну высевают после хлопчатника, кукурузы и других культур на тех полях севооборота, которые отведены под кормовые культуры. В севооборотах люцерна занимает поле два или три года. Вне севооборота люцерну можно сеять на любых полях. Сама люцерна является отличным предшественником для многих культур.

Запоздалые посевы люцерны (в апреле) сильно страдают от почвенной корки, изреживаются, требуют частых подпитывающих поливов, сильно засоряются сорняками и повреждаются вредителями. Осенью люцерну высевают в августе, а в южных районах — в начале сентября.

На 2-й и 3-й год жизни люцерны ранней весной до ее отрастания необходимо провести боронование тяжелыми зубовыми боронами «зиг-заг» в два-три следа. Боронуют поперек рядков посева люцерны. На люцерниках третьего года более эффективным является дискование. Дискуют в два-три следа бороной БДТ-2,2 ранней весной до отрастания люцерны, но когда почва спелая. Боронование и дискование способствуют заделке внесенных в подкормку удобрений, уничтожению сорной растительности, разрыхлению поверхности почвы и предохранению от излишнего испарения влаги. Кроме того, этими приемами несколько расщепляется корневая головка, в результате чего увеличивается кущение, а также механически уничтожаются личинки и жуки фитономуса. При заражении люцерны фитономусом вместе с подкормкой вносят 30—40 кг/га гексахлорана и обязательно заделывают его боронованием, а еще лучше — дискованием.

Боронование и дискование повышают урожай люцерны (сена) на 10—20%.

Поливы. Самая высокая потребность во влаге у люцерны в летнее время, значительно меньше весной (1-й укос) и осенью (4-й или 5-й укосы). Поэтому люцерну чаще и более высокими нормами поливают летом и меньше — весной и осенью.

Сроки, число поливов, поливные и оросительные нормы зависят от возраста и укоса люцерны, почвенных и климатических условий, залегания грунтовых вод и пр. В первый год ей нужно меньше воды для орошения, чем во второй и третий. Запасные поливы зимой или ранней весной дают нормами до 1500—2000 м³/га, что намного увеличивает запасы влаги в почве и повышает урожай люцерны на 15—20% и более.

Поливают люцерну на ровных участках и на полях с засоленными почвами затоплением. Чтобы обеспечить полив таким способом, до сева поля тщательно планируют и разбивают на отдельные площади — палы прямоугольной или квадратной формы, которые делают ровными и огораживают земляными валиками. На этих палах возделывают и поливают люцерну. Полив по палам считается трудоемким, растения хуже развиваются, возникают большие трудности в механизации уборки урожая. На участках с большим и неровным склоном полив производят напуском воды по полосам. Этот способ полива очень трудоемок, требует большого расхода поливной воды и ведет к изреживанию люцерны вследствие вымывания, заливания растений, образования корки. Более совершенен и экономичен полив по бороздам. Борозды нарезают после сева по наименьшему уклону на расстоянии 60—70 см и глубиной 8—12 см. После первого укоса и ежегодно весной поливные борозды восстанавливают. При таком поливе не происходит размывания и почва не уплотняется, как при поливах затоплением.

Уборка фуражной люцерны. За лето люцерну убирают в южных районах республики 5—7 раз, а в северных —4—5 раз. Лучший срок скашивания люцерны — в начале цветения (10—15% цветущих растений). Более раннее скашивание приводит к снижению урожая, а в северных районах (КК АССР и Хорезмская область) — к вымерзанию растений. Скашивание при полном цветении уменьшает число укосов (так как у люцерны быстро желтеют нижние листья и осыпаются), и сено получается грубым, снижается его питательная ценность. Существует несколько способов уборки урожая. Рассмотрим один из наиболее распространенных.

Уборку на сено проводят прицепными или навесными сенокосилками (КСХ-2,14, К-6, КН-2,1, К-2,1 и др.) на низком срезе для удаления сорняков и повышения общего сбора урожая. Кроме того, низкое скашивание обеспечивает лучшее отрастание стеблей следующего укоса от корневой головки, в то время как при более высоком скашивании стебли отрастают от стерни и развитие их будет хуже и неравномерное со стеблями, отрастающими от корневой головки. Во избежание осыпаания листьев и других мелких частей растения скошенную люцерну для получения зеленого сена через два-три часа летом и через пять-шесть часов весной и осенью сгребают тракторными или конными граблями в валки для просушки. В валках люцерна просыхает медленнее, поэтому в ней лучше сохраняются питательные элементы и витамины.

В валках сено сохнет в зависимости от погодных условий и укоса один-три дня. Затем его копнят вручную или волокушами (ВНБ-3, ВНХ-3). В копнах в течение трех-четырех дней сено окончательно просыхает до влажности 18—20%, после этого его перевозят на постоянное место хранения.

Погрузку и выгрузку сена производят сенопогрузчиками (СН-2,0 и др.), а укладку в скирды для хранения — стогометателями. Данная технология уборки сена несовершенна, так как во время уборки теряется до 20% урожая, главным образом за счет ценной его части — листьев (в них содержится в 2,5 раза больше белка и в 3—4 раза больше витаминов, чем в стеблях). Эти потери происходят от того, что листья быстрее высыхают, чем стебли, и при сгребании сена, его транспортировке значительная часть из них, а также мелкие части растения теряются. Снижается питательная ценность сена люцерны. Большое количество мелких операций при такой уборке приводит к огромным затратам ручного труда и издержкам производства.

Более совершенной является уборка люцерны на сено с плющением стеблей и прессованием. Сплющенные стебли высыхают почти одновременно с листьями, при этом время сушки сена сокращается в три-пять раз и цикл уборки сена занимает 1—2 дня. Сено по своей питательности намного превосходит то, которое убрано обычным способом, а потери листьев сведены до минимума. Таким образом, выход кормовых единиц увеличивается в два с половиной раза при снижении себестоимости сена на ту же величину.

Новая технология уборки сена включает следующие операции:

1) кошение с одновременным плющением стеблей комбинированной косилкой-площадкой КПВ-3 и возможно с укладкой в валок;

2) сгребание в валки колесно-пальцевыми граблями ГВФ-3,0 или одной секцией боковых граблей ГБУ-60;

3) прессование пресс-подборщиками ПСБ-1,6, ППВ-1,6 или ПС-1,6;

4) погрузка тюков сена в автомашину или в самосвальный тракторный прицеп тюкоподборщиком ПТА-2,2 или универсальным погрузчиком СН-2,0;

5) укладка тюков в штабеля универсальным погрузчиком ПУ-0,5 или стогометателем СНУ-0,5.

Люцерну в тюках хранят под навесом или складывают в кучи и прикрывают камышом. Чтобы получить сенную муку, гранулированный корм, свежеубранную люцерну сушат в специально оборудованных сушилках, а затем на мельницах перемалывают в муку. Для этого используют агрегаты АВМ-1,5, ОГМ-0,8, ОКЦ-15, АЗМ-0,8 и др.

Подпокровные и совмещенные посевы люцерны. В первый год посева люцерна в чистом виде дает небольшие урожаи сена — 27—29 ц/га в среднем по республике и до 50 ц/га и выше — в передовых хозяйствах и опытных учреждениях. Это влечет за собой непроизводительное использование орошаемых земель.

Люцерну необходимо сеять под покров зерновых хлебов — ячменя, овса и даже пшеницы. Подпокровные посевы люцерны позволяют увеличить выход кормов в полтора раза, уменьшить засоренность полей и собрать по 25-30 ц/га зерна по сравнению с чистыми посевами.

На чистых, окультуренных полях еще более высокий эффект в производстве кормов дают совмещенные посевы люцерны с кукурузой на силос или с суданской травой. В этом случае урожай зеленой массы повышается в 3—7 раз, а урожай кормовых единиц — в два-три раза по сравнению с чистыми посевами люцерны. Кроме того, себестоимость 1 ц кормовых единиц значительно снижается. Развитие люцерны на второй и третий год после покровных и совмещенных посевов не отличается от развития ее после чистых посевов.

Урожайность хлопчатника после люцерны в чистых, покровных, совмещенных посевах одинакова, но выше, чем на старопашке.

Покровные посевы люцерны с зерновыми хлебами на зерно или сено проводят по зяблевой вспашке с внесением под нее 100—120 кг/га фосфора и 50—75 кг/га калия; под предпосевную обработку вносят 60—90 кг/га азота. Высевают рано весной зернотравяной сеялкой СЗТ-47 или обычной зерновой сеялкой; последней сеют зерновую культуру на глубину 5—6 см, а затем поперек рядков — люцерну на глубину 2,5—3 см. Норма высева люцерны 16—18 кг/га, а покровных (ячменя, овса, пшеницы) —50—70 кг/га. Дают 2—3 вегетационных полива и влагозарядочный полив. Зер-

новые хлеба убирают раздельным способом при восковой спелости зерна, а на сено скашивают косилками в начале их колошения. После уборки зерновых люцерну поливают и скашивают как на чистых посевах.

Совмещенные посевы люцерны с кукурузой. Высевают люцерну с кукурузой в южных районах в середине марта, а в более северных (Ташкентская область) — в конце марта. Сначала сеют люцерну сплошным рядовым посевом с оптимальной нормой высева 20 кг/га, затем поперек рядков в направлении полива — кукурузу. Кукурузу высевают широкорядным способом с междурядьями 60, 70 и 90 см, норма высева 20—40 кг/га в зависимости от крупности семян. Схемы размещения растений: 60×45×1—2; 90×20×1. Густота стояния кукурузы не должна превышать 40 тыс. растений, с тем чтобы не было угнетения люцерны. Для этих посевов можно использовать аппарат от сеялки СОН-2,8, который монтируется на хлопковую сеялку СКГ-4Б или другую. Одновременно первым аппаратом высевают люцерну, а сеялкой СКГ-4Б — кукурузу. Вместе с посевом кукурузы нарезают неглубокие борозды для полива. В случае образования корки до или после всходов проводят подпитывающий полив. В две подкормки вносят 130—150 кг/га азота по 65—75 кг/га в каждую. В первую подкормку азот дают при образовании у кукурузы 5—6 листьев, как правило, перед первым или вторым поливом, вторую — при высоте кукурузы 50—60 см. В подкормки следует вносить удобрения при помощи ножевидных рабочих органов, монтируемых на окучниках, что предотвращает повреждение всходов люцерны. При необходимости проводят вручную прореживание кукурузы до установленной густоты стояния в ранний период при образовании 3—5 листочков. Дальнейший уход будет заключаться в проведении 4—6 вегетационных поливов в те же сроки, что и для кукурузы. Кукурузу убирают на силос в молочно-восковой спелости зерна силосоуборочными комбайнами, а вслед за ней проводят полив люцерны. В дальнейшем уход за люцерной такой же, как и в чистом ее посеве.

Совмещенные посевы люцерны с суданской травой. Суданская трава в условиях орошения быстро растет, хорошо отрастает после укосов, дает за лето до трех-четырех укосов, отличается высокими урожаями и хорошими кормовыми качествами сена и зеленой массы.

Совмещенные посевы близких по развитию культур — люцерны и суданской травы — позволяют получать высокие урожаи кормов. По данным опытов Ташкентского сельскохозяйственного института, чистые посевы люцерны дали в первый год 122 ц/га воздушно-сухой массы, а люцерны с суданской травой —314 ц/га, из них люцерны —74 ц/га, т. е. урожай воздушно-сухой массы увеличивается в совмещенных посевах в 2,5 раза. Суданская трава способствует накоплению в почве в первый год в таких посевах большого количества корней и пожнивных остатков. Так, чистая люцерна накопила 90 ц/га, а люцерна с суданской травой —204 ц/га. Люцерна на второй и третий год после чистого и совмещенного посева развивалась одинаково и мало чем отличалась по урожаям сена.

Высевают люцерну с суданской травой несколько позднее люцерны с кукурузой (так как суданская трава более требовательна к теплу) — в конце марта-начале апреля совместно зернотравяной сеялкой СТЗ-47 и зерновой сеялкой или раздельно. Оптимальная норма высева люцерны 20 кг/га, а суданской травы —16 кг/га на сероземах с глубоко залегающими грунтовыми водами. В обычных хозяйственных посевах применяется норма высева люцерны 16 кг и суданской травы —12 кг. Убирают суданскую траву до начала выметывания метелок (при высоте 70 см).

Особенности возделывания люцерны на семена. Люцерна дает высокие урожаи фуражной массы, но семенная продуктивность ее невысокая. Поэтому возделывание люцерны на семена, стоимость которых очень высокая — до 6 руб. за 1 кг, является очень выгодным делом для хозяйства.

Биологическая особенность семенной люцерны — малая потребность в влаге по сравнению с фуражной люцерной. Излишнее увлажнение вызывает усиленный рост вегетативной массы в ущерб образованию семян и мощное развитие растения, от чего происходит полегание, израстание или преждевременное образование стеблей следующего укоса. Необходимо следить за тем, чтобы посевы не были запущенными. Это обеспечивает хорошее плодообразование и урожай семян. В то же время на будущий урожай влияет сильная осыпаемость бобов семенной люцерны при созревании, что осложняет уборку и приводит к большим потерям урожая. В плодообразовании и завязывании семян, а затем и в получении хорошего урожая существенную роль играют насекомые-опылители — дикие пчелы, шмели.

На семена оставляют фуражную люцерну второго, третьего года или более старую. Люцерна первого года (сплошного посева) из-за своей загущенности дает низкие урожаи семян и на семенные цели не используется.

При посеве люцерны широкорядным способом ее оставляют на семена и в первый год. Такой способ посева люцерны на семена применяют хозяйства, остро нуждающиеся в семенах в первый же год. Чем старее люцерна, тем большая возможность получения высоких урожаев семян.

В зависимости от почвенно-климатических особенностей района, погодных условий года, близости грунтовых вод и других причин на семена оставляют люцерну первого или второго укосов.

В некоторых областях, где весной выпадает значительное количество осадков, обычно оставляют на семена люцерну второго укоса, а люцерну первого укоса используют на фураж.

Сильно засоренные люцерники, особенно пораженные фитономусом, преждевременно скашивают на фураж (в фазу бутонизации), а второй укос тогда используют на семена. На почвах с близко расположенными грунтовыми водами люцерна сильно развивает вегетативную массу, в результате урожаи семян снижают-

ся. Если на таких почвах приходится оставлять люцерники на семена, то оставляют второй укос.

На участках, отведенных под семенную люцерну, рано весной до отрастания вносят 100—120 кг фосфора и 50—60 кг калия совместно с дустом гексахлорана в количестве 30—40 кг на 1 га для борьбы с фитономусом. Затем проводят дискование вдоль и поперек поля. На загущенных посевах вместо дискования можно проводить глубокое рыхление чизель-культиватором в сцепе с боронами «зиг-заг».

Вредители — трипсы и люцерновые клопы — повреждают бутоны и цветки семенной люцерны во время ее цветения. Для борьбы с ними посевы опрыскивают опрыскивателем ОВХ-14 0,1—0,2%-ным раствором хлорофоса или рогора.

Поливают семенную люцерну с большой осторожностью. Излишние поливы вызывают бурный рост, вторичное отрастание стеблей и снижают урожай семян. Число поливов зависит от залегания грунтовых вод, срока укоса, погодных условий и других причин. На почвах с близко залегающими грунтовыми водами (до 2 м) в северных областях люцерну первого укоса не поливают, а при оставлении на семена второго укоса дают полив в первом укосе, а во втором — не поливают. В южных областях люцерну первого семенного укоса поливают один раз, а второго — два раза.

На почвах с глубоко расположенными грунтовыми водами в северных областях люцерну первого семенного укоса поливают один раз, второго — два раза, в южных областях соответственно поливают семенники первого укоса два раза, а второго — три раза. Во влажные годы в северных областях первый семенной укос не поливают. На галечниковых почвах семенную люцерну поливают два, три или четыре раза, но небольшими нормами (от 400 до 800 м³/га).

В большинстве случаев поливы проводят до цветения, в фазу бутонизации или перед ней. Обычный способ полива — полив по бороздам, которые нарезают или восстанавливают весной после дискования или боронования. В засушливых районах хорошее действие оказывают влагозарядочные поливы, проводимые осенью поливной нормой до 1500 м³/га. Вместе с весенним поливом до отрастания в первом укосе они дают высокие урожаи семян.

Семена высевают рано весной зерновой сеялкой с междурядьями 60—75 см и нормой высева 3—4 кг/га. При высоте растений 8—10 см их прореживают и оставляют в гнезде 2—4 растения на расстоянии 25 см. Проводят несколько междурядных обработок с прополкой сорняков в рядках и гнездах и поливы по бороздам.

Убирают семенную люцерну на поливе раздельным способом при побурении 75—80% бобов на растениях и в сжатые сроки. Для предупреждения осыпания зрелых бобов за 4—5 дней до уборки участок поливают заниженной нормой (400—500 м³/га); при этом бобы увлажняются и меньше осыпаются. Уборку начинают в утренние или вечерние часы, когда вегетативная масса люцерны становится более влажной, чем в дневные часы, катками ЖБА-3,5, ЖБР-4А, ЖВП-6. Через несколько дней после просыхания валков их подбирают и обмолачивают на зерновых комбайнах СК-3, СК-4, оборудованных подборщиком и терочным приспособлением ПТС. Полученную бункерную массу сначала просушивают на асфальтированной площадке в течение 5—6 дней, затем пропускают ее на очистительной машине ОС-4,5 или на зерноочистительных машинах с подбором необходимых решет. Окончательную обработку семян люцерны производят на электромагнитной машине ЭМС-1, ЭМС-1А.

При отсутствии этих уборочных машин можно использовать сенокосилки с приспособлением ПБ-2А для валкования, косилку-измельчитель КИР-1,5. Хорошо просушенные и отсортированные семена хранятся в крытых, проветриваемых помещениях в мешках, уложенных в штабеля.

Особенности возделывания люцерны на богаре. В условиях богары люцерна — наиболее продуктивная из кормовых культур. По своим кормовым качествам зеленая масса и сено богарной люцерны не уступают поливной и даже несколько ее превосходят. Люцерна на богаре отличается значительной семенной продуктивностью (урожай семян составляет 1,0—1,5 ц/га), дает один укос, только в горных районах —1—2 укоса. Продолжительность использования люцерны на сено в равнинно-холмистой богаре 5—6 лет, в более высоких зонах — значительно больше. Люцерна хорошо отзывается на фосфорное питание, в калии она не нуждается, так как его много содержится в почвах богарных районов.

Размещают люцерну в выводных клиньях зерновых паропропашных севооборотов. Она является хорошим предшественником для бахчевых и других культур, а во влажные годы или на низинных участках после люцерны хорошо удаются озимая пшеница и ячмень. Люцерну желательно высевать в низинных местах и на южных склонах, на северных склонах с эродированными почвами она часто вымерзает и изреживается.

Высевают люцерну только в чистых посевах. В первый год урожай сена ее невелик, поэтому она используется на корм со второго года жизни.

Агротехника люцерны на фураж не сложна. Вслед за уборкой зерновых колосовых или поздно осенью после промачивания почвы осадками проводят зяблевую пахоту на глубину 20—22 см. Под зябь в предгорной и горной зонах богары вносят 80 кг фосфора, лучше в смеси с 10 т навоза на 1 га. Ранней весной тщательно разделывают верхний 6—8-сантиметровый слой почвы, а затем при спелости почвы проводят культивацию или лущение с обязательным уплотнением верхнего слоя катком или малой.

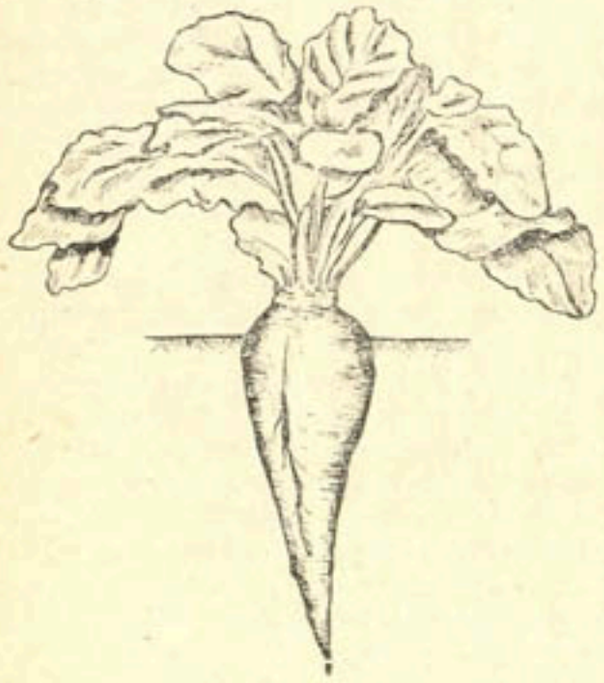
Посев — сплошной рядовой зерновыми или травяными сеялками, оптимальная норма высева —10 кг/га. Во второй и последующие годы рано весной до отрастания вносят 50 кг/га фосфора и проводят боронование тяжелыми зубовыми боронами в два следа.

Люцерну на семена из-за более низкого роста и изреженных посевов убирают прямым комбайнированием комбайнами СК-3, СК-4 и другими в период созревания 75—80% бобов на растениях.

САХАРНАЯ СВЕКЛА

Народнохозяйственное значение, распространение, урожайность. Сахарная свекла — ценная техническая культура, отличающаяся высокой урожайностью. Она дает важнейший продукт питания — сахар и побочный продукт при переработке — патоку, жом. Вместе с тем она играет важную роль как кормовая культура. В корнях сахарной свеклы содержится до 25% сухих веществ, в том числе 18—20% сахара. Кормовая ценность сахарной свеклы высокая: корни ее приравниваются к 0,26 кормовым единицам, а листья — к 0,20 кормовым единицам, в то время как кормовая свекла содержит в корнях 0,12, а в листьях —0,09 кормовых единиц. По кормовым достоинствам сахарная свекла превосходит многие другие культуры и даже кукурузу. Она более чем в два раза питательнее кормовой свеклы и значительно превосходит полусахарную. По массе листья сахарной свеклы составляют от 35 до 50% сбора корней с гектара. В Средней Азии в основном сахарную свеклу возделывают по жнивью и получают урожай корней до 300 ц/га. Она является ценным предшественником для других культур.

Сахарная свекла как сахароносная культура имеет широкое распространение. Посевная площадь ее в мире составляет свыше 9 млн. га. СССР по посевным площадям и по производству сахара из свеклы занимает первое место в мире.



62. Сахарная свекла к концу первого года жизни.

Урожайность. Сахарная свекла — высокоурожайная культура. Средняя урожайность ее по стране около 300 ц/га, но по многим областям, районам, передовым колхозам и совхозам —300—500 ц/га и выше.

Морфологические и биологические особенности. Сахарная свекла — двулетнее растение семейства Маревые (рис. 62). В первый год жизни у нее образуется утолщенный корень (корнеплод) и розетка прикорневых листьев. На второй год из почек-глазков высаженных корней появляются цветоносные побеги, на которых образуются плоды и семена. Главный корень (корнеплод) белой окраски, с белым мясом, до 20—30 см длиной, конусообразной, удлиненной формы, средней массой на поливе 0,8—1 кг. Питающие корни проникают на глубину 2—2,5 м. Листья крупные, сердцевидной формы, на длинных черешках, зеленой окраски. На второй год цветоносные побеги в виде куста достигают высоты 1,5—2,0 м. На этих стеблях в пазухах листьев сидят группами по два-шесть мелких обоеполых цветков в виде небольших мутовок (рис. 63).

63. Верхушка цветоносного стебля свеклы и цветок.

Сахарная свекла — перекрестноопыляющееся растение. Плод — орешек, семя в каждом орешке очень мелкое, имеет бурую блестящую оболочку. При созревании плоды срастаются по два-четыре и больше и образуют соплодия-клубочки, которыми и производят сев. Вес 1000 клубочков у многосемянной свеклы 20—50 г, у односемянной —9—12 г. При прорастании клубочек дает несколько переплетающихся ростков. Такая сахарная свекла называется многосемянной. Чтобы корни не угнетали друг друга, проводят прореживание вручную, на что затрачивается много времени и труда. Уход за этими посевами невозможно полностью механизировать.

В настоящее время советскими селекционерами выведена односемянная сахарная свекла. У нее цветки расположены одиночно, плоды односемянные, последние дают один росток. Поэтому такие сорта можно высевать пунктирным или квадратно-гнездовым способами с заданными количествами семян в гнездо без прореживания, что приводит к снижению затрат труда.

Сахарная свекла — относительно теплолюбивая, очень требовательная к свету и питанию культура. Семена ее начинают прорастать при температуре 3—5°С, а жизнеспособные всходы появляют-

ся при 6—7°С. Всходы переносят весенние заморозки до 4—5°С. Вегетационный период в первый год ее длится 150—170 дней, во второй год — 100—125 дней. Сахарная свекла требовательна к влаге, особенно во время роста корнеплодов — в июне, июле и в первой половине августа. Нормальное развитие корнеплодов происходит в рыхлой, тщательно обработанной почве. Сахарная свекла может возделываться на любых почвах, в том числе и на засоленных. Хорошо удается на луговых почвах. Малопригодны для нее кислые, песчаные и малоплодородные почвы. В хлопковых районах на полях с большим запасом органических веществ сахарную свеклу размещают после хлопчатника.

ЛИТЕРАТУРА

Дояренко А. Г. Факторы жизни растений. М., 1968.

Земледелие. Воробьев С. А., Буров Д. И., Егоров В.Е., Груздев Г. С. М., 1972.

Кашкаров А. К. О полноценном использовании пласта люцерны культурой хлопчатника.

Кондратюк В. П. Обработка почвы под посев хлопчатника в Средней Азии. Ташкент, 1972.

Коровин Е. П., Миронов Б. А., Пазин Б. К. Определитель сорняков хлопчатника и условия борьбы с ними. Ташкент, 1934.

Леман В. М. Курс светокультуры растений. М. , 1961.

Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие. М., 1971.

Мошков Б. С. Потенциальная продуктивность растений. Научные труды ВАСХНИЛ. М., 1976.

Мухамеджанов М. В. Севообороты и углубление пахотного слоя почвы в районах хлопководства. Ташкент, 1962.

Решетников Ф. И. Приемы увеличения мощности пахотного слоя орошаемого серозема. Ташкент, 1960.

Рыжов С. Н., Кондратюк В. П. , Погосов Ю. А. Гребневая культура хлопчатника. Ташкент, 1980.

Рыжов С. Н., Сукач И. Ф. Орошаемое земледелие. Ташкент, 1965.

Режимы орошения и гидромодульное районирование по УзССР. Ташкент, 1971.

Соколов Ф. А. Агрономические основы комплексной механизации хлопководства. Ташкент, 1977.

Тарюгин Т. А. Режим орошения сельскохозяйственных культур. М., 1979.

Ярмизин Д.В., Лысогоров С. Д. , Балан А. Г. Мелиоративное земледелие. М., 1972.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава I. **Факторы жизни растений** 4

Законы земледелия 4
Свет 8
Тепло 12
Воздух 15
Вода 18
Элементы питания 21

Глава II. **Режим орошения сельскохозяйственных культур** 22

Транспирация, ее значение и связь с метеорологическими факторами 23
Движение влаги в системе почва—растение—атмосфера 25
Движение влаги в системе почва—растение 33
Поступление влаги в атмосферу с испаряющей поверхности 38
Водопотребление сельскохозяйственных культур, размеры и способы определения 43
Водный баланс в невегетационный период 48
Экспериментальное определение величины суммарного испарения . . 50
Определение сроков и норм поливов различных сельскохозяйственных культур 61
Районирование режима орошения 70
Техника полива сельскохозяйственных культур 75

ГЛАВА III. **Удобрения** 79

Значение макро- и микроэлементов в обмене веществ растений, произрастающих на почвах аридной зоны Средней Азии 80
Органические удобрения 87
Минеральные удобрения 91
Сроки, способы и нормы внесения минеральных удобрений под хлопчатник 95
Эффективность внесения новых форм минеральных удобрений под хлопчатник 103
Система удобрений в хлопковых севооборотах 106
Агрохимическая характеристика почв 108
Удобрение основных сельскохозяйственных культур, возделываемых на орошаемых землях 110

ГЛАВА IV. **Сорные растения** 113

Понятие о сорной растительности 113
Источники засорения 114
Классификация сорных растений и их краткая характеристика . . 116
Однолетние сорняки 117
Двулетние сорняки 119
Многолетние сорняки 119
Меры борьбы с сорняками 124

ГЛАВА V. **Обработка почвы, сев и уход за растениями** 136

Общие основы обработки почвы 136
Основная обработка 140
Система обработки почвы 143
Способы и глубина вспашки 148
Сроки и техника вспашки 156

Весенняя обработка почвы 16
Перспективные приемы обработки почвы 16
Семена и посев 16
Приемы ухода за посевами 17

ГЛАВА VI. **Севообороты** 18

Естественнонаучные основы чередования культур в севообороте . . 18
Принцип подбора предшественника 19
Схемы хлопковых севооборотов 20
Схемы рисовых севооборотов 20
Схемы овощных и бахчевых севооборотов 20
Схемы севооборотов богарного земледелия 20
Схемы кормовых севооборотов 20
Ротация севооборота 20
Книга истории полей 20
Обработка почвы в хлопково-люцерновом севообороте 20
Понятие о системе земледелия 21

ГЛАВА VII. **Растениеводство** 215

Хлопчатник 21
Пшеница 22
Ячмень 229
Кукуруза 232
Сорго 238
Рис 241
Зерновые бобовые культуры 252
Люцерна 256
Сахарная свекла 268

Литература 270

Ахмет Кашкарович Кашкаров,
Соломон Маркович Кривовяз,
Анатолий Анатольевич Автономов,
Шарапат Якубовна Бешимова,
Лола Умурзаковна Салимова,
Николай Назарович Зеленин,
Иван Николаевич Чумаченко

ОРОШАЕМОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ АРИДНОЙ ЗОНЫ

(с основами растениеводства)

Ташкент—«Ўқитувчи»—1984

Редактор *Н. Г. Плотникова* Техн. редакторы *Н. Комиссарова, Т. Скиба*
Худож. редактор *В. П. Слабунов* Корректор *Е. В. Рамамат*

ИБ № 2603

Сдано в набор 26.01.1983 г. Подписано в печать 22.12.1983 г. Формат 60×90¹/₁₆. Р21426. Гарнитура «Литературная», кегль 10 б/шп. Бумага тип. № 3. Усл. п. л. 17. Изд. л. 17,7. Тираж 30[illegible]. Заказ 63. Цена 60 к.

Издательство «Ўқитувчи», Ташкент, Навои, 30. Договор 6—273—82.

Набрано на головном предприятии ТППО «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Отпечатано в тип. № 2. Янгиюль, ул. Самаркандская 44. 1984.