

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3B654A627B2E5A520561B91FA78DA03
Владелец: Машков Сергей Владимирович
Действителен: с 27.05.2024 до 20.08.2025



Учебное пособие

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для учащихся
учреждений образования, реализующих образовательные программы
среднего специального образования по специальностям «Агрономия»,
«Плодоовощеводство», «Организация
работы крестьянских (фермерских) хозяйств»



Минск

129509

РИПО

БИБЛИОТЕКА
аграрного колледжа
УО "ВГАВМ"

УДК 633(075.32)

ББК 44я723

3-40

Авторы:

заведующий кафедрой защиты растений, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Л. Г. Коготко* (раздел 2);
доцент этой же кафедры, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Е. В. Стрелкова* (раздел 1);
ректор, доктор сельскохозяйственных наук, доцент *П. А. Саскевич* (введение, разделы 3 и 4);
декан агроэкологического факультета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Ю. А. Миренков* (введение, разделы 3 и 4)
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Рецензенты:

цикловая комиссия специальных дисциплин УО «Жиличский государственный сельскохозяйственный колледж» (*К. Н. Иванова*);
заведующий кафедрой основ агрономии УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор сельскохозяйственных наук, доцент *И. П. Козловская*.

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Выпуск издания осуществлен при финансовой поддержке Министерства образования Республики Беларусь.

Защита растений : учеб. пособие / Л. Г. Коготко [и др.]. — Минск : 3-40 РИПО, 2016. — 327 с., [12] л. ил. : ил.

ISBN 978-985-503-583-2.

Изложены биоэкологическая характеристика основных вредителей и возбудителей болезней распространенных сельскохозяйственных культур, приведены характеристика методов, применяемых в защите растений, а также мероприятия по интегрированной защите основных сельскохозяйственных культур. Материал учебного пособия дополняется иллюстрациями и фото, приведенными в тексте и цветной вклейке.

Предназначено для учащихся учреждений среднего специального образования. Будет интересно преподавателям, специалистам, работающим в сельскохозяйственных организациях и разрабатывающим мероприятия по защите сельскохозяйственных культур.

УДК 633(075.32)

ББК 44я723

ISBN 978-985-503-583-2

© Оформление. Республиканский институт профессионального образования, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Современные исследования показывают, что любая из известных ныне систем земледелия в условиях самой высокой и перспективной формы интенсификации не может обойтись без организованной защиты растений как фактора, от которого зависят высокие урожаи. Растения, как и любые живые организмы, нуждаются не только в полноценном сбалансированном питании, комфортных условиях развития и роста, но и в защите от вредных организмов.

В настоящее время в Республике Беларусь наиболее вредоносны для сельскохозяйственных культур более 65 видов вредителей, 100 видов болезней и 300 видов сорных растений. При этом, по данным РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, только от 40 наиболее вредоносных сорняков потенциальные потери урожая льносоломой могут составлять 63,0–80,6 %, льносемян – 72,0–84,6 %, зеленой массы и зерна кукурузы – 83,0–90,4 %, корнеплодов сахарной свеклы – 94,0–98,8 %, картофеля – 41,0–92,1 %, урожая зерновых культур, зернобобовых, рапса – 30–50 %.

По данным многолетних исследований Института защиты растений, правильно и своевременно проведенные защитные мероприятия позволяют сохранить от 40 до 150 ц/га картофеля, от 5 до 12 ц/га урожая зерна, 2,5 ц/га льноволокна. Именно поэтому широкое внедрение научно обоснованных интегрированных систем защиты растений позволяет существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур и улучшить экономические показатели производства растениеводческой продукции.

В последние годы наблюдаются изменения видового состава сорных растений, особенно в посевах зерновых культур,

так как они наиболее представлены в структуре посевных площадей. В посевах увеличивается численность однолетних злаковых сорных растений — проса куриного, видов щетинника, метлицы обыкновенной, овсюга обыкновенного, что связано также и с потеплением климата.

В связи с расширением посевных площадей под рапс резко увеличивается и засоренность им посевов сельскохозяйственных культур, одновременно возникает проблема таких сорных видов, как подмаренник цепкий, фиалка полевая и крестоцветные сорняки. В граничащих с Польшей районах наблюдается расширение ареала мака-самосейки. В Гомельской и Брестской областях проблемной может стать амброзия полыннолистная, которая в соседней Украине массово произрастает на газонах, обочинах дорог, в парках, около полей и заправочных станций.

В мировой практике защиты растений большая роль уделяется биологическому методу. Следует заметить, что в последние годы уровень его использования значительно отстает от химического, так как он сложен при разработке, недостаточно обеспечен высококвалифицированными кадрами.

В 2008 году в структуре средств защиты растений, применяемых в Беларуси, на долю химических препаратов приходилось 98,6 %, в то время как на биопрепараты, регуляторы роста — 1,4 %.

При использовании биологического метода защиты растений применяют более 170 видов энтомофагов, но в то же время 30 видов из этого числа охватывают более 90 % мирового рынка. При этом действует тенденция использования местных энтомофагов даже в тех случаях, когда метод применяется для защиты от новых вредных организмов, в том числе завезенных. В Беларуси спектр энтомофагов представлен всего несколькими видами. Объемы их производства не соответствуют все возрастающим потребностям сельскохозяйственных производителей, что, конечно же, обуславливает приобретение энтомофагов за рубежом.

Раздел 1. ЭНТОМОЛОГИЯ

Энтомология — наука о насекомых (от греч. *entomon* — насекомое, *logos* — наука). Насекомые составляют класс беспозвоночных (*Insecta*) типа членистоногих (*Artropoda*) животных. Насекомым присущи такие признаки, как присутствие одной пары усиков, ведение наземного образа жизни и, как приспособление к нему, трахейная дыхательная система. По этим признакам насекомых выделяют в отдельный подтип трахейнодышащих (*Tracheata*). Нередко насекомых также относят к подтипу челюстных, или мандибулярных (*Mandibulata*), для которых характерно не только наличие усиков, но и превращение трех следующих за усиками пар ротовых конечностей в ротовые органы, из которых особенно сильно развиты верхние челюсти, или мандибулы.

1.1. МОРФОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

1.1.1. Голова и ее придатки

Строение головы. Голова (*caput*) представляет собой сильно уплотненную черепную коробку, образованную из слившихся пяти, а по мнению некоторых морфологов — даже шести-восьми сегментов. Она имеет пару сложных глаз, часто до трех простых глаз, или глазков, и подвижные придатки — усики и ротовые органы.

Поверхность головы разделена на отдельные участки, иногда обособленные между собой швами (рис. 1.1). Различают лоб (*frons*) между глазами, который кверху переходит в темя (*vertex*) и далее назад — в затылок (*occiput*); книзу ото лба расположен наличник (*clypeus*), граничащий вниз с верхней

губой (*labrum*); сбоку под глазами находятся щеки (*genae*), к ним снизу примыкают верхние челюсти (*mandibulae*).

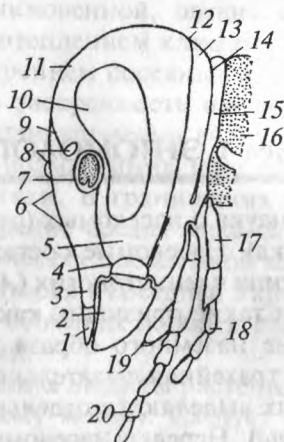


Рис. 1.1. Голова насекомого: 1 — верхняя губа; 2 — верхняя челюсть; 3 — наличник; 4 — лобно-наличниковый шов; 5 — щеки; 6 — лоб; 7 — усиковая ямка; 8 — глазок; 9 — теменной шов; 10 — сложный глаз; 11 — темя; 12 — затылочный шов; 13 — затылок; 14 — заднезатылочный шов; 15 — заднезатылок; 16 — шейная мембрана; 17 — нижняя губа; 18 — нижнегубной щупик; 19 — нижняя челюсть; 20 — нижнечелюстной щупик

Форма головы насекомых разнообразна: округлая (мухи), сжатая с боков (саранча, кузнечик), вытянутая в виде головотрубки (долгоносики). Различны и типы постановки головы: прогнатический, гипогнатический и опистогнатический. При прогнатическом типе головы, характерном для хищных насекомых (жужелицы, стафилины), ротовые части направлены вперед; при гипогнатическом, характерном для растительноядных (саранчовые, многие виды клопов, жуков), — под прямым углом вниз; при опистогнатическом (цикадовые, медяницы, трипсы) — под острым углом вниз и назад, приближаясь к передним ногам (рис. 1.2).

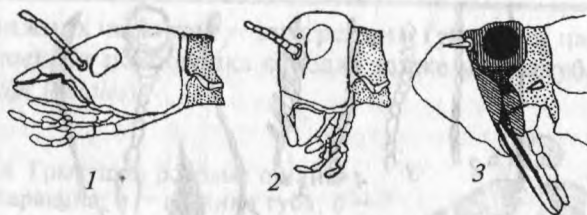


Рис. 1.2. Тип постановки головы: 1 — гипогнатический; 2 — прогнатический; 3 — опистогнатический

Глаза. Органы зрения представлены сложными и простыми глазами — дорсальными и латеральными. Сложные, или фасеточные, глаза (*oculi*) (одна пара) расположены по бокам головы и состоят из множества (до нескольких сотен и даже тысяч) зрительных единиц — омматидиев, или фасеток. В связи с этим у некоторых насекомых (стрекозы, самцы мух и пчел) глаза настолько велики, что занимают большую часть головы. Сложные глаза имеются у большинства взрослых насекомых и у личинок с неполным превращением из подкласса, за исключением некоторых групп паразитических, пещерных видов и обитателей муравейников, у которых они вторично исчезли. Из представителей подкласса первичнобескрылых сложные глаза имеются лишь у щетинохвосток.

Простые дорсальные глаза, или глазки (*ocelli*), в типичном случае в числе трех расположены в виде треугольника на лбу и темени между сложными глазами. Простые латеральные глаза, или стеммы (*stemmata*), образуют две парные группы, располагающиеся по бокам головы. Число глазков варьируется от 6 до 30.

Усики. Усики, или антенны (*antennae*), представлены одной парой членистых образований, расположенных по бокам лба между или впереди глаз в усиковых ямках. Они служат органами осязания и обоняния. Усик состоит из утолщенного основного членика (*scapus*), ножки (*pedicellus*) и жгутика (*flagellum*) (рис. 1.3).

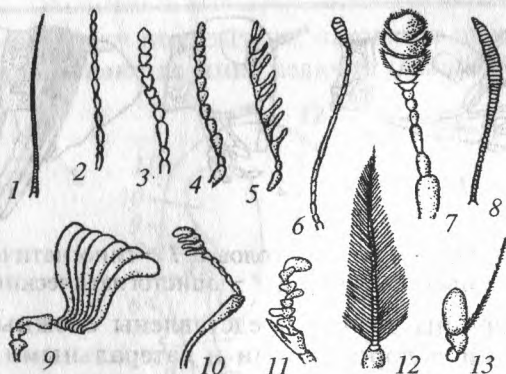


Рис. 1.3. Типы усиков: 1 — щетинковидный у таракана; 2 — нитевидный у саранчовых; 3 — четковидный у жука майского хруща; 4 — пиловидный у жуков-златок; 5 — гребневидный у жуков-шелкунов; 6 — булавовидный у дневных чешуекрылых; 7 — головчатый у жуков-мертвоедов; 8 — веретеновидный у чешуекрылых пестрянок; 9 — пластинчато-булавовидный у жуков-хрущей; 10 — гребенчато-коленчатый у жуков-рогачей; 11 — неправильный у жуков-вертячек; 12 — перистый у бабочек-шелкопрядов; 13 — щетинконосный у круглошовных двукрылых

Ротовые органы. Ротовые органы претерпели значительные изменения от грызущего типа при питании твердой пищей до различных модификаций сосущего типа при приеме жидкой пищи (нектар, сок растений, кровь и пр.).

Грызущие ротовые органы (рис. 1.4) состоят из парных нерасчлененных верхних челюстей (*mandibulae*), парных расчлененных нижних челюстей (*maxillae*) и непарной расчлененной нижней губы (*labium*). Сверху ротовые органы прикрыты верхней губой (*labrum*), представляющей собой складку кожи.

Верхняя челюсть состоит из основного членика (*cardo*), стволика (*stipes*), пары жевательных лопастей — наружной (*galea*) и внутренней (*lacinia*). Стволик несет челюстной щупик (*palpus maxillaris*), состоящий из одного—семи члеников.

Нижняя губа слилась по срединной линии у основания и подразделяется на подбородок (*submentum*), подбородок (*mentum*), две пары язычков, гомологичных жевательным ло-

пастям нижних челюстей — внутренним (*glossae*) и наружным (*paraglossae*). От подбородка отходят также нижнегубные щупики (*palpi labiales*).

Рис. 1.4. Грызущие ротовые органы черного таракана: *a* — верхняя губа; *б* — верхние челюсти; *в* — нижние челюсти; *г* — нижняя губа; *1* — внутренняя жевательная лопасть; *2* — наружная жевательная лопасть; *3* — челюстной щупик; *4* — ствол; *5* — основной членик; *6* — язычок; *7* — придаточный язычок; *8* — губной щупик; *9* — подбородок; *10* — подподбородок



Верхняя губа, обе пары челюстей и нижняя губа расположены вокруг рта и замыкают предротовую полость. В эту полость вдается языкообразный мясистый орган — подглоточник (*hypopharynx*). Он расположен под глоткой и делит предротовую полость на два отдела — передний и задний. В переднем отделе находится ротовое отверстие, т. е. начало пищеварительного тракта, в задний впадает проток слюнных желез.

Колюще-сосущие ротовые органы характерны для насекомых, питающихся клеточным соком растений (полужесткокрылые, равнокрылые) с проколом субстрата. Так, у клопа-черепашки верхние и нижние челюсти представлены тонкими и длинными колющими щетинками, заключенными в длинный членистый хоботок, образованный нижней губой (рис. 1.5).

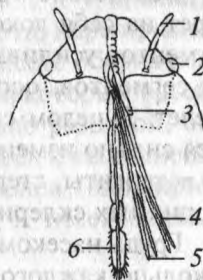


Рис. 1.5. Голова клопа-черепашки с колюще-сосущими ротовыми органами: *1* — усик; *2* — глаз; *3* — верхняя губа; *4* — верхние челюсти; *5* — нижние челюсти; *6* — нижняя губа

1.1.2. Грудь и ее придатки

Скелетной основой сегмента тела является кутикулярное кольцо; серия таких колец и образует скелет груди и брюшка. Каждое кольцо, образующее сегмент тела, подразделяется на четыре отдельных склерита: спинное, или верхнее, или дорсальное, полукольцо — тергит; брюшное, или нижнее, или вентральное, полукольцо — стернит; пара первоначально мягких боковых стенок — бочков, или плейритов (рис. 1.6).

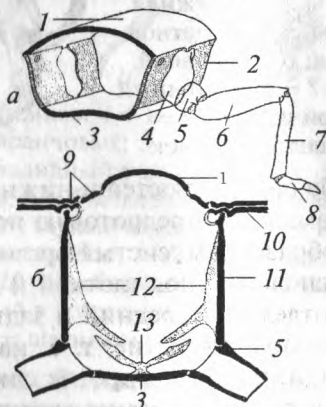


Рис. 1.6. Схема строения грудного сегмента насекомого: а — общий вид; б — поперечный разрез; 1 — спинка; 2 — плейрит; 3 — грудка; 4 — предтазик (субкоста); 5 — тазик; 6 — бедро; 7 — голень; 8 — лапка; 9 — аксиллярные склериты; 10 — крыло; 11 — плейральный столбик; внутренний скелет; 12 — плейральный гребень; 13 — фурка

Вследствие того, что у насекомых грудь почти всецело берет на себя локомоторную функцию, мускулатура грудных сегментов усиливается и усложняется, увеличиваются размеры сегментов, особенно их диаметр, усложняется наружный скелет. В целом скелетно-мышечный аппарат груди оказывается сильно измененным и осложненным, первичные склериты — тергиты, стерниты и плейриты — подразделены на серии вторичных склеритов (рис. 1.7).

Грудь насекомых состоит из трех сегментов. Спинное полукольцо каждого сегмента, т. е. их тергит, называется спин-

кой, или нотумом (*notum*), соответственно нижнее, или вентральное, полукольцо, т. е. стернит, — грудкой, или стернумом (*sternum*). Для обозначения принадлежности всех этих частей к какому-либо из сегментов груди используются приставки: передне-, средне- и задне- (*pro-*, *meso-*, *meta-*).

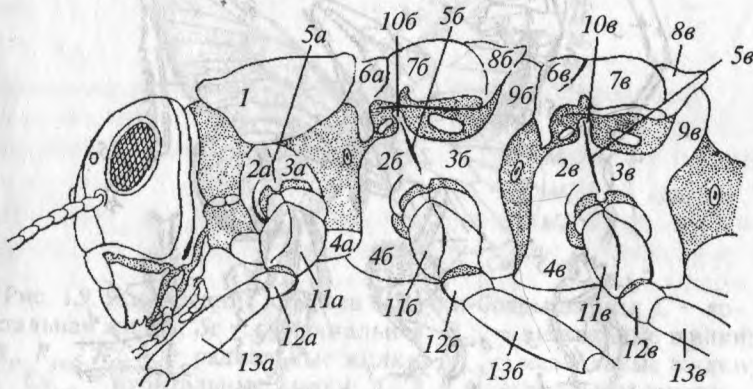


Рис. 1.7. Схема строения и подразделения на склериты груди насекомого (по Шванвичу): 1 — переднеспинка; 2 — эпистерн передне-, средне- или заднегрудь; 3 — их эпимеры; 4 — их грудка; 5 — их плеиральный шов; 6 — предшит средне- и заднеспинки; 7 — их шит; 8 — их щитик; 9 — их заспинка; 10 — плеиральный столбик; 11 — тазик передних, средних и задних ног; 12 — их вертлуг; 13 — их бедро; индексы *a*, *б*, *в* обозначают принадлежность к передне-, средне- или заднегрудь

Соответственно этому различаются переднегрудь, среднегрудь и заднегрудь (*prothorax*, *mesothorax*, *metathorax*). Каждый сегмент груди несет по одной паре ног, а у крылатых насекомых средне- и заднегрудь несут также по паре крыльев; в связи с этой особенностью оба сегмента вместе обозначаются термином «птероторакс» (*pterothorax*). У некоторых насекомых переднегрудь может быть в целом сильно развитой, особенно если передняя пара ног приспособилась к выполнению специальной функции; например, у богомолов (*Manteoptera*) переднегрудь сильно удлинена, подвижна и несет большие хватательные ноги (рис. 1.8).

Строение и типы ног. Нога у насекомых состоит из тазика (*coxa*), вертлуга (*trochanter*), бедра (*femur*), голени (*tibia*) и лапки (*tarsus*).

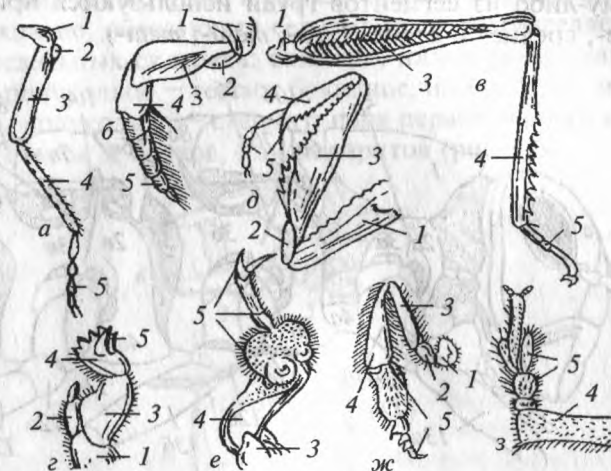


Рис. 1.8. Строение и типы ног: 1 — тазик; 2 — вертлуг; 3 — бедро; 4 — голень; 5 — лапка: а — бегательная у саранчи; б — плавательная у жука-плавунца; в — прыгательная у саранчи; г — копательная у медведки; д — хватательная у богомола; е — присасывательная у жука-плавунца; ж — собираательная у рабочей пчелы; з — ходильная у жука-долгоносика

Соответственно образу жизни и уровню специализации отдельных групп насекомых у них встречаются различные типы ног (рис. 1.8).

Строение и типы крыльев. Крылья насекомых обычно представлены двумя парами и являются придатками средне- и заднегруди. Крыло представляет собой двухслойную складку покровов тела, которые сближаются и затвердевают, образуя эластичную пластинку. Между складками расположены жилки.

К основным продольным жилкам относятся костальная, или коста (*costa*, сокращенно *C*), субкостальная, или субкоста (*subcosta*, *Sc*), радиальная, или радиус (*radius*, *R*), медальная, или медиа (*media*, *M*), кубитальная, или кубитус (*cubitus*, *Cu*), и анальная, или анализ (*analis*, *A*). Многие из этих жилок делятся, образуя

от двух до пяти ветвей (рис. 1.9). Кроме продольных, на крыльях встречаются поперечные жилки. Их называют дисканальными или обозначают по прилегающим продольным жилкам.

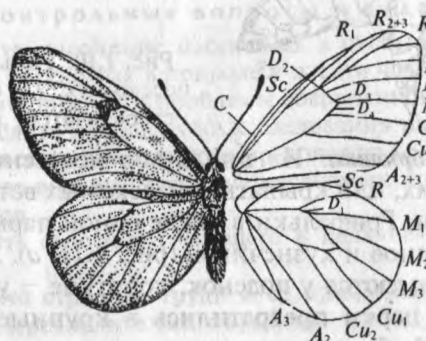


Рис. 1.9. Жилкование крыльев бабочки-боярышницы: *C* — ко-
стальная жилка; *Sc* — субко-
стальная; *D₂₋₄* — дискальные жилки;
R₁, *R₂₊₃*, *R₄*, *R₅* — радиальные жилки; *M₁₋₃* — медиальные жилки;
Cu₁₋₂ — кубитальные жилки; *A₂*, *A₂₊₃*, *A₃* — анальные жилки

1.1.3. Брюшко и его придатки

Строение брюшка. Брюшко (*abdomen*) является третьим отделом тела, состоит из ряда более или менее сходных сегментов и у взрослых насекомых лишено ног. Сегменты брюшка устроены проще грудных и состоят из верхнего полукольца, или тергита (*tergum*), нижнего полукольца, или стернита (*sternum*), соединенных более или менее обширной мембраной. Обособленные твердые плеиральные склериты, как в груди, здесь отсутствуют.

По характеру сочленения с грудью различают три типа брюшка: сидячее брюшко прикреплено к заднегрудь всем своим основанием, не образуя перетяжки, и характерно для большинства насекомых; висячее — имеет короткую перетяжку за счет пропodeума (пчелиные); стебельчатое — длинную перетяжку (роющие осы, наездники, муравьи) (рис. 1.10).

На 8 и 9 сегментах брюшка расположены наружные половые придатки, или гениталии. В связи с этим указанные сегменты называют генитальными, предшествующие им 1–7 сегменты — прегенитальными, а последние два сегмента 10 и 11 — постгенитальными.

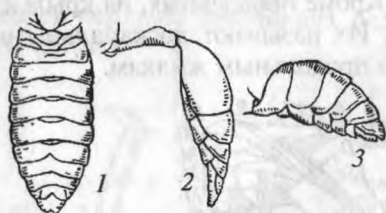


Рис. 1.10. Типы брюшка у насекомых: 1 — сидячее; 2 — стебельчатое; 3 — висячее

Придатки брюшка. Из придатков постгенитальных сегментов у высших, или крылатых, насекомых встречаются грифельки и церки. Грифельки в числе одной пары сохранились у самцов тараканов и кузнечиков (рис. 1.11, а). Длинные членистые церки имеются у поденок, короткие — у таракановых. А у ухверток церки превратились в крупные нечленистые клещи (рис. 1.11, б).

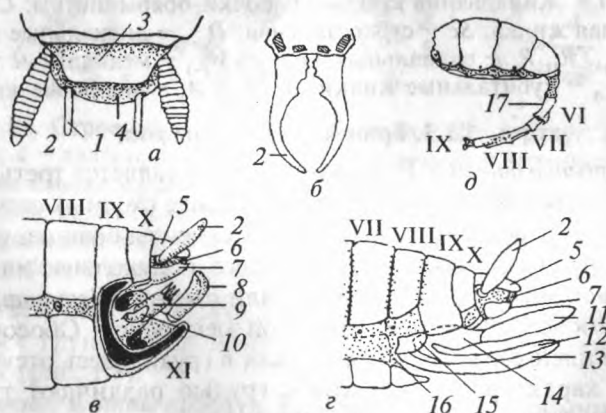


Рис. 1.11. Придатки брюшка у насекомых: а — самец таракана; б — самец ухвертки; в — вершина брюшка самца кузнечика с гениталиями; г — то же самки с яйцекладом; д — брюшко самки комнатной мухи; 1 — грифель; 2 — церк; 3 — анальная пластинка; 4 — генитальная пластинка; 5 — эпипрокт; 6 — анальное отверстие; 7 — парапрокт; 8 — вальва; 9 — пенис; 10 — параметра; 11 — третья пара створок яйцеклада; 12 — вторая пара створок яйцеклада; 13 — первая пара створок яйцеклада; 14 — вторая яйцекладная пластинка; 15 — первая яйцекладная пластинка; 16 — половое отверстие; 17 — ложный яйцеклад; VI—XI — соответствующие сегменты брюшка

К придаткам генитальных сегментов относятся яйцеклад у самки и гениталии у самца.

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите положение насекомых в системе животного царства, значение насекомых в природе и жизни человека.
2. Назовите предмет и проблемы современной энтомологии.
3. Перечислите направления исследования насекомых в связи с запросами сельскохозяйственного производства.
4. Опишите внешнее строение насекомых: голову и ее придатки, типы усиков.
5. Опишите строение грызущего и колюще-сосущего ротовых аппаратов.
6. Опишите строение груди и ее придатков, строение крыла, жилкование. Перечислите типы крыльев.
7. Изложите особенности жилкования.
8. Опишите типы ног, строение ног у насекомых.
9. Опишите строение и типы брюшка, перечислите придатки брюшка.

1.2. ФИЗИОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

1.2.1. Кожные покровы и их производные

Кожные покровы служат опорой для мышечной системы, обеспечивают регуляцию водного режима, дыхания и выделения, защищают тело от механических повреждений и проникновения вредных веществ. С кожными покровами тесно связана окраска тела насекомых. Важное значение имеют производные кожных покровов — наружные придатки (волоски, чешуйки, шипы) и внутренние, или эндоскелетные, выросты и железы (восковые, лаковые, пахучие, ядовитые и т. д.).

Кожные покровы состоят из трех компонентов: кутикулы, гиподермы и тонкой базальной перепонки (рис. 1.12).

Кутикула составляет наружную часть кожи, не имеет клеточного строения и представляет собой продукт выделения гиподермы. Образует наружный скелет насекомого, служит опорой для прикрепления мышц и, следовательно, выполняет механическую функцию. Кутикула эластична и гибка, но часто подвергается уплотнению или склеротизации.

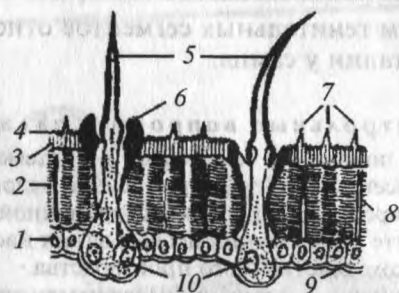


Рис. 1.12. Схема строения кожного покрова насекомого:
1 — гиподерма; 2 — эндокутикула; 3 — экзокутикула; 2 + 3 — прокутикула; 4 — эпикутикула; 5 — сочлененные волоски; 6 — кольцевой валик у основания волоска; 7 — шипики; 8 — поровый канал; 9 — базальная перепонка; 10 — трихогенная клетка

Кутикула подразделяется на два основных слоя: наружный и внутренний.

Наружный слой, или эпикутикула, — тонкий, 1–5 мк. Эпикутикула хорошо развита у наземных насекомых, непроницаема для воды и плохо ею смачивается, т. е. гидрофобна. Непроницаемость препятствует пересыханию тела в воздушной среде. Содержит воск и липоиды, которые обеспечивают гидрофобность. Однако для ядов, растворимых в жирах, эпикутикула барьером служить не может в связи с ее липоидной структурой.

Внутренний слой, или прокутикула, — в толщину несколько сот микрон, содержит 30–40 % воды. Прокутикула мягкая и прозрачная, но часто наружная часть сильно склеротизуется, т. е. становится твердой и темной, образуя янтарного цвета экзокутикулу, тогда как внутренний слой сохраняет свои свойства неизменными и называется эндокутикулой. Эндокутикула прозрачна и состоит из многочисленных пластинок, имеющих волокнистое строение, что обеспечивает растяжимость кутикулы. Экзокутикула сильно склеротизована.

Биохимическую основу прокутикулы составляют хитин (25–60 %) и белки. Хитин — полимерное соединение из числа азотсодержащих полисахаридов. Стоек к химическим воздействиям, нерастворим в щелочах и органических растворите-

лях — спиртах, эфирах. Слабые кислоты на него не действуют, а сильные растворяют. Белок составляет 25–50 % сухого вещества прокутикулы, может образовывать соединения с дубильными веществами. Задубленный белок плотный, темный, лишен гибкости. Твердость кутикулы различна: у одних насекомых (жуки) она на теле образует темный панцирь, у других (личинки и имаго тлей) — очень гибкая.

Прокутикула пронизана тончайшими, менее 1 мк, поровыми канальцами, которые тянутся от гиподермы до эпикутикулы и содержат отростки плазмы гиподермальных клеток. На 1 мм тела насекомых приходится многие тысячи каналец. Они служат путями, по которым вещества продвигаются из гиподермы к эпикутикуле и к поверхности экзокутикулы.

Гиподерма состоит из одного слоя клеток, образует кожный эпителий, подстилающий кутикулу. Функция гиподермы заключается в выделении и образовании кутикулы, а также в выделении линочной жидкости, которая растворяет старую эндокутикулу перед линькой насекомого.

Базальная перепонка подстилает гиподерму и не имеет клеточной структуры. Служит границей между кожными покровами и полостью тела.

1.2.2. Производные кожи

Придатки кожи разнообразны и подразделяются на два основных типа: скульптурные и структурные образования. Скульптурные — чисто кутикулярные образования без участия гиподермы: шипики, или хетоиды, а также бугорки, бороздки и вдавленные точки на кутикуле. Плотная поверхность кутикулы способствует развитию скульптур.

Структурные образования являются производными кожи, т. е. ее кутикулы и гиподермы. Это волоски и щетинки — хеты (*chaetae*). Волоски тонкие и одинаковые по всей длине. Щетинки к основанию утолщены, происходят из двух клеток гиподермы.

1.2.3. Полость тела, расположение внутренних органов.

Жировое тело

Пространство между стенками тела и внутренними органами называется полостью тела.

Полость тела насекомых разделена двумя тонкостенными горизонтальными перегородками на три отдела, или синуса: верхний, или перикардиальный, средний, или висцеральный, и нижний, или перинеуральный (рис. 1.13).

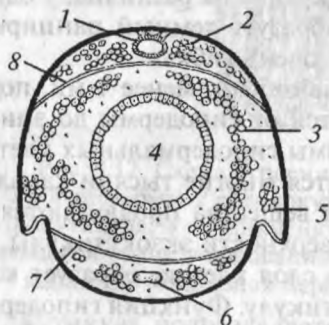


Рис. 1.13. Схема поперечного разреза тела насекомого:
1 — спинной сосуд; 2 — перикардиальные клетки; 3 — жировое тело; 4 — кишечник; 5 — эноциты; 6 — брюшная нервная цепочка; 7 — нижняя диафрагма; 8 — верхняя диафрагма

В перикардиальном, т. е. околосердечном, отделе, расположенном над верхней диафрагмой, находится спинной сосуд, или сердце. В перинеуральном отделе, расположенном под нижней диафрагмой, проходит брюшная нервная цепочка. Между верхней и нижней диафрагмами размещен наиболее крупный висцеральный отдел. В нем заключены пищеварительная и выделительная системы, жировое тело, а также органы размножения.

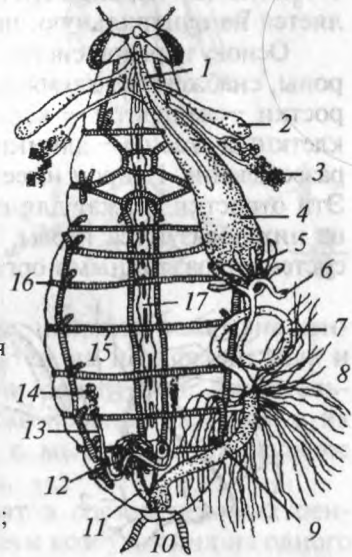
Дыхательная система, представленная большим числом воздухоносных трубок и трахей, проникающих во все внутренние органы и ткани, не связана с каким-либо отделом полости тела.

Жировое тело. Представляет собой рыхлую ткань, которая в виде лопастей и долек заполняет промежутки между внутренними органами тела. Окраска жирового тела в большинстве случаев желтовато-белая, реже — желтая или зеленая. Клетки его богаты жировыми включениями и по своей природе и происхождению очень близки к клеткам крови насекомых — гемоцитам. Вместе с тем клетки жирового тела неоднородны и в зависимости от характера включений делятся на четыре группы: трофоциты, уратные клетки, мицетоциты, хромоциты.

Трофоциты, или питательные клетки, составляют основную массу жирового тела. При питании насекомого в них от-

кладываются резервные вещества в виде полисахарида гликогена и жиров и осуществляется синтез белков. В период голодания эти вещества расходуются. Уратные клетки служат для накопления мочевой кислоты и ее солей, особенно в период метаморфоза, когда мальпигиевы сосуды перестают функционировать. В мицетоцитах, или бактериоцитах, живут внутриклеточные симбиотические микроорганизмы – бактерии. Особенно часто такие клетки встречаются в жировом теле тараканов (рис. 1.14). Хромоциты содержат гранулы пигментов и участвуют в образовании окраски у тех видов насекомых, которые имеют прозрачные, лишенные пигментов покровы.

Рис. 1.14. Внутренние органы самца черного таракана: 1 – пищевод; 2 – резервуар слюнной железы; 3 – слюнная железа; 4 – зуб; 5 – мышечный желудок; 6 – слепые отростки средней кишки; 7 – средняя кишка; 8 – мальпигиевы сосуды; 9 – тонкая кишка; 10 – прямая кишка; 11 – семяизвергательный канал; 12 – придаточная железа; 13 – семяпровод; 14 – семенник; 15 – трахейный ствол; 16 – дыхальца; 17 – брюшная нервная цепочка



Таким образом, к функциям жирового тела относятся: накопление и расходование запасных питательных веществ, накопление и выведение экскретов, создание необходимых условий существования для симбионтов (впрочем, у многих насекомых симбионты живут и в отделах кишечника), иногда окраска тела.

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите кожные покровы, их строение.
2. Перечислите производные кожи.
3. Каково строение полости тела насекомых? Опишите расположение внутренних органов в полости тела.
4. Что такое жировое тело?

1.2.4. Нервная система насекомых

Нервная система регулирует все функции организма, являясь посредником между органами чувств и другими его органами. Через органы чувств организм воспринимает информацию из внешней среды и адекватно на нее реагирует. У насекомых нервная система дифференцирована и подразделяется на центральную, периферическую и симпатическую.

Основу нервной системы составляют нервные клетки — нейроны, снабженные двумя видами отростков: 1) древовидные отростки — дендриты — короткие и сразу ветвятся на выходе из клетки; 2) аксоны — длинные, не ветвятся и только на конце есть разветвление. Нейрон имеет несколько дендритов и один аксон. Эти отростки служат для проведения нервного возбуждения, и из них образуются нервы. Нервы осуществляют связь нервной системы с различными органами и частями тела (рис. 1.15).

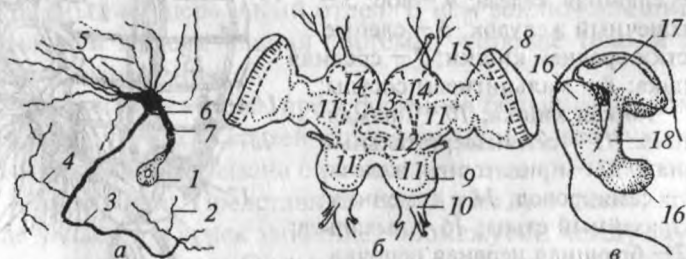
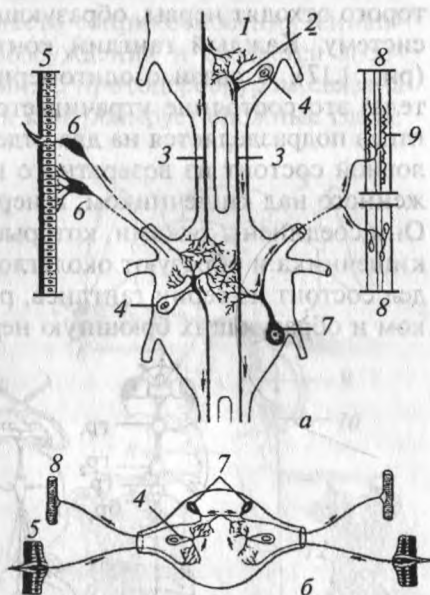


Рис. 1.15. Элементы нервной системы насекомых: *а* — нейрон; *б* — головной мозг саранчи; *в* — схема грибовидного тела мозга таракана; 1 — нервная клетка; 2 — концевые разветвления аксона; 3 — аксон; 4 — коллатеральная ветвь аксона; 5 — дендриты; 6 — главное мозговое разветвление; 7 — клеточный отросток; 8 — протоцеребрум; 9 — дейтоцеребрум; 10 — тритоцеребрум; 11 — нейропиль; 12 — центральное тело; 13 — протоцеребральный мост; 14 — грибовидные тела; 15 — зрительная доля; 16 — лопасти ножки грибовидного тела; 17 — чашечка грибовидного тела; 18 — ножка грибовидного тела

Различают три типа нейронов: чувствительные, двигательные и ассоциативные (рис. 1.16).

Рис. 1.16. Схема взаимосвязи нейронов: *а* – связь нейронов с органами чувств и с органами движения; *б* – схема рефлекторной дуги; 1 – нервный ганглий; 2 – дендрит; 3 – аксон; 4 – ассоциативный нейрон; 5 – рецептор; 6 – чувствительный нейрон; 7 – двигательный нейрон; 8 – эффектор (мышца); 9 – окончание двигательного нерва. Стрелками показано направление движения нервного возбуждения



Чувствительные, или сенсорные, нейроны лежат вне центральной нервной системы, находятся на периферии тела и входят в состав органов чувств или рецепторов. Двигательные, или моторные, входят в состав нервных центров, а их аксоны заканчиваются в органах с мышцами. На нервное возбуждение реагируют движением.

Ассоциативные нейроны входят в состав нервных центров и выполняют функцию передачи возбуждения из одного нейрона в другой, связывая чувствительные и двигательные нейроны. Передача нервного возбуждения из одного нейрона в другой или в орган достигается через синапсы – это область соприкосновения отростков нейрона с другими клетками.

Центральная нервная система

Основу центральной нервной системы составляет серия парных первичных узлов, или ганглиев, которые соединены межсегментными продольными тяжами, или коннективами,

а в сегменте — короткими поперечными комиссурами. Каждый сегмент тела имеет по одному парному ганглию, от которого отходят нервы, образующие периферическую нервную систему. Каждый ганглий контролирует свой сегмент тела (рис. 1.17). В связи с олигомеризацией (слиянием сегментов тела) это состояние утрачивается. Поэтому вся система ганглиев подразделяется на два отдела: головной и брюшной. Головной состоит из возвратного надглоточного узла, расположенного над кишечником, и неразвитого подглоточного узла. Они соединены тяжами, которые опоясывают передний отдел кишечника и образуют околосглоточное кольцо. Брюшной отдел состоит из серии ганглиев, расположенных под кишечником и образующих брюшную нервную цепочку.

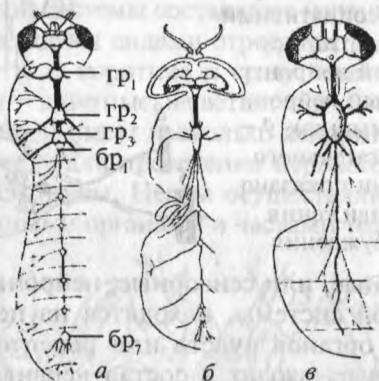
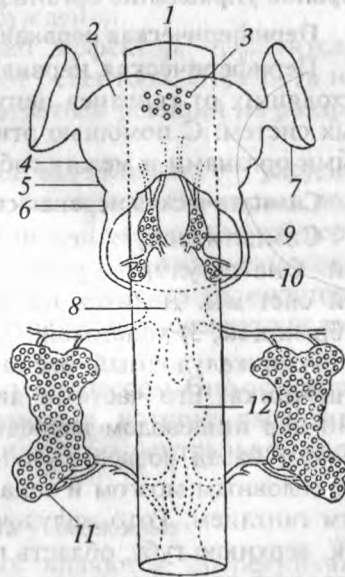


Рис. 1.17. Схема разных степеней слияния узлов брюшной нервной системы у мух: а — длинноусые; б — прямошовные короткоусые; в — круглошовные: гр — грудные узлы; бр — брюшные узлы; цифровые индексы — порядковые номера узлов

Головной мозг в виде надглоточного узла является главным в нервной системе. Состоит из трех слившихся ганглиев — протоцеребрума, дейтоцеребрума и тритоцеребрума (рис. 1.18). Первый отдел — протоцеребрум — развит сильнее остальных. В нем сформировано несколько ганглиозных центров, и наиболее сильно развита пара стебельчатых, или грибовидных, тел. Они являются ассоциативными и координирующими центрами нервной системы и состоят из ассоциативных ней-

ронов. Клетки стебельчатых тел разветвлениями входят в соприкосновение с отростками нервных клеток и других частей нервной системы. Через эти области соприкосновения (синапсы) обеспечивается передача возбуждения и создается ассоциативная связь между клетками. С протоцеребрумом связана пара зрительных долей, которая контролирует сложные глаза.

Рис. 1.18. Схема эндокринной системы насекомых и переднего отдела центральной нервной системы: 1 — кишечник; 2 — надглоточный узел; 3 — нейросекреторные клетки головного мозга; 4 — протоцеребрум; 5 — дейтоцеребрум; 6 — тритоцеребрум; 7 — глазные доли; 8 — подглоточный узел; 9 — кардиальные тела; 10 — прилежащие тела; 11 — переднегрудная железа; 12 — ганглии брюшной нервной цепочки



Дейтоцеребрум составляет срединный отдел головного мозга, иннервирует усики и соответствует ганглию антеннального сегмента.

Тритоцеребрум является задним отделом головного мозга. Он контролирует (иннервирует) верхнюю губу. Связан с симпатической нервной системой, так как от него начинается ее возвратный нерв.

Подглоточный узел иннервирует ротовые органы и передний отдел кишечника и является слиянием трех ганглиев челюстного отдела головы — гнатоцефалона.

Брюшная нервная цепочка состоит из трех грудных ганглиев и восьми брюшных. Последние сегменты брюшка

(с 8-го по 12-й) не имеют ганглиев. Сокращение числа ганглиев в брюшной нервной цепочке достигается путем объединения как пяти брюшных, так и грудных узлов, и поэтому они объединены в 2—3 узла (может быть и в один).

Концентрация числа ганглиев в брюшной нервной цепочке — проявление олигомеризации, централизует и улучшает нервное управление организмом.

Периферическая нервная система

Периферическая нервная система образована из нервов, отходящих от ганглиев центральной и симпатической нервных систем. С помощью этих нервов они связаны с различными органами и между собой.

Симпатическая нервная система

Симпатическую нервную систему называют висцеральной. Она регулирует работу внутренних органов и мышечной системы. Делится на три отдела: 1) рото-желудочный; 2) брюшной; 3) хвостовой.

Рото-желудочный располагается над передним отделом кишечника. Его частями являются лобный ганглий, лежащий над пищеводом впереди головного мозга, и отходящий от него назад возвратный нерв. Лобный ганглий проходит под головным мозгом и заканчивается позади него желудочным ганглием. Рото-желудочный отдел обслуживает наличник, верхнюю губу, область передней кишки, сердце и аорту, управляет глотательными движениями. С этим отделом связаны эндокринные железы.

Брюшной, или вентральный, отдел представлен непарным нервом. Он соединяет коннективы брюшной нервной цепочки с парой боковых отростков в каждом сегменте тела.

Непарный нерв регулирует работу крыловых и других мышц.

Хвостовой, или каудальный, отдел связан с задним узлом брюшной нервной цепочки и иннервирует задний отдел кишечника и половую систему.

Возбуждение и торможение

Возбуждение и торможение составляют основу всей нервной деятельности. Проведение возбуждения из одной части

тела в другую осуществляется с помощью нервов двух типов: 1) возбуждение идет от нервной клетки к мышцам или другим органам; 2) возбуждение идет от сенсорных клеток органов чувств к нервному центру. Поэтому различают:

1) двигательные, или эфферентные, нервы — с центростремительным проведением возбуждения;

2) чувствительные, или афферентные, нервы — с центробежным проведением возбуждения.

Двигательный нерв возбуждает эффектор, чувствительный нерв получает возбуждение от рецептора. Этот путь называется рефлекторной дугой, а ответная реакция на раздражение — рефлексом.

Возбужденный нерв выделяет ацетилхолин — уксуснокислый эфир холина (азотистого вещества). Он играет роль медиатора, т. е. передатчика импульса. Для нормальной передачи возбуждения необходимо удаление избытка ацетилхолина. Удаление происходит с помощью фермента холинэстеразы, которая гидролизует ацетилхолин на уксусную кислоту и холин.

Торможение является обратным процессом. Оно осуществляется с помощью центров торможения, которые располагаются в головном мозге или в других частях центральной нервной системы.

1.2.5. Органы чувств у насекомых

Органы чувств у насекомых являются посредниками между внешней средой и организмом. В соответствии с внешними стимулами, или раздражителями, насекомые совершают определенные действия, из которых складывается их поведение.

Выделяют механическое чувство, слух, химическое чувство, гигротермическое чувство и зрение.

Основу органов чувств составляют нервные чувствительные единицы — сенсиллы. Они состоят из двух компонентов: воспринимающей структуры в коже и прилегающих к ней нервных клеток. Сенсиллы выступают над поверхностью кожи в виде волоска, щетинки, конуса.

Механическое чувство представлено механорецепторами. Это рецепторы, а также чувствительные структуры, воспри-

нимающие сотрясение, положение тела, его равновесие и др. Осязательные, или тактильные, рецепторы разбросаны по всему телу в виде простых сенсилл с сенсорным, т. е. чувствительным, волоском. Изменение положения волоска при соприкосновениях с предметами или воздухом передается чувствительной клетке, где возникает возбуждение, передаваемое по ее отросткам в нервный центр.

Слух развит не у всех насекомых. У прямокрылых (кузнечики, саранчовые, сверчки), певчих цикад, некоторых клопов и ряда чешуекрылых имеются слуховые рецепторы — тимпанальные органы. Эти насекомые стрекочут или поют. Тимпанальные органы — это скопление сколопофоров, которые связаны с участками кутикулы, представленными в виде барабанной перепонки.

У саранчовых тимпанальные органы находятся по бокам I-го сегмента брюшка, у кузнечиков и сверчков — на голених передних ног.

У комаров функцию органа слуха выполняет Джонстон орган. На церках у тараканов и прямокрылых и на теле гусениц на волосках располагаются нейроны, улавливающие звуковые волны.

Значение органов слуха:

- воспринимаются сигналы, идущие от особей своего вида, что обеспечивает связь полов, т. е. это одна из форм локации полового сигнала;

- улавливают иные звуки (свистки, резкий звук, разыскивание жертвы).

Химическое чувство служит для восприятия химизма среды, именно вкуса и запаха. Представлено хеморецепторами. Обоняние воспринимает и анализирует газообразную среду с низкой концентрацией вещества, а вкус — жидкую среду с высокой его концентрацией. Сенсиллы хеморецепторов представлены в виде волосков, пластинок или погруженных в тело конусов. На усиках обонятельную функцию выполняют плакоидные и целоконические сенсиллы. Обоняние необходимо насекомым для разыскивания особей противоположного пола, распознавания особей своего вида, для отыскания пищи и мест откладки яиц. Многие насекомые выделяют привлекающие вещества — половые аттрактанты, или эпагоны.

Гигротермическое чувство имеет существенное значение в жизни ряда насекомых и в зависимости от условий влажности и температуры среды регулирует поведение особи; оно также контролирует водный баланс и температурный режим тела. Соответствующие рецепторы изучены недостаточно, но установлено, что ощущение влажности локализовано у некоторых насекомых на голове и ее придатках — усиках и щупальцах, ощущение тепла — на усиках, лапках и других органах. Восприятие тепла сильно развито у насекомых, и отдельные виды имеют свою оптимальную температурную зону, к которой они стремятся. Однако границы температурного оптимума зависят от условий температуры и влажности среды, в которой развивалось насекомое, а также от фазы его развития.

Зрение. Вместе с химическим чувством, вероятно, играет решающую роль в жизни насекомых. Органы зрения имеют сложное строение и представлены двоякого рода глазами: сложными и простыми.

1.2.6. Поведение насекомых

Насекомые отличаются высоко развитой способностью воспринимать и реагировать на многообразные сигналы — зрительные, химические, тактильные, слуховые, тепловые и др. Эти сигналы поступают из двух совершенно различных источников — от особей своего вида и от окружающей среды, но организм отвечает на них совокупностью целесообразных действий, включая и наследственно обусловленные повадки. Такая совокупная единая реакция организма обозначается понятием «поведение».

Поведение не только определяется внешними раздражителями, но и зависит от внутреннего физиологического состояния особи. В его основе лежит ответная реакция на раздражение, т. е. рефлекс. В целом поведение складывается из безусловных и условных рефлексов.

Безусловные рефлексы — это врожденные реакции, т. е. те, с которыми организм рождается, наследуя их от родителей. Они составляют основу нервной деятельности насекомых.

Безусловные рефлексы могут проявляться в виде простых актов и в виде более или менее сложных форм поведения.

К числу простых актов следует отнести разнообразные движения, реакции раздражения и пр. Примером может служить рефлекс взлета у саранчи, возникающий при потере контакта ног с субстратом.

Инстинкты представляют собой уже более сложную форму поведения и имеют громадное значение в жизни особи и вида в целом.

Инстинкты являются сложными врожденными рефlekсами, не зависят от выучки и проявляются лишь под действием внутренних раздражителей как следствие особого физиологического состояния организма — голода, половой зрелости, фазы развития и пр. Такими раздражителями могут быть гормоны, недостаток в организме необходимых веществ и пр. Рефлексы, из которых складывается тот или иной инстинкт, тесно взаимосвязаны и проявляются в серии строго последовательных действий — в виде цепного рефлекса; в такой цепи рефлексов каждый предшествующий является неременным раздражителем для последующего рефлекса. В конечном итоге инстинкт проявляется в серии целесообразных актов, нередко изумляющих нас своей сложностью и кажущейся продуманностью.

1.2.7. Мышечная система

Насекомые имеют хорошо развитую и дифференцированную мышечную систему. Мышцы соединяют подвижные части скелета и приводят их в действие. Как скелетная, так и висцеральная, т. е. внутренностная, мускулатура построена из поперечнополосатых мышечных волокон.

Мышечное волокно, как и у позвоночных животных, состоит из миофибрилл, погруженных в саркоплазму с многочисленными ядрами и митохондриями, богатыми окислительными ферментами. Снаружи каждое мышечное волокно окружено тонкой эластичной оболочкой — сарколеммой. Прикрепление мышц к кутикуле обеспечивается видоизмененными тонкими волокнами — тонофибриллами, которые представляют собой окончания миофибрилл.

Скелетные мышцы обеспечивают движение тела, ходильных конечностей, ротовых органов, усиков и других придат-

ков, а у взрослых насекомых — и крыловых органов. Скелетные мышцы образуют три группы: головную, грудную и брюшную. Все вместе — это скелетно-мышечная система насекомых.

Основу брюшной группы составляют продольные, боковые и поперечные мышцы.

Продольные мышцы состоят из спинных и вентральных. Сокращаясь совместно, они действуют как ретракторы, т. е. укорачивают брюшко путем сближения его сегментов, но при сокращении отдельно вентральные изгибают брюшко вниз, а спинные выпрямляют его или изгибают вверх. Боковые мышцы расположены дорсовентрально и при сокращении сплющивают брюшко, обеспечивают его дыхательные движения. Поперечные мышцы участвуют в образовании верхней и нижней диафрагм, играющих важную роль в работе сердца.

Работа мышц регулируется нервной системой. Для этого в скелетной мускулатуре имеются периферические разветвления окончаний нервных клеток, контактирующие с мышечными волокнами. В синаптических зонах осуществляется переход возбуждения с нерва на мышцу.

1.2.8. Пищеварительная система

Пищеварительная система насекомых состоит из кишечного канала и функционально с ним связанных слюнных желез (рис. 1.19).

Кишечный канал начинается ротовым отверстием в головном отделе тела и заканчивается анальным отверстием на конце брюшка. Канал состоит из трех отделов: переднего, среднего и заднего. Передний отдел, или передняя кишка, подразделен на глотку, пищевод и преджелудок, или мышечный желудок, и зоб. Пищевод в виде длинной и тонкой трубки часто без резкой границы переходит в объемистый тонкостенный зоб, который служит резервуаром для накопления и переваривания (но не всасывания) пищи. У некоторых чешуекрылых и двукрылых зоб обособлен от пищевода и соединяется с ним узким протоком. Мышечный желудок, если он развит, имеет сильную мускулатуру и изнутри несет хитиновые зубцы. Его функция — механическая обработка пищи.

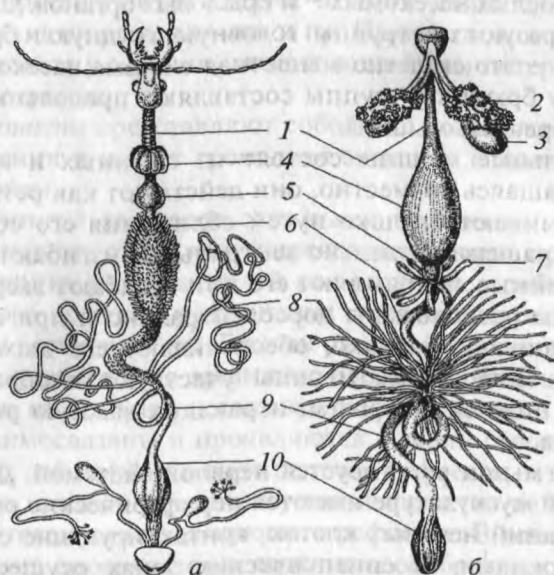


Рис. 1.19. Пищеварительная система жулици (а), черного таракана (б): 1 — пищевод; 2 — слюнная железа; 3 — резервуар слюнной железы; 4 — зоб; 5 — мышечный желудок; 6 — средняя кишка; 7 — слепые отростки средней кишки; 8 — мальпигиевы сосуды; 9 — задняя кишка; 10 — прямая кишка

Средняя кишка имеет различные форму и объем. Средняя кишка не подразделена на отделы, выложена изнутри железистым эпителием и называется желудком. В средней кишке происходит выделение пищеварительных ферментов и всасывание пищи.

Задняя кишка начинается коротким пилорическим клапаном, куда впадают мальпигиевы сосуды. У большинства насекомых задняя кишка включает в себя тонкую, толстую и прямую, между которыми находится ректальный клапан. Основными функциями задней кишки являются отсасывание воды из остатков пищевой массы, формирование экскрементов и выведение их наружу через анальное отверстие.

Особенности питания и пищеварения. Пища, поступающая в организм насекомого в виде сложных высокомолекулярных

соединений, для усвоения нуждается в переработке. Она осуществляется механическим и биохимическим путем. Механическая переработка твердой пищи заключается в размельчении ее грызущими ротовыми органами и, в ряде случаев, с помощью мышечного желудка.

Биохимическая переработка связана с расщеплением основных компонентов пищи — белков, жиров и углеводов. Первый этап этого процесса начинается уже в ротовой полости и пищевод, где на пищу действуют ферменты слюнных желез. В средней кишке гидролизу подвергаются белки, жиры и углеводы. Белки расщепляются до аминокислот, но они не являются уже коллоидными веществами и поэтому легко диффундируют через клеточную оболочку и всасываются стенками кишечника. Жиры под действием липаз расщепляются на глицерин и жирные кислоты. Кислоты со щелочами образуют соли, т. е. мыла. Они хорошо растворимы в воде и легко усваиваются стенками кишечника.

Обработка пищи ферментами часто наблюдается еще до поступления ее в полость кишечного канала. Это явление получило название внекишечного пищеварения. Например, клопы черепашки вводят в зерно злаков при проколе ферменты слюны, которые осуществляют биохимические изменения в содержимом зерна (в частности, разрушают клейковину), облегчая его всасывание.

Отыскивая пищу, растениеядные насекомые реагируют на определенные химические компоненты растений. Стимулами, привлекающими или отталкивающими насекомое, могут быть различные органические соединения, которые содержатся в пище, но часто не имеют питательной ценности. При этом различают пищевые аттрактанты, антифиданты и репелленты.

Пищевыми аттрактантами называют химические вещества, привлекающие данный вид насекомого. Антифиданты, или антифидинги, подавляют или не допускают питания насекомых на источнике пищи. При обработке растений даже малыми количествами антифидантов насекомые, находящиеся на растении, прекращают питание и часто погибают от голода. К ним относятся алкалоиды, алкалоид-глюкозиды, фе-

нольные соединения, такие как никотин, томатин, танины, а также терпеноиды, комплексные соединения меди, оловоорганические антифиданты. Близки по своему действию и репелленты, т. е. вещества, отпугивающие насекомых и других животных. Высокую активность (коэффициент репеллентности свыше 80 % в течение двух недель) выявлен у двуалкилированных эфиров миндальной кислоты для малого мучного хрущака.

1.2.9. Кровеносная система

Органы кровообращения. Кровеносная система насекомых незамкнутая. Она представлена спинным сосудом, который располагается в перикардальном отделе тела и состоит из сердца и аорты. Сердце содержит ряд камер. В каждой камере имеется по паре боковых отверстий — остий.

Кровь. Кровь насекомых, или гемолимфа, состоит из жидкой плазмы и клеточных элементов, или кровяных телец, гемоцитов. Плазма обычно бесцветна или окрашена в зеленоватый цвет. *Функции гемолимфы:* 1) транспортировка по телу питательных веществ и снабжение ими тканей; 2) поглощение из тканей вредных продуктов обмена и перенос их к органам выделения; 3) регулировка физиологических процессов (так как гемолимфа содержит гормоны, выделяемые железами внутренней секреции); 4) механическая: создает необходимое внутреннее давление, или тургор; 5) защитная: кровь выбрызгивается для самозащиты (кузнечики, саранча) или содержит сильно действующие биологически активные вещества, выделяемые при опасности.

1.2.10. Органы дыхания

Дыхательная система состоит из дыхалец (стигм), трахей и трахеол. Дыхание насекомых осуществляется через систему трахей, распространенных по всему телу, реже — через поверхность кожных покровов. Трахеи представлены полыми трубками, выстланными хитином в виде спиральных утолщений, препятствующих спаданию трахей при движении и изгибах тела. Трахеи разветвляются на мельчайшие капилляры — трахеолы — диаметром менее 1 мкм, доставляющие кислород воздуха непосредственно к тканям и клеткам тела.

Снаружи трахеи открываются парными дыхальцами, расположенными по бокам тела.

Дыхание. Поступление воздуха в трахейную систему происходит чаще всего активно, с помощью дыхательных движений. При этом те или иные дыхальца открываются или закрываются, выполняя вдох или выдох. Ритм дыхательных движений зависит от вида насекомого, его состояния и внешних условий. Так, медоносная пчела в покое совершает около 40 дыхательных движений в 1 мин, а в движении — до 120; у некоторых саранчовых увеличение их числа с 6 до 26 и более происходит при повышении температуры среды от 0 до 27 °С и выше.

Температура тела. Насекомые относятся к животным с непостоянной температурой тела. Она зависит от интенсивности процессов образования тепла и его отдачи. Источниками образования тепла у насекомых являются, с одной стороны, процессы обмена веществ в организме, сопровождающиеся выделением тепловой энергии, и лучистая энергия солнца или нагретый им воздух — с другой.

Температура тела насекомых, находящихся в покое и не подвергающихся облучению солнцем, примерно равна температуре окружающей среды. В связи с тем, что температурный оптимум для многих видов колеблется около 20–35 °С, насекомые могут в известных пределах регулировать температуру тела за счет изменения мышечной активности (движение, полет) или передвижения на более нагретые или прохладные участки, иногда за счет изменения позы. Весомое значение в регуляции температуры тела могут иметь испарение воды с поверхности кожных покровов и вентиляция трахей, особенно с помощью воздушных мешков.

1.2.11. Органы выделения

Выделение различных веществ организмом насекомого складывается из трех процессов: экскреции, секреции и инкреции, или внутренней секреции. В соответствии с этим различают экскреторные органы, экзокринные и эндокринные железы. Общее свойство — способность выделять наружу или внутрь разнообразные вещества и тем самым участвовать в обмене веществ в организме.

Экскреторные органы и экскреция. *Экскреция* — процесс выделения ненужных и вредных для организма веществ — экскретов, образующихся в процессе обмена веществ вне пищеварительной системы. К ним относятся растворимые продукты азотного обмена в виде мочевой кислоты и ее солей, щавелевая и фосфорная кислоты, катионы калия, натрия и пр. Экскреторная, или выделительная, система поддерживает относительное биохимическое постоянство внутренней среды и контролирует ионный состав крови. Вредные вещества, удаляемые из организма, называются экскретами, а сам процесс — экскрецией. Экскреторные органы делят на две группы: выводящие экскреты и накапливающие их в клетках. К первой группе относятся мальпигиевы сосуды и нижнегубные железы некоторых насекомых, ко второй — уратные клетки жирового тела.

Мальпигиевы сосуды — основной экскреторный орган. Они представляют собой слепые на свободном конце трубочки, впадающие в кишечник впереди или позади пилорического клапана, т. е. на границе между средним и задним отделами кишечника. Стенки мальпигиевых сосудов состоят изнутри из одного слоя эпителиальных клеток, снаружи одеты базальной перепонкой и иногда имеют собственную мускулатуру, обеспечивающую их подвижность. Количество трубочек колеблется от 2 (червецы) до 250 (пустынная саранча). К экскреторным органам, накапливающим экскреты, относятся уратные клетки жирового тела. Экскреты откладываются в виде кристаллов мочевой кислоты, свободно взвешенных в цитоплазме. Отложение мочевой кислоты в жировом теле может происходить наряду с обычной ее экскрецией через мальпигиевы сосуды.

Экзокринные железы и секреция. *Секреция* — процесс выделения различных веществ, или секретов, нужных организму. К экзокринным железам, осуществляющим этот процесс, относятся: 1) слюнные железы и железистый эпителий средней кишки, выделяющие пищеварительные ферменты, восковые, лаковые, шелкоотделительные железы, секрет которых служит для механической защиты тела; 2) железы, выделяющие биологически активные вещества, являющиеся средством

химического воздействия на других животных. Последние Я.Д. Киршенблат назвал телергонами. Железы, выделяющие телергоны, имеют протоки, выходящие на поверхность тела или в полости, связанные с внешней средой. Телергоны подразделяют на гетеротелергоны, воздействующие на другие виды животных, и телергоны, или феромоны, воздействующие на особей своего вида.

К *гетеротелергонам* относятся вещества химической защиты насекомого от врагов (яд жалящих перепончатокрылых — пчел, ос), а также сильнопахнущие и другие отпугивающие вещества — репелленты (секрет желез жука-бомбардира, взрывающийся на воздухе).

К *феромонам* относятся вещества, определяющие концентрацию насекомых при использовании источников пищи или при поиске мест для спаривания: феромоны скучивания, выявленные у прямокрылых, жуков-короедов; феромоны тревоги, или обороны, — у термитов, тлей, жалящих перепончатокрылых; феромоны, контролирующие развитие половых желез — у рабочих пчел; половые феромоны, или половые аттрактанты, привлекающие особей другого пола.

Эндокринные железы и инкреция. *Инкреция*, или внутренняя секреция, представляет собой процесс выделения секретов эндокринных желез, или гормонов, непосредственно в кровь. Они транспортируются кровью по всему телу и регулируют процессы обмена веществ и развития насекомых, а также связанные с ними явления — личиночный рост, линьку, торможение, развитие (диапауза), половое созревание, поведение, изменение окраски тела.

1.2.12. Органы размножения

Половая система выполняет функцию размножения и тем самым обеспечивает существование вида, т. е. это система органов видовой жизни. Как правило, насекомые раздельнополы.

Оплодотворение — важная сторона биологии размножения. У насекомых оплодотворение может быть различным. У высших насекомых сперматофора вводится в половые пути самки. Затем самка приступает к откладке яиц (может быть живорождение).

Контрольные вопросы и задания

1. Опишите нервную систему насекомых.
2. Что такое возбуждение и торможение?
3. Опишите органы чувств насекомых: механическое чувство, слух.
4. Что такое химическое чувство?
5. Опишите органы чувств насекомых: гидротермическое чувство, зрение.
6. Изложите особенности поведения насекомых, поясните роль безусловных и условных рефлексов.
7. Опишите мышечную систему насекомых и ее функции.
8. Опишите органы пищеварения и их функции.
9. Опишите органы кровообращения и их функции.

1.3. БИОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

1.3.1. Развитие насекомых

В течение своего индивидуального развития, или онтогенеза, насекомые проходят два периода: эмбриональный, т. е. развитие внутри яйца, и постэмбриональный, или развитие после выхода из яйца. В целом этот процесс у насекомых сопровождается прохождением трех или четырех фаз: яйца, личинки, куколки и взрослой особи, или имаго. После выхода из яйца, в постэмбриональный период, развитие насекомых протекает с превращением одних фаз в другие. Такой тип онтогенеза получил название «метаморфоз». Сущность метаморфоза состоит в том, что развивающаяся особь претерпевает в течение жизни существенную перестройку своей морфологической организации и биологических особенностей.

В соответствии с общим числом фаз развития различают два основных типа превращения: неполное и полное (рис. 1.20, 1.21).

Неполное превращение, или гемиметаморфоз (*hemimetamorphosis*), характеризуется прохождением трех фаз: яйца, личинки, имаго. Личинки внешне сходны со взрослой фазой, так как:

- 1) имеют сложные фасеточные глаза, как у взрослых особей;
- 2) те же ротовые органы;
- 3) ту же форму тела (личинки старших возрастов имеют зачатки крыльев, и их называют экзотерготы);

4) ведут сходный со взрослыми особями образ жизни и могут встречаться совместно.

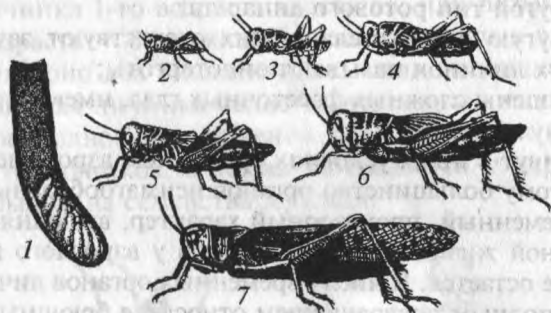


Рис. 1.20. Перелетная саранча (неполное превращение):

1 — кубышка яиц; 2–6 — личинки 1–5-го возрастов;

7 — взрослое насекомое

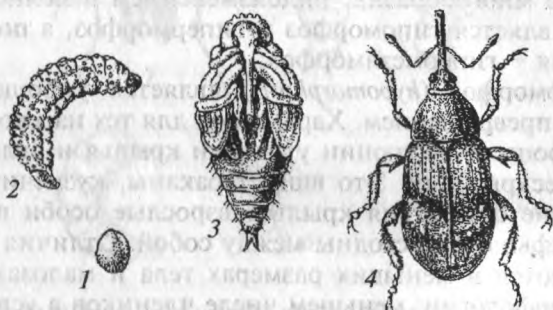


Рис. 1.21. Яблонный цветоед (полное превращение):

1 — яйцо; 2 — личинка; 3 — куколка;

4 — взрослое насекомое

Вследствие своего сходства личинок называют имагообразными, тело у них ясно разделено на грудь и брюшко.

Отличие имагообразной личинки от взрослой особи заключается в разном количестве члеников в лапках и усиках, а также в неразвитой половой системе.

Полное превращение, или **голометаморфоз** (*holometamorphosis*), характеризуется прохождением четырех фаз: яйца, личинки, куколки, имаго. Личинки не сходны со взрослой

особью, поэтому их называют неимагообразными, или вторичными. Личинки имеют следующие особенности:

- 1) другой тип ротового аппарата;
- 2) другую форму тела, у них отсутствуют зачатки крыльев; этих личинок называют эндотерготы;
- 3) лишены сложных фасеточных глаз, имеют простые глаза по типу линз;
- 4) живут в иных условиях среды, чем взрослые особи.

Поэтому большинство органов неимагообразных личинок имеет временный, провизорный характер, выполняя функции личиночной жизни. От этих органов у взрослого насекомого ничего не остается. К числу временных органов личинок насекомых с полным превращением относятся брюшные ноги, ротовой аппарат, шелкоотделительные, или паутинные, железы.

Неполное и полное превращения являются двумя основными типами метаморфоза насекомых, но не исчерпывают всего его многообразия. Видоизменением неполного превращения является гипоморфоз и гиперморфоз, а полного превращения — гиперметаморфоз.

Гипоморфоз (*hypomorphosis*) является упрощенным неполным превращением. Характерен для тех насекомых, которые в процессе эволюции утратили крылья и являются вторично бескрылыми. Это вши, тараканы, кузнечики, клопы. Вследствие отсутствия крыльев взрослые особи и личинки, т. е. нимфы, очень сходны между собой. Отличия у личинок проявляются в меньших размерах тела и малозаметных деталях морфологии: меньшем числе члеников в усиках и лапках, окраске тела, строении и сегментации церков и др. Образ жизни взрослых особей и гипоморфных личинок сходны.

Гиперморфоз (*hypermorphosis*) является усложненным неполным превращением. Особенность состоит в том, что в конце фазы личинки появляется покоящаяся личиночная фаза, которую называют нимфой, или ложнокуколкой. Это неподвижная личинка старшего возраста, имеющая зачатки крыльев и похожая на взрослое насекомое.

Гиперморфоз характерен для алейродид, трипсов и самцов кокцид.

Гиперметаморфоз (*hypermetamorphosis*) — это усложненное (избыточное) полное превращение (рис. 1.22). Его характерная

особенность — присутствие нескольких форм личинок, а иногда и куколок, в цикле развития. У паразитов перепончатокрылых личинка 1-го возраста хвостатая, или пузыреносная, а с 2-го возраста — безножка. Для жесткокрылых хищников также характерно два типа личинок: камподеовидная и безножка, истинная личинка является переходной между ними. Избыточное полное превращение характерно для жуков из семейства нарывников, а также наблюдается у паразитических двукрылых из семейства жужжал.

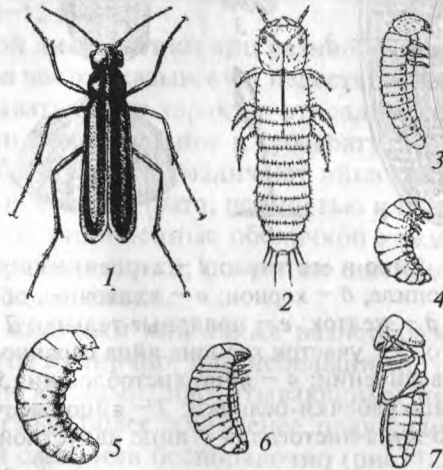


Рис. 1.22. Гиперметаморфоз жука-нарывника (*Epicauta*):
1 — взрослое насекомое; 2 — камподеовидная личинка
(1-го возраста); 3–5 — последующие червеобразные
личинки; 6 — предкуколка; 7 — куколка

1.3.2. Назначение и характеристика фаз развития насекомых

В целом яйцо насекомого представляет собой крупную клетку и, помимо ядра, содержит желток, необходимый для питания и развития зародышка. Яйцо снаружи покрыто хорионом — оболочкой, возникшей за счет выделений фолликулярного эпителия (рис. 1.23).

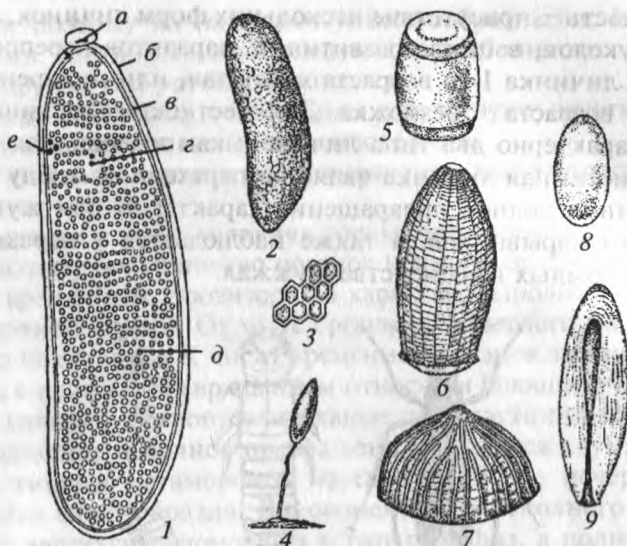


Рис. 1.23. Яйцо и его типы: 1 — строение яйца мухи (а — микропиле; б — хорион; в — желточная оболочка; г — ядро; д — желток; е — полярные тельца); 2 — яйцо саранчового; 3 — участок хориона яйца саранчового при сильном увеличении; 4 — яйцо листоблошки; 5 — яйцо клопа; 6 — яйцо бабочки-белянки; 7 — яйцо бабочки-совки; 8 — яйцо жука-листоеда; 9 — яйцо капустной мухи

Эмбриональное развитие начинается с дробления ядра и передвижения образовавшихся дочерних ядер с небольшими участками протоплазмы к периферии яйца. Здесь из массы дочерних ядер образуется сплошной слой клеток — бластодерма. В дальнейшем она дифференцируется на зародышевую и внезародышевую зоны. Клетки зародышевой зоны начинают более интенсивно делиться и образуют с брюшной стороны зародышевую полосу.

Развитие зародыша сопровождается бластокинезом, образованием зародышевых оболочек и сегментацией. Бластокинез представляет собой перемещение зародыша к новым, еще не усвоенным участкам желтка в яйце. Протекает он практически одновременно с образованием зародышевых оболочек.

На поверхности хориона обнаруживается микропиле — отверстие, служащее для прохождения сперматозоидов при оплодотворении.

Форма яиц может быть овальной или удлинненно-овальной, цилиндрической, шаровидной, полушаровидной, бочонковидной, грушевидной, бутылковидной и т. д. У некоторых групп насекомых на одном из полюсов имеется удлинненный стебелек, с помощью которого яйцо прикрепляется к субстрату.

Длина яиц колеблется в очень широких пределах — от 0,01–0,02 до 8–12 мм.

Для точной диагностики яиц разнообразных перечисленных признаков часто оказывается недостаточно, поэтому приходится учитывать также характер откладки: способ и форму, положение яиц по отношению к субстрату.

По способу откладки различают яйца открыто отложенные на поверхность субстрата; полностью или частично скрытые в субстрате; защищенные оболочкой кожистой капсулы, волосками с брюшка самки; покрытые шитком из выделений придаточных желез самки.

Характер откладки яиц также разнообразен. Самки откладывают яйца одиночно, или небольшими группами (3–5), или крупными кучками, насчитывающими несколько сотен яиц, размещаемых более или менее правильными рядами в один, два, три слоя, или беспорядочно (рис. 1.24).

В большинстве случаев развитие насекомого в фазе яйца продолжается недолго — от нескольких дней до 2–3 недель. В том случае, если зимовка проходит в фазе яйца, эмбриональный период растягивается на 6–9 месяцев.

Вполне сформировавшийся зародыш заполняет все яйцо, часто характеризуется потемнением глаз, ротовых частей и готов к вылуплению. Это уже личинка, которая начинает двигаться, заглатывает амниотическую жидкость и тем самым увеличивает размеры своего тела. Личинка выходит наружу — вылупляется. При этом она прогрызает оболочку яйца — хорион, разрезает или пробурывает ее специальным органом — пиловидным образованием на голове, шипом и др.



Рис. 1.24. Кладки яиц различных насекомых: 1 — гессенской мухи; 2 — желтого крыжовникового пилильщика; 3 — свекловичной мухи; 4 — вишневого общественного пилильщика; 5 — златоглазки (слева отрождающаяся личинка); 6 — картофельной коровки; 7 — колорадского жука; 8 — перелетной саранчи (кубышка в разрезе); 9 — щитоноски

Фаза личинки начинается после выхода из яйца. Основная функция данной фазы — это рост и питание личинки. Сразу после вылупления личинка обычно бесцветная или беловатая и имеет мягкие кожные покровы. У открыто живущих личинок окрашивание и затверждение покровов происходит быстро, и они приобретают свой естественный вид. Личинка вступает в пору усиленного питания, роста и развития, сопровождаемых периодическими линьками — сбрасыванием кожной кутикулы; благодаря линькам происходят увеличение тела и наружные его изменения.

Число линек в течение развития личинки неодинаково. У разных насекомых оно изменяется от 3 (двукрылые) или 4—5 (прямо- и чешуекрылые) до 25—30 (поденки). После каждой линьки личинка вступает в следующую стадию или воз-

раст. У насекомых с неполным превращением личинки разных возрастов различаются по ряду признаков: степени развития крыловых зачатков, числу члеников в усиках и лапках.

У личинок насекомых с полным превращением переход из одного возраста в другой проявляется в увеличении размеров тела.

Неимагообразные личинки по Н.Н. Богданову-Катькову делят на 5 типов, по Г.Я. Бей-Биенко — на 3 типа (рис. 1.25):

а) червеобразные:

1) безголовка (голова и ноги не выражены) — личинки большинства мух (отряд двукрылых);

2) безножка (голова обособлена, ноги не выражены) — личинки долгоносиков (отряд жесткокрылых), стеблевых пилильщиков, пчел, муравьев (отряд перепончатокрылых);

3) истинная личинка (с головой и истинными, т. е. грудными, ногами) — большинство жуков (отряд жесткокрылых). Истинными ноги называются потому, что они членистые, состоят из тех же частей, что и у взрослого насекомого. Как и у имаго, их всегда три пары;

б) гусеницеобразные (имеют ложные ноги, которые представляют собой нечленистые парные выросты кожи (не сохраняются у имаго) и располагаются на брюшной части тела личинки (они называются еще брюшными ногами));

4) гусеница (с обособленной головой, грудными ногами и двумя—пятью парами брюшных ног) — личинки бабочек (отряд чешуекрылых);

5) ложногусеница (с выраженной головой, грудными ногами и шестью—восемью парами брюшных ног) — личинки настоящих пилильщиков из отряда перепончатокрылых;

в) камподеовидные (голова хорошо развита с направленными вперед ротовыми частями, верхние челюсти мощные и заострены к вершине, грудные ноги длинные и в два раза превышают ширину груди, тергиты плотные, особенно грудные, последний сегмент брюшка часто с парными придатками, усики хорошо развиты). Это личинки-хищницы (жукелиц, кокцинеллид — жесткокрылых, златоглазок — сетчатокрылых).

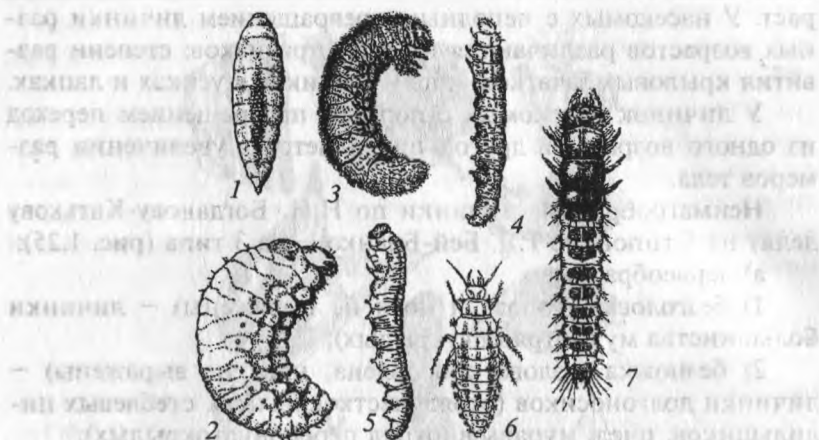


Рис. 1.25. Типы личинок насекомых с полным превращением:
 червеобразные: 1 — безголовка; 2 — безножка; 3 — истинная личинка; гусеницеобразные: 4 — гусеница; 5 — ложногусеница; 6, 7 — камподеовидные

Закончив рост, личинка последнего возраста прекращает питание, становится неподвижной, последний раз линяет и превращается в куколку.

Фаза куколки свойственна только насекомым с полным превращением. Куколка пребывает в неподвижном состоянии, не способна питаться и живет за счет запасов, накопленных личинкой. В фазе куколки происходят интенсивные процессы внутренней перестройки с личиночной организации на имагинальную. Внешне куколка не похожа на имаго, однако имеет ряд признаков взрослой фазы — наружные зачатки крыльев, ноги, усики, фасеточные глаза. Перед окукливанием личинка окружает себя коконом. Внутри кокона куколка оказывается защищенной от внешних условий. Кокон характерен для гусениц бабочек, личинок пилильщиков, наездников и др.

Куколки разных насекомых существенно отличаются друг от друга особенностями строения. Различают три основных типа куколок (рис. 1.26):

1) свободные, или открытые, — имеют свободно отделяемые от тела придатки будущего взрослого насекомого — уси-

ки, ноги, крылья, неярко окрашены, без рисунка, с мягкими покровами. Такие куколки у большинства представителей отрядов жесткокрылых (жуков), перепончатокрылых (пчел, ос, пилильщиков, наездников), а также у некоторых мух;

2) покрытые — имеют заметные имагинальные придатки — усики, ноги; крылья, которые вместе с телом покрыты твердой оболочкой из выделений личиночных желез и не могут быть отделены от тела. Свойственны чешуекрылым (бабочкам) и некоторым жукам, например кокцинеллидам;

3) бочонкообразные, или скрытые, — имеют несброшенную личиночную шкурку, в которой находится свободная куколка личинки безголовки. Называют этот тип куколки ложнококоном, или пупарием. Она имеет твердые покровы с поперечной сегментацией, окраску от светло-желтой до темно-коричневой. Тип характерен для высших двукрылых (мух).

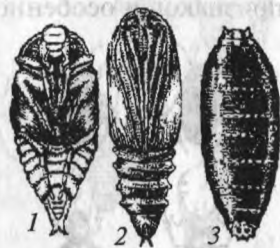


Рис. 1.26. Типы куколок: 1 — открытая; 2 — покрытая; 3 — скрытая

В фазе куколки у неимагообразных личинок происходит перестройка всей морфофизиологической и биологической организации насекомого. Она охватывает два взаимных процесса — гистолиза и гистогенеза.

Сущность гистолиза состоит в распаде внутренних личиночных органов. Данный процесс сопровождается проникновением и внедрением в ткани красных кровяных телец — гемоцитов. Источником для их образования служат продукты гистолиза, растворенные в гемолимфе.

Гистолиз сменяется процессом создания новых тканей и органов имагинальной жизни — гистогенезом.

В результате этих двух взаимосвязанных процессов возникает фаза имаго. При неполном превращении у личинок внутренние изменения происходят постепенно и при переходе во взрослую

фазу не сопровождаются перестройкой организма, т. е. многие органы личинки (глаза, усики, ноги) сохраняются у имаго.

Фаза имаго начинается после сбрасывания шкурки куколки. Насекомое расправляет крылья, его наружные покровы уплотняются и окрашиваются. В этой фазе насекомые не могут расти. Основная функция взрослого насекомого — размножение и расселение. Это функция видовой жизни и направлена на поддержание существующего вида.

Фаза имаго характеризуется следующими особенностями:

- 1) половой диморфизм;
- 2) полиморфизм;
- 3) дополнительное питание;
- 4) плодовитость.

Половой диморфизм — это отличия между самками и самцами, проявляющиеся по ряду внешних вторично половых признаков и особенностям поведения (рис. 1.27).



Рис. 1.27. Половой диморфизм: 1 — жук-плавунец; 2 — жук-олень; 3 — жук-носорог (слева — самец, справа — самка)

Половой диморфизм проявляется по ряду признаков:

- самки крупнее самцов;
- самцы отличаются более сильным развитием усиков (подсемейство хрушей из семейства пластинчатоусых жуков, бабочки из семейства шелкопрядов, семейство волнянок);
- самцы отличаются окраской тела и крыльев, а также большей подвижностью;

— самки могут быть лишены крыльев и ног (семейство щитовки);

— у самцов на голове может находиться характерный ро-гообразный вырост;

— различие в образе жизни и поведении (например, самцы способны стрекотать (отряд прямокрылых)).

Полиморфизм — это существование имаго в трех и более формах. Эти формы приспособлены к выполнению своих особых функций в популяции данного вида (рис. 1.28).

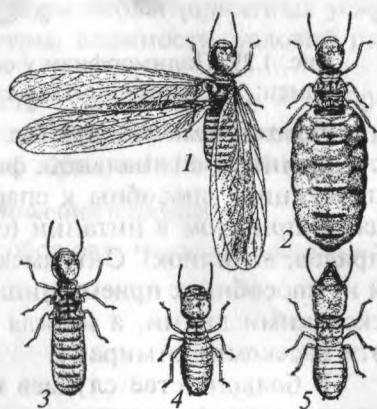


Рис. 1.28. Половой полиморфизм у туркестанского термита: 1 — крылатая особь; 2 — половозрелая особь; 3 — сбросивший крылья самец; 4 — рабочий; 5 — солдат

Полиморфизм свойственен общественно живущим насекомым — муравьям, пчелам, осам. Для них характерна дифференциация особей в семье на несколько форм: самцов, самок, рабочих, солдат. Рабочие особи — это неполовозрелые самки. Солдаты — рабочие особи с сильно развитыми ротовыми органами, играющие важную роль при защите гнезда от врагов. Данный половой полиморфизм возникает в результате выделяемых маткой особых телергонов, которые влияют на рабочих особей, что замедляет у них развитие половых желез и влияет на их поведение.

Под воздействием внешней среды может возникать экологический полиморфизм. Часто у насекомых наблюдается разная степень развития крыльев. Виды насекомых характеризуются не только отличиями в степени развития крыльев у самца и самки, но и тем, что представители одного или

обоих полов могут иметь несколько форм — длиннокрылую, короткокрылую и бескрылую (отряд прямокрылых, бахромчатокрылых, полужесткокрылых) (рис. 1.29).



Рис. 1.29. Полиморфизм у соснового подкорного клопа: 1 — самец; 2 — длиннокрылая самка; 3 — короткокрылая самка

Дополнительное питание. Некоторые виды в момент наступления имагинальной фазы имеют созревшую половую продукцию, способны к спариванию и яйцекладке, не нуждаясь при этом в питании (семейства коконопрядов, шелкопрядов, волнянок). Они имеют недоразвитые ротовые органы и не способны к приему пищи. Их жизнь ограничивается несколькими днями, а иногда и часами. После откладки яиц эти насекомые отмирают.

В большинстве случаев насекомые сразу после перехода во взрослую фазу имеют недоразвитые половые железы, т. е. являются неполовозрелыми, и для нормального размножения нуждаются в дополнительном питании. Питание взрослых насекомых, необходимое для созревания половой продукции, называется дополнительным. Период дополнительного питания может быть различной продолжительности — в зависимости от вида насекомого, условий жизни взрослой фазы, а иногда и личинки. Поэтому половозрелое состояние может наступить через 5–10 дней, а может — через месяц и более.

Дополнительное питание характерно для зимующих во взрослом состоянии особей, так как при зимовке идет расход резервов жирового тела. Весной они особенно нуждаются в дополнительном питании, что проявляется в большой вредности растительоядных видов. Дополнительное питание взрослой особи не является основным, так как при развитии личинки функция питания принадлежит ей.

Плодовитость. Плодовитость насекомых — величина постоянная. Она определяется двумя факторами:

- наследственные свойства вида (строение и величина яичников), т. е. его потенциал размножения. Эту плодовитость называют потенциальной;
- факторы внешней среды. Эту плодовитость называют фактической.

В оптимальных условиях фактическая плодовитость приближается к потенциальной. Снижение потенциальной плодовитости происходит под влиянием неблагоприятных условий внешней среды — температуры, влажности, условий питания.

Потенциальная плодовитость озимой совки — 1200–1800 яиц; лугового мотылька — до 800 яиц; хлебных пилильщиков — до 50 яиц; колорадского жука — 2400–3600 яиц.

1.3.3. Способы размножения насекомых

Существует 5 основных способов размножения насекомых:

- гамогенетический;
- живорождение;
- партеногенез;
- педогенез;
- полиэмбриония.

Большинство насекомых являются яйцекладущими. Размножение у этих видов сопровождается спариванием и оплодотворением, т. е. связано с участием обоих полов. Такой способ размножения называется **гамогенетическим**.

Размножение **живорождением** заключается в том, что эмбриональное развитие завершается в теле матери, поэтому появляется личинка или даже предкуполка. Такое размножение характерно для девственных самок тлей.

Партеногенез, или девственное размножение, характеризуется отсутствием оплодотворения и наблюдается как у яйцекладущих, так и у живородящих насекомых, а также при педогенезе.

Партеногенез разнообразен. Из неоплодотворенных яиц могут появиться:

- только самки (телитокия);

- только самцы (арренотокия);
- оба пола — самцы и самки (амфитокия).

Партеногенез может быть факультативным, постоянным и циклическим.

Факультативный партеногенез возникает при некоторых внешних воздействиях или при определенном физиологическом состоянии яйцекладущей самки. Постоянный партеногенез проявляется при постоянных оптимальных условиях внешней среды, где нет необходимости перехода к гамогенезу, часто наблюдается в условиях закрытого грунта.

Циклический партеногенез наблюдается у тлей. Он состоит в правильном чередовании обоеполых и девственных поколений. При этом потомство неоплодотворенной самки длительное время может состоять только из самок, вегетационный период всегда заканчивается арренотокией или амфитокией. Благодаря этому наступает обоеполое (гамогенетическое) размножение.

Партеногенез имеет приспособительное значение. Благодаря ему увеличивается потенциал размножения, так как вместо двух особей разных полов репродукцией занят один пол. Партеногенез увеличивает шансы на расселение вида. Он позволяет многим видам преодолеть воздействие неблагоприятных условий внешней среды.

Педогенез, или детское размножение, — это размножение в фазе личинки. Обнаружен у некоторых видов жесткокрылых и полужесткокрылых. В теле личинки партеногенетически развиваются яйца, из которых появляются личинки, поедающие тело материнской личинки при выходе из нее. Несколько поколений личинок развивается педогенетически, а затем развитие сменяется гамогенезом, т. е. появлением взрослой фазы. Можно сказать, что педогенез — это одна из форм партеногенеза.

Полиэмбриония, или многозародышевое размножение, происходит в фазе яйца и характерно для перепончатокрылых, по пищевой специализации являющихся паразитами. При этом размножении в эмбрион яйца хозяина откладывается яйцо паразита. Путем сложных преобразований яйцо хозяина разрастается в длинную цепочку из яиц паразита,

из которых появляются личинки, а затем взрослые особи. Полиэмбрионические яйца мелкие и бедны питательными веществами, но за счет питательных веществ яйца хозяина получают возможность увеличения своей массы, а затем развития личинки и имаго.

1.3.4. Жизненный и годичный циклы насекомых

Цикл развития насекомого от фазы яйца (а при живорождении — личинки) до взрослой фазы, достигшей половозрелости, называется *поколением*, или генерацией. Вследствие неодинаковой длительности развития одного поколения различные насекомые дают разное количество поколений в год. В этой связи различают следующие виды:

- 1) поливольтинные;
- 2) моновольтинные;
- 3) виды с многолетней генерацией.

Поливольтинные виды (*поли* — много, *вольта* — круг) успевают в течение календарного года дать несколько поколений. К ним относятся шведская муха — 2–3 поколения; злаковые тли — 7–10 поколений, капустная белянка — 2–3 поколения, свекловичная муха — 2–3 поколения.

Моновольтинные виды (*моно* — один) в течение календарного года успевают развиться только в одном поколении. К ним относятся картофельный колорадский жук, клеверный долгоносик семян, пьявицы.

Виды с многолетней генерацией — это виды, не успевающие за один календарный год развиться. Для этого необходимо несколько лет. К ним относятся шелкоуны — 1 поколение за 3–6 лет, медведка обыкновенная — 1 поколение за 2 года, июньский хрущ — 1 поколение за 2 года.

Таким образом, жизненный цикл только у моновольтинных видов совпадает с годичным циклом.

Если после откладки яиц самки быстро отмирают, а сам период кладки яиц был непродолжительным, то даже при нескольких поколениях каждое из них четко отграничено от предыдущего и последующих генераций. При длительной жизни самки также растягивается и период яйцекладки, в этом случае поколения накладываются друг на друга и их

разграничение практически невозможно. Существенным в жизненном цикле насекомых также является сезонное прохождение той или иной фазы развития.

Важно различать период зимовки и период активной жизни.

В одних случаях зимовка насекомых проходит в фазе яйца (злаковые тли, кольчатый шелкопряд), в других — в фазе личинки (луговой мотылек, боярышница), в третьих — в фазе куколки (капустная белянка, совка-гамма), в четвертых — во взрослой фазе (картофельный колорадский жук, пиявицы).

Естественно, что период активной жизни вида может приходиться на весну, лето и осень года. На активную жизнь влияние оказывают и внешние климатические условия. Поэтому сезонное развитие может быть неодинаковым даже у видов с одним и тем же количеством поколений в год.

Многолетние наблюдения за годичным циклом видов позволяют установить крайние календарные даты появления и развития отдельных фаз насекомого и связать их с наступлением ряда фенофаз развития кормового растения — всходы, цветение, плодоношение. Такие ежегодные фенологические наблюдения позволяют установить повторяющиеся явления в жизни насекомого в зависимости от условий среды, т. е. выявить фенологию данного вида. Для наглядного изображения годичного жизненного цикла вида насекомого применяют графические схемы с условными обозначениями отдельных фаз развития. Эти схемы называют фенологическими календарями. Их можно применять для прогноза сроков появления и развития вредных и полезных видов насекомых.

1.3.5. Диапауза как регулятор жизненного цикла

В годичном цикле насекомого встречаются длительные неблагоприятные периоды, когда активная жизнедеятельность организма невозможна. В это время организм вынужден резко замедлять процессы роста и развития, что позволяет экономнее расходовать накопленные питательные вещества. Состояние глубокого физиологического покоя называется диапаузой.

Диапауза обеспечивает следующие функции:

- 1) переживание неблагоприятных периодов сезона;

2) постоянство годичного цикла растительного и животного мира с фенологией пищевых растений и климатическими условиями данной местности.

Насекомые, находящиеся в состоянии диапаузы, обладают рядом особенностей. Активные фазы развития (личинка, имаго) при переходе в диапаузу обычно прекращают питание и становятся малоподвижными, в яйце приостанавливается развитие зародыша. У некоторых насекомых появляется отрицательный фототаксис, что облегчает подыскивание укрытий. Также у насекомых замедляется обмен веществ в организме, что обеспечивает более экономное расходование его энергетических ресурсов в течение длительного времени.

Многообразие форм диапаузы у насекомых классифицируется по трем принципам, в зависимости от:

- 1) сезона, когда наблюдается диапауза;
- 2) фазы развития организма, в которой возникает диапауза;
- 3) обязательного или факультативного появления диапаузы в жизненном цикле данного поколения.

В зависимости от сезона диапауза может возникать как в зимний, так и в летний период. Например, у зимней пяденицы в годичном цикле встречается летняя (в фазе яйца) диапауза. В отдельных случаях зимняя диапауза имеет затяжной характер и длится более года (например, многолетняя диапауза у картофельного колорадского жука).

Фазы развития, в которых возникает диапауза, у насекомых различны, но определены для данного вида. В фазе яйца эмбриональная диапауза характерна для тли, яблонной медяницы. Личиночная диапауза характерна для гусениц боярышницы, златогузки, лугового мотылька, а кукольная диапауза — для капустной совки, капустной белянки, капустной мухи. Во взрослой фазе встречается имагинальная диапауза, которая характерна для многих видов жесткокрылых (семейство долгоносиков, семейство листоедов).

Различают также обязательную и факультативную диапаузы.

Обязательная, или облигатная, диапауза характерна для моновольтинных видов, так как насекомое может развиваться

только в одном поколении в течение года. Наступление диапаузы не связано с внешними климатическими условиями, а зависит от наследственно закрепленного ритма. Выход, или реактивация, из состояния диапаузы у этих насекомых связан с климатическими условиями. Наследственно закрепленное моновольтинное развитие является надежной формой синхронного развития жизненного цикла насекомого с сезонной сменой внешних климатических условий и с прохождением фенофаз растением.

Факультативная, или необязательная, диапауза характерна для поливольтинных видов. Возникновение и прекращение факультативной диапаузы контролируется внешними климатическими факторами. Такой тип сезонного развития насекомых пластичнее моновольтинного и позволяет полнее использовать потенциальные возможности размножения. Эти виды насекомых в течение ряда поколений развиваются без диапаузы. При приближении неблагоприятных условий, под влиянием внешнего сигнала развитие особей несколько изменяется, и насекомые начинают физиологическую подготовку к переживанию неблагоприятного периода.

Сигналами о приближении неблагоприятных (осенне-зимних) условий служат изменение продолжительности дня, понижение температуры среды, изменение влажности среды и качества пищи.

Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключается развитие насекомых?
2. Опишите стадии яйца и их назначение, типы яиц, способы откладки яиц.
3. Опишите стадию личинки, ее назначение, типы неимагообразных личинок насекомых.
4. Опишите стадию куколки, ее назначение, типы куколок.
5. Перечислите способы размножения насекомых.
6. Дайте понятие жизненного и годичного цикла насекомых.
7. Опишите стадию имаго, ее функции. В чем особенности стадии?
8. Что такое половой диморфизм?
9. Дайте понятие диапаузы у насекомых. Перечислите типы диапаузы.

1.4. СИСТЕМАТИКА НАСЕКОМЫХ

Основная задача систематики насекомых заключается в том, чтобы разделить огромное разнообразие особей, существующих в природе, на легко распознаваемые группы, выявить диагностические признаки для этих групп и установить постоянные различия между сходными группами. Задача классификации — создание и правильное расположение различных таксонов в единой системе животного мира.

Понятие о виде. Основной таксономической единицей в систематике является вид, который, по определению Г.Я. Бей-Биенко (1980), представляет собой обособленную целостную систему сходных особей, владеющих определенным географическим ареалом и дающих при скрещивании плодовитое потомство, удерживающее сходство с родителями.

Внутривидовые формы. К числу основных внутривидовых форм относят экотип и популяцию.

Экотип — экологическая раса, возникающая при расселении вида в новые места обитания, заметно отличающиеся условиями внешней среды. Экотипы, как правило, морфологически не обособлены и отличаются лишь экологическими и физиологическими реакциями, т. е. имеют различные пороговые точки фотопериодической реакции, обладают различной холодостойкостью, изменяют пищевую специализацию и т. д.

Популяция — это совокупность особей одного вида, длительно занимающих определенный участок территории и воспроизводящих себя в течение большего числа поколений. Популяция — основная единица существования вида.

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ — *INSECTA*

Подкласс высшие, или крылатые, — *Pterygota*

Крылатые, с недоразвитыми крыльями, реже бескрылые насекомые, утратившие крылья в процессе последующей эволюции в связи с малоподвижным или паразитическим образом жизни. На прегенитальных сегментах придатков нет.

Отдел 1. Насекомые с неполным превращением — *Hemimetabola*

Имеют лишь три фазы развития — яйцо, личинку и имаго. Видоизменением является упрощенное (гипоморфоз) или

усложненное (гиперморфоз) неполное превращение. Личинки имагообразные. У личинок старших возрастов хорошо видны наружные зачатки крыльев, и этих личинок называют экзоптериготы (*Exopterygota*). Также этих личинок называют нимфами.

Среди насекомых с неполным превращением изучают представителей четырех основных отрядов: прямокрылые, полужесткокрылые, равнокрылые, бахромчатокрылые.

Отряд прямокрылых — Orthoptera

1. Крупные (до 80 мм) или средней величины насекомые с удлинённым, сжатым с боков или несколько приплюснутым телом.

2. Голова гипогнатическая, с отвесным или скошенным лбом.

3. Зрение хорошо развито. Пара сложных фасеточных глаз, имеются один—три глазка.

4. Усики многочлениковые, различной длины и типа (нитевидные, щетинковидные, четковидные, булабовидные, мечевидные).

5. Ротовой аппарат грызущего типа.

6. Крыльев две пары, разнородные. Передние крылья узкие, кожистые; задние — широкие, сетчатые или перепончатые. Задние крылья веером складываются под передние. Нередко крылья укорочены или полностью отсутствуют.

7. Задние ноги прыгательные, остальные ходильные, иногда передние ноги копытельные. Лапки ног состоят из различного количества члеников (1—4). Последний членик несет два коготка, и иногда между ними есть присоска.

8. На конце брюшка прикреплены церки, а у самок, кроме того, и яйцеклад различной длины и формы. Иногда яйцеклад отсутствует.

9. Виды моновольтинны. Зимовка проходит в фазе яйца. Некоторые виды прямокрылых проявляют экологическую форму полиморфизма — фазовую изменчивость.

10. Большинство видов — фитофаги.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств настоящие кузнечики, медведки и настоящие саранчовые.

Представители семейства **настоящие кузнечики** — *Tettigoniidae*:

- зеленый кузнечик (*Tettigonia viridisima*) (вклейка, фото 1, а);
- серый кузнечик (*Decticus verrucivorus*) (вклейка, фото 1, б);
- белолобый кузнечик (*Decticus albifrons*) (вклейка, фото 1, в).

Представители семейства **медведки** — *Gryllotalpidae*:

- медведка обыкновенная (*Gryllotalpa gryllotalpa*) (вклейка, фото 1, г).

Представители семейства **настоящие саранчовые** — *Acrididae*:

- перелетная саранча (*Locusta migratoria*) (вклейка, фото 1, д);
- марокканская саранча (*Dociostaurus maroccanus*) (вклейка, фото 1, е);
- сибирская кобылка (*Gomphocerus sibiricus*) (вклейка, фото 2, а);
- итальянская саранча (*Calliptamus italicus*) (вклейка, фото 2, б);
- пустынная саранча (*Schistocerca gregarii*) (вклейка, фото 2, в).

Отряд полужесткокрылых, или клопов, — Hemiptera

1. Средней величины, с уплощенным, реже цилиндрическим телом.

2. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Хоботок трех-, четырехчлениковый, приращен к передней части головы, лоб не скошен назад.

3. Усики нитевидные.

4. Переднегрудь развита и прикрыта сверху крупной переднеспинкой. При сложенных крыльях среднегрудь видна сверху в виде щитка. Щиток похож на небольшой треугольник, иногда закрывает всю спинную часть брюшка. На заднегрудь между тазиками задних ног расположены отверстия пахучих желез.

5. Крыльев две пары, передние разнородные: у основания жесткие или кожистые, на вершине перепончатые. Задние крылья перепончатые. Крылья складываются плоско на теле.

6. Ноги бегательные, ходильные. Лапки ног трехчлениковые.

7. Встречаются фитофаги, хищники и виды со смешанным питанием.

8. Зимовка проходит в фазе яйца, реже — взрослых клопов или личинок. Являются моновольтинными видами.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств слепняки, щитники, щитники-черепашки.

Представители семейства **слепняки** — *Miridae*:

- люцерновый клоп (*Adelphocoris lineolatus*) (вклейка, фото 3, а);
- бурый свекловичный клоп (*Polymerus cognatus*) (вклейка, фото 3, б).

Представители семейства **щитники** — *Pentatomidae*:

- рапсовый клоп (*Eurydema oleracea*) (вклейка, фото 3, в);
- элия остроголовая (*Aelia acuminata*) (вклейка, фото 3, г);
- периллус (*Perillus bioculatus*) (вклейка, фото 3, д).

Представители семейства **щитники-черепашки** — *Scutelleridae*:

- вредная черепашка (*Eurygaster integriceps*) (вклейка, фото 4, а);
- маврский клоп (*Eurygaster maura*) (вклейка, фото 4, б);
- австрийский клоп (*Eurygaster austriacus*) (вклейка, фото 4, в).

Отряд равнокрылых — Homoptera

1. Разнообразные по форме и величине тела насекомые.

2. Ротовой аппарат колюще-сосущий, в виде трех-четырёхчленикового хоботка и четырех колющих щетинок. Хоботок в покое подогнут под тело и направлен назад. Лоб сильно скошен назад. Глазков два или три, иногда они не развиты.

3. Сложные фасеточные глаза развиты в различной степени. Иногда редуцированы до трех фасеточных бугорков (некоторые тли) или отсутствуют (часть видов кокцид).

4. Усики щетинковидные или нитевидные, трех-десятичлениковые, часто короче тела.

5. Крыльев две пары, однородные, перепончатые или разнородные, передние кожистые, а задние перепончатые, складываются крышеобразно, иногда меньше передних. У самцов кокцид развита только передняя пара крыльев. У тли и самок кокцид крылья отсутствуют полностью.

6. Виды имеют фильтрационные камеры, поэтому экскременты содержат сахара и в виде пади загрязняют листья растений.

7. Тело частично покрыто восковыми выделениями в виде порошка, нитей, пластинок, а у кокцид — щитка.

8. У алейродид и самцов кокцид усложненное неполное превращение — гиперморфоз, у бескрылых форм — упрощенное, или гипоморфоз.

9. Основной способ размножения — гамогенез, у некоторых видов — партеногенез по типу телитокии.

Все виды являются фитофагами.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств цикадки, медяницы, белокрылки, настоящие тли, щитовки.

Представители семейства **цикадки** — *Cicadellidae*:

- шеститочечная цикадка (*Macrostelus laevis*) (вклейка, фото 5, а);
- полосатая цикадка (*Psammotettix striatus*) (вклейка, фото 5, б).

Представители семейства **медяницы**, или **листоблшки**, — *Psyllinea*:

- яблонная медяница (*Psylla mali*) (вклейка, фото 5, в).

Представители семейства **белокрылки**, или **алеяродиды**, — *Aleyrodidae*:

- тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum*) (вклейка, фото 5, г).

Представители семейства **настоящие тли** — *Aphididae*:

- бобовая, или свекловичная, тля (*Aphis fabae*) (вклейка, фото 5, д);
- люцерновая тля (*Aphis craccivora*) (вклейка, фото 5, е);
- зеленая яблонная тля (*Aphis pomi*) (вклейка, фото 5, ж).

Представители семейства **щитовки** — *Diaspididae*:

- яблонная запятовидная щитовка (*Lepidosaphes ulmi*) (вклейка, фото 6, а);
- калифорнийская щитовка (*Diaspidiotus perniciosus*) (вклейка, фото 6, б).

Отряд трупсов, или бахромчатокрылых, или пузыреногих, — *Thysanoptera*

1. Мелкие насекомые с удлинненным телом.

2. Голова с сильно скошенным назад лбом, переходящим в ротовой конус.

3. Ротовой аппарат колюще-сосущий, состоит из ротового конуса, образованного асимметрично развитой верхней и нижней губами и верхней челюстью.

4. Усики нитевидные, шести-девятичлениковые.

5. Ноги с одно-двухчлениковыми лапками, заканчивающимися пузыревидными присосками, которые срослись с двумя склеротизованными пластинками, гомологичными коготками.

6. Крылья 2 пары, однородные, перепончатые, узкие с двумя-тремя продольными жилками с бахромой из длинных тонких волосков. Волоски неподвижные у подотряда трубкохвостые или складываются вдоль края крыла у подотряда яйцекладные, когда насекомое не летает.

7. Брюшко у самок заканчивается трубкой или яйцекладом. Первый сегмент брюшка редуцирован.

8. Превращение неполное, усложненное (гиперморфоз).

9. Личинки двух последних возрастов (нимфы) имеют зачатки крыльев, не питаются, малоподвижны.

10. Разлит полиморфизм: разное развитие крыльев, самцы мельче самок и темнее окрашены. Иногда самцы отсутствуют.

11. Большинство видов фитофаги. Некоторые виды являются хищниками.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств настоящие трипсы, флеотрипсы.

Представители семейства **настоящие трипсы** — *Thripidae*:

- гороховый трипс (*Kakothrips robustus*) (вклейка, фото 7, а);
- табачный трипс (*Thrips tabaci*) (вклейка, фото 7, б);
- льняной трипс (*Thrips linarius*) (вклейка, фото 7, в).

Представители семейства **флеотрипсы** — *Phloeotripidae*:

- пшеничный трипс (*Haplothrips tritici*) (вклейка, фото 7, г, д);
- пустоцветный трипс (*Haplothrips aculeatus*) (вклейка, фото 7, е).

Отдел 2. Насекомые с полным превращением — *Holometabola*

Имеют четыре фазы развития: яйцо, личинка, куколка и имаго. Иногда встречается усложненное полное развитие — гиперметаморфоз. Личинки неимагообразные. Крылья развиты под кожей и лишь с фазы куколки становятся наружными

образованиями. Насекомых с полным превращением называют эндоптериготами (*Endopterygota*), т. е. с внутренними зачатками крыльев.

Отряд жесткокрылых, или жуков, — Coleoptera

1. Разной величины (от 0,3 до 180 мм длиной), формы и окраски.

2. Ротовой аппарат грызущий.

3. Усики чаще 12-члениковые, но могут варьировать от 2 до 40. Типы усиков: нитевидные, щетинковидные, четковидные, пиловидные, гребневидные, пластинчатобулавовидные, головчатые, неправильные.

4. Ноги ходильные, бегательные, копательные, прыгательные или плавательные.

5. Крыльев 2 пары, разнородные, первая пара жесткие, вторая пара — перепончатые. Иногда крылья недоразвиты или отсутствуют. Передние крылья — эпилевры, прикрывают все брюшко, могут быть сильно укорочены и доходить лишь до половины. Задние крылья длиннее передних и в покое складываются вдоль и поперек. По развитию жилок различают 3 типа задних крыльев: карабидный, стафилиноидный и кантороидный.

6. Превращение полное, иногда усложненное — гиперметаморфоз.

7. Личинка истинная, безножка, камподиевидная.

8. Куколка свободная.

9. Большинство видов моновольтно. Встречаются виды с многолетней генерацией. Вредители запасов сельскохозяйственной продукции могут развиваться в нескольких поколениях.

10. По пищевой специализации фитофаги. Встречаются хищники, сапрофаги, некрофаги.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств пластинчатоусые, шелкуны, блестянки, долгоносики, листоеды, зерновки, точильщики, мертвоеды, трубковерты.

Хищниками являются представители семейств жужелицы, кокциnellиды, стафилины.

Представители семейства пластинчатоусые — *Scarabaeidae*.

- жук-кузья (*Anisoplia austriaca*) (вклейка, фото 8, а);
- западный майский хрущ (*Melolontha melolontha*) (вклейка, фото 8, б).

Представители семейства **щелкуны** — *Elateridae*:

- щелкун темный (*Agriotes obscurus*) (вклейка, фото 8, в);
- щелкун широкий (*Selatosomus latus*) (вклейка, фото 8, г).

Представители семейства **блестянки** — *Nitidulidae*:

- рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus*) (вклейка, фото 8, д).

Представители семейства **долгоносики** — *Curculionidae*:

- яблонный цветоед (*Anthonomus pomorum*) (вклейка, фото 8, е);
- клеверный семяед (*Apion apricans*) (вклейка, фото 9, а).

Представители семейства **листоеды** — *Chrysomelidae*:

- колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata*) (вклейка, фото 9, б);
- крестоцветная волнистая блошка (*Phyllotreta undulate*) (вклейка, фото 9, в).

Представители семейства **зерновки** — *Bruchidae*:

- гороховая зерновка (*Bruchus pisorum*) (вклейка, фото 9, г);
- фасоловая зерновка (*Acanthoscelides obtectus*) (вклейка, фото 9, д).

Представители семейства **точильщики** — *Anobiidae*:

- хлебный точильщик (*Stegobium paniceum*) (вклейка, фото 9, е).

Представители семейства **мертвоеды** — *Silphidae*:

- матовый мертвоед (*Aclypaea opaca*) (вклейка, фото 10, а);
- мертвоед голый (*Aclypaea undata*) (вклейка, фото 10, б).

Представители семейства **жужелицы** — *Carabidae*:

- крымская жужелица (*Carabus scabrosus tauricus*) (вклейка, фото 10, в);
- хлебная жужелица (*Zabrus tenebrioides*) (вклейка, фото 10, г).

Представители семейства **кокциnellиды** — *Coccinellidae*:

- семиточечная коровка (*Coccinella septempunctata*) (вклейка, фото 10, д);
- двухточечная коровка (*Adalia bipunctata*) (вклейка, фото 10, е).

Представители семейства **стафилины** — *Staphylinidae*:

- алеохара двуполосая (*Aleochara bilineata*) (вклейка, фото 11, а).

Представители семейства **трубковерты** — *Attelabidae*:

- вишневый долгоносик, трубковерт, слоник (*Rhynchites auratus*) (вклейка, фото 11, б).

Отряд перепончатокрылых — *Hymenoptera*

1. Разной величины (0,5–40 мм длиной).
2. Голова свободная, подвижно соединена с грудью.
3. Ротовой аппарат грызущего, грызуще-лижущего типов, иногда редуцирован.
4. Глаза крупные, кроме того, развиты три глазка.
5. Усики с различным количеством члеников (от трех до нескольких десятков), нитевидные или коленчатые, иногда перистые и четковидные.

6. Все отделы груди плотно слиты между собой.

7. Ноги с 5-члениковыми лапками, реже они 3–4-члениковые. Ходильного типа, иногда собирательные.

8. Крыльев две пары, однородные, перепончатые. Задние крылья обычно меньше передних, иногда встречаются бескрылые формы.

9. Брюшко соединяется с грудью всем широким основанием или тонким стебельком. Различают три типа брюшка: сидячее, висячее и стебельчатое. Стебелек — это сужение 2-го, редко 3-го сегмента брюшка. У самок развит яйцеклад. Он может быть коротким, и его нижние створки зазубрены, или длинным, иногда превышающим длину тела; у пчелиных яйцеклад превращен в жало.

10. Превращение полное.

11. Личинки у сидячебрюхих — ложногусеницы, у стебельчатых — червеобразные.

12. Куколка свободная, находится в кожистом или паутинном коконе.

13. Большинство видов поливольтинны.

14. По пищевой специализации — фитофаги, галлообразователи, потребители нектара и цветочной пыльцы, хищники и паразиты — энтомофаги.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств стеблевые пилильщики, настоящие пилильщики.

Паразитами являются представители семейств ихневмониды, бракониды, трихограмматиды.

Представители семейства **стеблевые пилильщики** — *Cepidae*:

- хлебный пилильщик (*Cephus pygmaeus*) (вклейка, фото 12, а);
- черный стеблевой пилильщик (*Trachelus tabidus*) (вклейка, фото 12, б).

Представители семейства **настоящие пилильщики** — *Tenthredinidae*:

- рапсовый пилильщик (*Athalia rosae*) (вклейка, фото 12, в);
- вишневый слизистый пилильщик (*Caliroa cerasi*) (вклейка, фото 12, г).

Представители семейства **ихневмонины** — *Ichneumonidae*:

- диадегма (*Diadegma crassicornis*) (вклейка, фото 12, д).

Представители семейства **бракониды** — *Braconidae*:

- апантелес беляночный (*Apanteles glomeratus*) (вклейка, фото 12, е).

Представители семейства **трихограмматиды** — *Trichogrammatidae*:

- трихограмма обыкновенная (*Trichogramma evanescens*) (вклейка, фото 12, ж).

Отряд чешуекрылых, или бабочек, — Lepidoptera

1. Разной величины, от мельчайших молей (3–8 мм в размахе крыльев) до крупнейших павлиноглазок (20–25 см в размахе крыльев).

2. Голова с крупными глазами и нередко примыкающими к ним двумя глазками.

3. Усики длинные, многочлениковые, нитевидного, булавовидного, веретеновидного или перистого типа.

4. Ротовой аппарат сосущего типа, с длинным спирально изогнутым хоботком, образованным нижними челюстями. Иногда ротовой аппарат недоразвит или отсутствует.

5. Крыльев две пары, однородные, перепончатые, густо покрыты чешуйками. Передние крупнее задних. Иногда крылья укорочены или совсем не развиты.

6. Брюшко состоит из 9–10 сегментов, причем последние 2–3 из них сильно модифицированы в связи с образованием генитальных придатков.

7. Превращение полное.
8. Личинки — гусеницы.
9. Куколка покрытая, нередко в шелковистом коконе.
10. Моно- и поливольтинные виды.
11. По пищевой специализации — фитофаги.
12. Особенности внутреннего строения:

— отсутствие мышечного желудка и ответвленный от передней кишки пищевой резервуар — зоб;

— нервная система не концентрирована, ее брюшная цепочка состоит из 6–9 узлов.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств белянки, волнянки, коконопряды, бражники, совки, стеклянницы, листовертки, горностаевые моли, пяденицы, медведицы, серпокрылые моли, огневки.

Представители семейства **белянки** — *Pieridae*:

- капустная белянка (*Pieris brassicae*) (вклейка, фото 13, а);
- боярышница (*Aporia crataegi*) (вклейка, фото 13, б).

Представители семейства **волнянки** — *Lymantriidae*:

- непарный шелкопряд (*Ocneria dispar*) (вклейка, фото 13, в);
- златогузка (*Euproctis chrysorrhoea*) (вклейка, фото 13, г).

Представители семейства **коконопряды** — *Lasiocampidae*:

- кольчатый шелкопряд (*Malacosoma neustria*) (вклейка, фото 13, д);
- сосновый шелкопряд (*Dendrolimus pini*) (вклейка, фото 13, е).

Представители семейства **бражники** — *Sphingidae*:

- сосновый бражник (*Sphinx pinastri*) (вклейка, фото 14, а);
- сиреневый бражник (*Sphinx ligustri*) (вклейка, фото 14, б);
- вьюнковый бражник (*Herse convolvuli*) (вклейка, фото 14, в).

Представители семейства **совки** — *Noctuidae*:

- совка-гамма (*Autographa gamma*) (вклейка, фото 14, г);
- капустная совка (*Mamestra brassicae*) (вклейка, фото 14, д);
- восклицательная совка (*Scotia exclamationis*) (вклейка, фото 14, е);
- озимая совка (*Scotia segetum*) (вклейка, фото 15, а).

Представители семейства стеклянницы — *Aegeriidae*:

- смородинная стеклянница (*Synanthedon tipuliformis*) (вклейка, фото 15, б);
- яблонная стеклянница (*Synanthedon myopaeformis*) (вклейка, фото 15, в).

Представители семейства листовертки — *Tortricidae*:

- яблонная плодожорка (*Laspeyresia pomonella*) (вклейка, фото 15, г);
- гороховая плодожорка (*Laspeyresia nigricana*) (вклейка, фото 15, д);
- розанная листовертка (*Cacoecia rosana*) (вклейка, фото 15, е).

Представители семейства горностаевые моли — *Yponomeutidae*:

- яблонная моль (*Yponomeuta malinellus*) (вклейка, фото 16, а);
- рябиновая моль (*Argirestia conjugella*) (вклейка, фото 16, б).

Представители семейства пяденицы — *Geometridae*:

- зимняя пяденица (*Operophtera brumata*), самец и самка соответственно (вклейка, фото 16, в, г);
- крыжовниковая пяденица (*Abraxas grossulariata*) (вклейка, фото 16, д).

Представители семейства медведицы — *Arctiidae*:

- американская белая бабочка (*Hyphantria cunea*) (вклейка, фото 16, е).

Представители семейства серпокрылые моли — *Plutellidae*:

- капустная моль (*Plutella maculipennis*) (вклейка, фото 17, а).

Представители семейства огневки — *Pyalidae*:

- луговой мотылек (*Pyrausta sticticalis*) (вклейка, фото 17, б);
- стеблевой, или кукурузный, мотылек (*Ostrinia nubilalis*) (вклейка, фото 17, в);
- мельничная огневка (*Anagasta kuhniella*) (вклейка, фото 17, г).

Отряд двукрылых, или мух, — *Diptera*

1. Разнообразные по величине насекомые (1–50 мм длиной).
2. Голова шаровидная, или полусферовидная, свободная, соединена с переднегрудью тонким стебельком.
3. Глаза крупные. Глазков три, реже два, или они отсутствуют.

4. Усики многочлениковые, реже трехчлениковые (нитевидные, четковидные, реже гребневидные).

5. Ротовой аппарат представлен хоботком. Типы ротовых аппаратов: колюще-сосущий, режуще-сосущий, лижущий, мускоидный.

6. Грудь состоит из трех плотно слившихся сегментов, из них наиболее сильно развита среднегрудь.

7. Ноги бегательные или ходильные, чаще с 5-члениковой лапкой.

8. Крыльев одна пара (передние). Они однородные, перепончатые. Задняя пара представлена в виде жужжалец. Жужжальца булабовидной формы, небольшие, прикреплены к заднегрудь.

9. Превращение полное. Яйца белые с продольной бороздкой. Личинки безголовки, реже безножки. Куколка открытая или скрытая, в ложном коконе.

10. Поливольтинные виды.

11. По пищевой специализации — фитофаги, паразиты, хищники.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств долгоножки, злаковые мухи, цветочницы, галлицы.

Хищниками являются представители семейства тахины.

Среди представителей семейства журчалки встречаются как фитофаги, так и хищники.

Представители семейства **долгоножки** — *Tipulidae*:

- болотная, или вредная, долгоножка (*Tipula paludosa*) (вклейка, фото 18, а);

- капустная долгоножка (*Tipula oleracea*) (вклейка, фото 18, б).

Представители семейства **злаковые мухи** — *Chloropidae*:

- шведская муха (*Oscinella frit*, *O. pusilla*) (вклейка, фото 18, в);

- зеленоглазка (*Chlorops pumilionis*) (вклейка, фото 18, г).

Представители семейства **журчалки** — *Syrphidae*:

- сирф перевязанный (*Syrphus ribesii*) (вклейка, фото 18, д);
- сирф окаймленный (*Episyrphus balteatus*) (вклейка, фото 18, е);

- луковая журчалка (*Eumerus strigatus*) (вклейка, фото 19, а).

Представители семейства **цветочницы** — *Anthomyiidae*:

- свекловичная муха (*Pegomya hyoscyami*) (вклейка, фото 19, б);
- капустные мухи: весенняя, летняя (*Delia brassicae*, *D. floralis*) (вклейка, фото 19, в);
- луковая муха (*Delia antique*) (вклейка, фото 19, г).

Представители семейства **тахины** — *Tachinidae*:

- эрнестия (*Ernestia consobrina*) (вклейка, фото 19, д);
- фороцера (*Phorocera agilis*).

Представители семейства **галлицы** — *Cecidomyiidae*:

- гессенская муха (*Mayetiola destructor*) (вклейка, фото 19, е);
- просяной комарик (*Stenodiplosis panici*) (вклейка, фото 20, а);
- смородинная стеблевая галлица (*Thomasiniana ribis*) (вклейка, фото 20, б).

Контрольные вопросы и задания

1. Изложите систематику насекомых, их классификацию.
2. Опишите отряды подкласса высших насекомых и охарактеризуйте их.
3. Дайте характеристику отряда прямокрылых.
4. Дайте характеристику отряда полужесткокрылых.
5. Дайте характеристику отряда равнокрылых.
6. Дайте характеристику отряда бахромчатокрылых.
7. Дайте характеристику отряда жесткокрылых.
8. Дайте характеристику отряда перепончатокрылых.
9. Дайте характеристику отряда чешуекрылых.
10. Дайте характеристику отряда двукрылых.

1.5. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ НАСЕКОМЫХ

Основатель экологии Эрнст Геккель в 1869 году дал следующее определение этой науки: «Отношение животного к окружающей его органической и неорганической среде, в частности его дружественные и враждебные отношения к тем животным или растениям, с которыми оно входит в прямой контакт». Более современное определение (Р. Дажо, 1975) мало чем отличается от предложенного Геккелем: «Экология — на-

ука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают».

В основе экологии всегда лежит жизнь отдельной особи, ее взаимоотношения с окружающей средой. Из особей складываются популяции. В наиболее простых случаях реакция популяции на внешнее воздействие определяется статистическим распределением свойств входящих в нее особей, нередко имеют место и более сложные зависимости.

Наконец, совокупность популяций животных и растений разных видов, обитающих на одной территории и (или) биологически связанных друг с другом, — это еще более сложная система, называемая биоценозом, или экосистемой.

Соответственно, можно рассматривать экологию насекомых последовательно по трем ступеням сложности: особь — популяция — биоценоз (экосистема).

Экология насекомых — основа всех прикладных энтомологических дисциплин: сельскохозяйственной, лесной, медицинской и промышленной (технической) энтомологии.

Численность организмов зависит, в первую очередь, от плодовитости и выживаемости вида. Плодовитость насекомых очень велика, но не все особи выживают. Изучение воздействия различных факторов среды на плодовитость и выживаемость организмов, а следовательно, их влияние на изменение численности является одной из важных задач экологических исследований. Познание закономерностей изменения численности организмов в природе дает возможность прогнозировать эти изменения, с одной стороны, и искать пути изменения условий существования в неблагоприятных для размножения вредных организмов направлений — с другой.

Для расшифровки взаимоотношений между организмами их экологическое изучение проводится на трех уровнях:

- 1) экология отдельных особей (аутэкология);
- 2) экология популяции (т. е. совокупность особей одного вида, заселяющих определенный участок территории, — популяционная экология);
- 3) экология сообществ или биоценозов, т. е. совокупность всех видов организмов, заселяющих участок территории с более или менее однородными условиями существования.

Задачи экологии

1. Изучить уровень численности особей в популяции.
2. Познать образ жизни насекомых в зависимости от условий внешней среды.
3. Изучить влияние среды на численность особей данного вида, на характер их распределения.
4. Выяснить основные взаимосвязи насекомых с условиями внешней среды и человеком.

Содержание экологии

1. Изучение видовых приспособлений к условиям существования.
2. Изучение закономерностей образования и развития популяций.
3. Изучение закономерностей формирования и роли биocenozов. Центральный объект экологии – жизнь вида в природных условиях биocenоза.

Факторы среды

Условия жизни и существования организмов – внешняя среда – создается из совокупности экологических факторов. Эти факторы среды непрерывно воздействуют на отдельных особей, на видовые популяции и сообщества организмов, создавая те или иные условия существования животных и растений.

Все разнообразие факторов среды может быть сведено к следующим четырем категориям:

1. *Абиотические*, или неорганические, факторы: воздействие на организмы климатических условий (тепла, влажности, света и пр.), а также таких факторов, как сила тяготения, состав и свойства атмосферы, радиоактивность, рельеф поверхности и пр.
2. *Гидроэдафические*, или водно-почвенные, факторы: воздействие воды и почвы как особых сред обитания организмов. Применительно к экологии насекомых эта категория факторов, особенно почвенные факторы, имеет очень важное значение.
3. *Биотические*, или органические, факторы: воздействие на организмы живых сил природы, взаимоотношения между организмами на основе питания, внутривидовые отношения и пр.

4. **Антропогенные:** воздействие на природу и организмы деятельности человека — освоение земель под посевы и посадки культурных растений, вырубка лесов, строительство гидросооружений, пассивный и активный завоз различных инородных животных и растений, борьба с вредителями и пр.

Экологические свойства видов

Виды по своим требованиям к среде очень неодинаковы и часто резко отличаются друг от друга. Одни из них, например, более требовательны к теплу, т. е. являются теплолюбивыми, или *термофилами*, другие же относятся к холодолюбивым, или *криофилам*, различают также влаголюбивых — *гигрофилов* и сухолюбивых — *ксерофилов*, обитателей растительного покрова — *фитофилов* и обитателей почвы — *геофилов* и т. д. Одни виды избирают для жизни только целинные земли, тогда как другие могут заселять и распаханнные участки и пр. Этот выбор условий жизни определяется наследственными качествами, выработавшимися в процессе эволюции, и составляет одно из важнейших свойств вида. Такое избирательное отношение к экологическим условиям обозначается понятием *требования вида*, являясь таким же обязательным свойством вида, как его морфологические и физиологические особенности.

Взаимосвязи в экосистемах

Возможны два принципа классификации взаимосвязей в экосистемах.

Первый и наиболее распространенный основан на типах взаимодействия между популяциями разных видов, на итоге воздействия одной популяции на другую. Соответственно, все взаимодействия делятся на взаимоотрицательные (конкуренция), положительные для одной стороны и отрицательные для другой (хищничество и паразитизм), положительные для одной стороны и нейтральные для другой (комменсализм), положительные для обеих сторон (протокооперация, мутуализм). Термин «симбиоз», т. е. совместное сожительство, не употребляется сознательно, так как он включает в себя различные взаимодействия от паразитизма до мутуализма.

Другой принцип — деление этих взаимосвязей по их содержанию, по их сути для популяции.

Хищничество — питание другим живым объектом, приводящее к быстрой гибели последнего. В отличие от паразита, хищник никогда не живет на теле или внутри тела своей жертвы. Среди насекомых есть немало специализированных хищников, таких как богомолы, многие жужелицы и божьи коровки, мухи-ктыри, ряд клопов и т. д. Во многих случаях хищничество сопровождается дополнительным питанием выделениями растений, в том числе нектаром. Иногда оно может быть более или менее случайным, когда, например, жуки, живущие в муке или крупе, поедают личинок или куколок других видов. Сюда же следует отнести случаи каннибализма. Так как хищники обычно поедают насекомых разных видов, то определенная зависимость их численности от численности жертвы данного вида отсутствует. Поэтому роль хищника в регуляции численности сводится к функциональной реакции, когда хищники увеличивают количество своих жертв лишь до определенного предела, обусловленного их агрессивностью и поисковыми способностями.

Паразитизм распространен более широко, чем хищничество. Паразит губит своего хозяина далеко не во всех случаях, хотя и питается тканями или жидкостями тела последнего.

Абиотические и биотические факторы среды и насекомые

К числу *абиотических* факторов относятся любые воздействующие на организм физические поля (свет, электрические и магнитные поля, гравитация, ионизирующая радиация), климатические факторы (температура и влажность воздуха, ветер, атмосферное давление, осадки), свойства воды и почвы (например, pH, соленость).

Биотические факторы — это воздействие всего живого, окружающего организм, в том числе и особой своего же вида.

Влияние абиотических и биотических факторов может быть взаимосвязано.

Абиотические факторы играют огромную роль в жизни насекомых благодаря малым размерам последних. Действие любого фактора зависит не только от его уровня, но также от физиологического состояния организма и сочетания прочих абиотических и биотических факторов.

Температура

Температура может оказывать двойное воздействие на насекомых. Во-первых, с ее повышением и соответственным увеличением скорости обмена веществ появляется возможность того или иного рода поведения, а также увеличивается скорость движения (непосредственное воздействие). Во-вторых, температура среды и ее изменения воспринимаются терморцепторами, при этом насекомое может активно искать благоприятную для себя зону и уходить из неблагоприятной (сигнальное воздействие).

Диапазон температур, в пределах которого возможна активность, конечно, различен для разных видов. Клопы, жуки, цикадки и крылатые муравьи более чувствительны к понижению температуры, чем двукрылые и бабочки. В целом насекомые, летающие летом, гораздо менее устойчивы к низким температурам, чем весенние и осенние. Лёт ранневесенних видов не останавливает даже 0 °С. Высокая температура в середине дня заметно снижает активность многих насекомых. В целом кривая зависимости скорости движения от температуры, полученная на примере поведения рабочих муравьев, отдаленно напоминает кривую нормального распределения — как высокие, так и низкие температуры подавляют активность. Несколько иначе выглядит кривая зависимости процента подвижных особей от температуры. Здесь этот процент резко возрастает при достижении температурного порога, а далее остается неизменным для довольно большого диапазона температур.

Разные типы подвижности и активности насекомых ограничены различными температурными диапазонами. Так, полет допустим в пределах более узкого температурного интервала, чем ползание. Тип полета тоже зависит от температуры воздуха. Движение крыльев бобовой тли может наблюдаться с 6,5 °С, горизонтальный полет при сбрасывании с высоты — с 13 °С, а активный полет — с 15 °С.

Особенно четко зависит от температуры возможность спаривания насекомых. Интересно, что у многих мух спаривание может происходить только после энергичных и продолжи-

тельных движений, особенно в прохладную погоду. Поэтому не исключено, что «брачные танцы» насекомых могут иметь, помимо этологического, и чисто физиологическое значение.

Влажность

Морфологические приспособления насекомых к влажности: развитие на покровах водонепроницаемой эпикутикулы, образование на теле воскового налета (тли, червецы), строение дыхалец, строение куколок, образование кокона.

Физиологические приспособления: в процессе питания насекомые пополняют запасы воды, отсасывая ее из непереваренных остатков пищи, находящихся в заднем отделе кишечника, а в период зимнего покоя используют метаболическую воду, образующуюся при окислении углеводов и жиров.

У питающихся соком насекомых имеются приспособления и для быстрого удаления из организма избыточной воды — фильтрационные камеры, которые позволяют выводить избыток жидкости из переднего отдела кишечника в задний, минуя среднюю кишку.

Экологические приспособления: изменение места обитания (вертикальные миграции у проволочников). Перед зимовкой некоторые насекомые перемещаются на новые места (черепашки, яблонная плодожорка, златогузка).

По степени требований к влажности среды различают *гигрофилов*, *мезофилов* (умеренная влажность) и *ксерофилов*. Гигрофилы (слизни, стеблевой мотылек, нематоды) растительноядные. Мезофилы: озимая совка, луговой мотылек. Ксерофилы: чернотелки, саранча пустынная.

Осадки

Дожди, особенно сильные, могут приводить к гибели некоторых насекомых. Так, ливни смывают с растений значительную часть тлей. Кроме того, во время дождя и после него резко возрастает возможность прилипания насекомых к мокрым поверхностям.

Дождь относительно мало влияет на активность насекомых. Это особенно заметно, если наблюдать лёт крупных бабочек на свет. Снижение активности многих дневных насекомых

во время дождя объясняется, скорее, уменьшением освещенности. Однако, по-видимому, дождь может и непосредственно подавлять активность насекомых, особенно мелких.

Количество осадков — также важнейшая характеристика климата местности, от которой зависит растительный покров, а следовательно, и формирование населения насекомых.

Ветер

Ветер играет особенно важную роль в миграциях насекомых. Возникающие утром в ясную погоду восходящие токи воздуха подхватывают массу взлетающих мелких насекомых и поднимают их на высоту до километра и более. С горизонтальными токами воздуха насекомые перемещаются на значительные расстояния, а вечером вместе с нисходящими токами воздуха опускаются вниз.

Наблюдения за миграциями насекомых показывают, что чем сильнее ветер, тем больше направление миграции совпадает с его направлением.

Скорость ветра зависит от рельефа местности и ее растительного покрова. Под пологом леса она может уменьшаться в 100 и более раз. Даже самые незначительные препятствия типа живых изгородей (ветроломов) способствуют возникновению благоприятных для активности насекомых зон с более спокойным воздухом. В них скапливается много мелких насекомых: галлиц и других двукрылых, тлей и жуков. Можно предположить, что именно направлениями преобладающих в данной местности ветров объясняется преимущественное заражение вредителями тех или иных участков растительности, особенно леса. Не исключено, что насекомые, готовые к откладке яиц, как бы оседают в наиболее безветренных зонах, возникающих, например, на лесной опушке.

Ветер может существенно влиять и на активность насекомых, особенно на их лёт. Большинство насекомых не взлетают при скорости ветра выше определенного уровня. Например, скорость ветра более 3,2 м/с является пределом для полета равнокрылых стрекоз, взлет мелких цикадок невозможен при скорости ветра более 3 м/с, а злаковых мух — больше 1 м/с. На лёт более крупных насекомых ветер оказывает меньшее

влияние, однако он может существенно нарушать их ориентацию. Даже хорошо летающие крупные бражники перестают кормиться на цветах при ветре более 1,5 м/с. Интересно, что, с другой стороны, в ветреные ночи увеличивается прилет бражников на свет. Не исключено, что ветер стимулирует их миграционную активность.

Распространение запаха, например полового феромона или пищевого субстрата, существенно зависит от ветра. В силу турбулентности токов воздуха насекомое, ищущее источник запаха, встречает не монотонный градиент концентрации, а чередование плотных струй запаха и чистого воздуха. Поэтому наиболее вероятно, что насекомое просто летит против ветра, время от времени воспринимая запах, стимулирующий это движение.

Антропогенные экосистемы

Хозяйственная деятельность человека приводит к резким изменениям всех компонентов биоценозов, в том числе и насекомых (М.В. Козлов, 1990). При этом многие виды вымирают или становятся редкими. Существенно сокращаются и дробятся на части ареалы. Некоторые же виды получают преимущество и становятся массовыми. Кроме того, в ряде случаев фауна обогащается новыми видами, бессознательно или сознательно завезенными человеком. Степень и характер изменений биоценозов определяются родом и интенсивностью его хозяйственного использования.

Так, умеренный выпас скота не наносит существенного вреда луговому и степному биоценозу, поскольку копытные — естественный компонент многих биоценозов, повышающий их устойчивость. Однако слишком интенсивный выпас приводит к обеднению флоры и, соответственно, фауны насекомых при общем сдвиге всех компонентов в сторону большей ксерофильности. Выпас скота — это не только изъятие части зеленой массы, но и нарушение почвенного покрова, особенно его поверхностной структуры, появление многочисленных кровососущих насекомых и обитателей навоза. Интересно, что в некоторых случаях сохранению прежней фауны насекомых существенно способствуют колючие кустарники и полу-

кустарники, под прикрытием которых остаются нетронутыми многие другие растения (В.С. Мурзин, 1981).

Снижение видового разнообразия происходит и при кошении трав, которое приводит к выпадению из состава флоры ряда однолетних и двулетних растений, которые лишаются возможности давать семена. На покосе погибает масса личинок насекомых, особенно обитающих внутри стеблей. Интересно, что только ежегодное скашивание трав резко обедняет состав фауны. При нерегулярном сенокосении комплекс насекомых заметно обогащается, так как оно, по-видимому, в какой-то мере заменяет отсутствие или недостаток диких копытных или же умеренный выпас скота. В абсолютно заповедной степи, где запрещены и выпас, и сенокосение, видовой состав насекомых заметно обеднен, и они представлены в основном прямокрылыми и некоторыми клопами.

Рекреационная нагрузка на биоценозы, сопровождающаяся вытаптыванием и замусориванием местности, влияет на фауну подобно интенсивному выпасу скота, существенно ее обедняя.

Своеобразная ситуация возникает на обочинах дорог. С одной стороны, частые повреждения и замусоривание приводят к расцвету рудеральных (мусорных) растений (лопух, крапива, полынь, пустырник и т. д.) с их своеобразной фауной, с другой — именно около дорог иногда сохраняются остатки прежней целинной флоры и фауны. С дальнейшей урбанизацией местности эти остатки, как правило, исчезают.

Вырубка леса, а тем более распахка целины приводят к исчезновению большинства элементов прежнего биоценоза. На полях и в садах возникают искусственные сообщества, создаваемые и постоянно поддерживаемые человеком, — агробиоценозы, о которых речь пойдет ниже. Урбанизация местности приводит к полному уничтожению прежних биоценозов.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение и перечислите основные проблемы экологии. Классифицируйте экологические факторы.

2. Назовите абиотические факторы. Опишите влияние на насекомых температуры, влажности среды, осадков, ветра.
3. Перечислите абиотические факторы. Поясните влияние абиотических факторов на численность насекомых.
4. Назовите антропогенные факторы, опишите роль экологических факторов в изменении численности популяций.

Раздел 2. ФИТОПАТОЛОГИЯ

2.1. ПОНЯТИЕ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ

Фитопатология (греч. *phyton* — растение, *pathos* — болезнь, *logos* — учение) — наука о болезнях растений и мерах борьбы с ними.

Фитопатология решает как теоретические, так и практические задачи, основными из которых являются изучение болезней растений, вызываемых грибами, бактериями, вирусами, цветковыми растениями-паразитами и другими патогенами, а также болезней, возникающих под влиянием неблагоприятных условий окружающей среды, и разработка научно обоснованной, высокоэффективной системы защитных мероприятий, которая бы позволяла предупреждать возникновение и развитие болезней или снижать до минимума потери, вызываемые болезнями растений.

Фитопатология подразделяется на общую и частную (специальную). В общей фитопатологии дается понятие о больном растении, изучаются взаимосвязи между растением, возбудителем болезни и условиями внешней среды. Приводятся принципы классификации болезней, факторы, определяющие развитие и распространение заболеваний, иммунитет растений к инфекционным заболеваниям и основные методы борьбы с болезнями растений.

Специальная, или частная, фитопатология изучает заболевания отдельных культур, рассматривает применительно к каждой из них видовой состав возбудителей, симптомы заболеваний в зависимости от географической зоны, методы защиты.

Фитопатология является отраслью биологии и тесно связана с целым рядом смежных дисциплин, таких как микология, ботаника, микробиология, анатомия и физиология растений, вирусология, бактериология и др. Родоначальницей фитопатологии называют *микологию*.

Первые определения болезни растений были даны еще в начале XIX века. О. Декандоль в 1832 году считал, что болезнью растения следует называть любое отклонение от его нормального развития (это определение рассматривает патологический процесс односторонне, как физиологическое явление, и не включает понятие о причинах, его вызывающих).

Профессор Н.А. Наумов в 1952 году дал следующее определение болезни: болезнь — это нарушение взаимоотношений между растением и окружающей средой (в данном определении абсолютизируется роль окружающей среды в патологическом процессе).

Наиболее полное определение болезни было дано в 1962 году Т.Д. Страховым. Болезнь — это состояние организма, возникающее и изменчиво развивающееся под влиянием неблагоприятно складывающихся взаимосвязей его с патогенными факторами и окружающей средой и обычно характеризующееся расстройством физиологии, структуры и продуктивности растения. В этом определении болезнь рассматривается как результат взаимосвязи в единой системе растение — патоген или неблагоприятное воздействие — среда.

Более современное определение болезни: «Болезнь — это нарушение нормального обмена веществ клеток, органов и целого растения под влиянием фитопатогена или неблагоприятных условий среды и приводящее к снижению продуктивности растений или к полной их гибели» (ГОСТ 24507-81).

Изменение жизнедеятельности растений в процессе болезни называется *патологическим процессом*, или *патогенезом*. Патологический процесс у растений проявляется в виде определенных признаков, которые обусловлены морфологическими и физиолого-биохимическими изменениями, происходящими в растении в ходе развития болезни.

К патоморфологическим изменениям относят нарушение роста растения в целом (низкорослость, карликовость, реже гигантомания), а также изменение формы органов и тканей пораженных растений. В основе такого изменения лежат нарушения их анатомического строения, которые проявляются в виде *гипертрофии* — увеличения размера пораженных клеток растений, *гиперплазии* — увеличения количества клеток вследствие их ускоренного деления под действием патогена или другого болезнетворного агента, *гипоплазии* — недоразвития клеток или уменьшения их количества в пораженной ткани, *дегенерации* — превращения клеток или их оболочек в вещества различного химического состава, которые скапливаются в растении или могут выделяться на поверхности пораженных тканей, *некроза* — отмирания части клеток тканей, *склеротизации* — одревеснения клеток тканей, *разрыва эпидермиса*, *мацерации* — размягчения клеточных стенок и рассоединения клеток в пораженной ткани вследствие растворения межклеточного вещества.

К патофизиологическим относят ряд следующих изменений:

1. Нарушение фотосинтеза. Это связано с уменьшением количества хлорофилла и некоторых ферментов из-за разрушения их патогенными микроорганизмами. Разрушение хлорофилла сопровождается посветлением листьев или отдельных их участков. При сильном нарушении фотосинтеза формируются карликовые растения.

2. Нарушение водного режима. Происходит вследствие поражения патогеном корней или сосудистой системы растений, усиления транспирации в результате повреждения поверхностных тканей и по другим причинам.

3. Нарушение дыхательных процессов. Повышение активности дыхания приводит к усиленному расходованию питательных веществ и снижению продуктивности растений. Кроме того, при этом могут выделяться вредные вещества, отравляющие растительные клетки. При понижении активности дыхания клетки испытывают недостаток энергии для синтетических процессов.

4. Нарушение обмена веществ из-за поражения сосудистой системы растений, из-за нарушения деятельности ферментов,

нарушения процессов фотосинтеза, из-за использования углеводов возбудителем и т. д.

Все вышеназванные изменения в итоге так или иначе влияют на состояние и продуктивность растений. По причине болезней происходит недобор урожая, а иногда и полная гибель посевов.

Существует несколько принципов классификации болезней растений.

По этиологии (причинам возникновения) болезни растений подразделяются:

1) на неинфекционные болезни, не передающиеся от больного растения к здоровому, среди которых выделяют:

1.1) болезни, вызываемые неблагоприятными погодными условиями (подмерзание растений, солнечные ожоги, увядание, захват зерновых, выпирание озимых);

1.2) болезни, вызываемые неблагоприятными почвенными условиями (увядание, хлороз, гниль сердечка свеклы и др.);

1.3) болезни, вызываемые механическими повреждениями, химическими соединениями;

1.4) болезни, вызываемые радиационным излучением, и др.;

2) инфекционные болезни, вызываемые биотическими факторами (факторами живой природы) и обладающие свойством передачи от больного растения к здоровому. Среди них выделяют:

2.1) грибные болезни (микозы);

2.2) бактериальные (бактериозы);

2.3) актиномикозные (актиномикозы);

2.4) микоплазменные (микоплазмозы);

2.5) вирусные (вириозы);

2.6) вириодные (вириодозы);

2.7) вызываемые цветковыми растениями-паразитами (антофитозы).

В зависимости от групп поражаемых культур болезни подразделяются на болезни зерновых, зернобобовых, технических, овощных, плодовых, ягодных, эфиромасличных и других групп культур.

По продолжительности болезни делят на острые — развиваются быстро и заканчиваются в пределах одного веге-

тационного периода, хронические — развиваются на многолетних растениях (часто в хронической форме проявляются неинфекционные болезни).

В зависимости от степени локализации болезни бывают местными (локальными) — поражают небольшие участки или отдельные органы, не распространяясь по всему растению, общими (диффузными) — поражают все растение или большую его часть.

По способности поражать растения в определенной фазе развития бывают болезни всходов; болезни питомников; болезни взрослых растений.

В зависимости от поражаемых органов растений болезни подразделяются на болезни семян, листьев, корней, плодов и т. д.

Для практических целей диагностики болезней растений по внешним признакам их группируют в следующие типы.

Пятнистости (некрозы) образуются в результате отмирания отдельных участков пораженной ткани, могут быть различной формы, размеров, окраски. Наиболее часто пятнистости вызывают грибы, бактерии, вирусы, а также абиотические факторы — механические повреждения, химические вещества, недостаток элементов питания и др.

Гнили представляют собой размягчение органов, богатых питательными веществами и водой (корнеплоды, плоды, стебли, клубни и др.).

Увядание характеризуется пониклостью листьев, ветвей и других органов, что связано с потерей тургора клетками растения.

Изменение цвета отдельных листьев, целых органов или всего растения связано с нарушением строения и физиологических функций хлоропластов и проявляется в виде хлороза, мозаичной расцветки листьев, пестролистности и общего пожелтения листьев.

Деформация представляет собой изменение формы пораженных органов растений, что может проявляться в виде уродливости, деревянистости, израстания. Кроме того, может отмечаться общая деформация растения, когда увеличивается количество укороченных стеблей, на всем растении могут быть укороченные или морщинистые листья.

Налеты. На вегетативных или генеративных органах появляется серая, белая, бурая, коричневая или черная, легко стирающаяся плесень, эпидермис под ней без повреждений.

Пустулы на пораженных органах — это бугорки спор, покрытые эпидермисом или выступающие из трещин ткани растений, имеющие желтую, бурую, оранжевую, коричневую, черную окраску.

Опухоли, или наросты, — ненормальное разрастание отдельных органов растений различной величины и формы.

Мумификация — превращение плодов или семян в плотные образования темного цвета с гладкой или шероховатой поверхностью.

Пылящие массы (головня) — это разрушение и превращение пораженных органов (зерна, стебли, листья) в порошоквидную массу черного или коричневого цвета.

Камедетечение, или гоммоз. Выделение из трещин больных органов растений (как правило, древесных пород) камеди — тягучей, клейкой янтарно-желтой или бурой жидкости, быстро твердеющей на воздухе.

Заболевание не всегда характеризуется только одним симптомом, иногда их имеется несколько. Так, при грибных пятнистостях на отмерших участках появляются спороношения в виде налетов, подушечек, темных или другого цвета точек — плодовых тел. Эти симптомы являются характерными диагностическими признаками.

При пятнистостях, вызываемых бактериями, часто заметна маслянистость, а в местах поражения можно увидеть капельки жидкости — бактериальный экссудат.

2.2. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

К *неинфекционным* относятся болезни, не способные распространяться от растения к растению, причинами которых являются, главным образом, неблагоприятные для роста и развития растений условия окружающей среды. Последствие неинфекционных болезней, как и инфекционных, сводится к потере урожая и к снижению качества сельскохозяйственной продукции. В зависимости от причины болезни недобор уро-

жая может достигать 50 % и более. Кроме того, ослабляя растение, неинфекционные болезни способствуют более сильному их поражению инфекционными болезнями.

2.2.1. Болезни растений, вызываемые недостатком элементов питания в почве

Наиболее частой причиной неинфекционных болезней растений является недостаток в почве питательных веществ (болезни голодания). Это вызывает серьезные нарушения в развитии, которые проявляются в виде карликовости, недоразвития, изменения окраски, некроза листьев и т. д.

Голодание растений не всегда связано с отсутствием или недостаточным количеством элементов питания в почве. Важное значение имеют формы, в которых они находятся (доступные или недоступные), что, в свою очередь, зависит от свойств почвы — кислотности, влажности, состава микрофлоры и т. д.

Так, причиной «железного» хлороза плодовых деревьев является не недостаточное количество железа в почве, а высокая ее карбонатность, в связи с чем железо находится в нерастворимом и недоступном для растений состоянии. Внесение железа в данном случае не улучшает состояние деревьев, так как оно связывается с почвой и не усваивается. Наиболее рациональный прием защиты плодовых деревьев от «железного» хлороза — подкисление почвы или посев в междурядьях сада определенных видов трав, способных своими выделениями подкислять почву.

В чрезмерно сухой или избыточно влажной почве также плохо усваиваются питательные вещества, даже если они в достаточном количестве. На очень холодных почвах возможно азотное или фосфорное голодание растений.

Неодинакова потребность в одних и тех же элементах питания у различных видов растений. Так, плодовые культуры особенно остро реагируют на дефицит цинка в почве.

Симптомы недостатка одного и того же элемента питания у разных культур в большинстве случаев сходны. Однако бывают исключения. Так, недостаток фосфора у зерновых культур проявляется в виде красноватых или фиолетовых полос

на листьях, а у картофеля — в виде узкой темно-коричневой полоски на кончиках нижних листьев.

Иногда сходные признаки могут быть вызваны дефицитом совершенно различных элементов питания (азота и фосфора, азота и меди, магния и железа и др.).

Все это необходимо учитывать при диагностике болезней голодания и при проведении защитных мероприятий.

Болезни растений, вызываемые недостатком азота. Азот входит в состав белков, аминокислот, алкалоидов, хлорофилла. Соединения азота в растении постоянно перемещаются из старых растительных тканей в молодые, поэтому недостаток азота сначала проявляется на старых органах, а затем уже распространяется на все растение.

При недостатке азота замедляется рост побегов, листьев, корней. Окраска листьев бледно-зеленая с желтоватым оттенком (азотный хлороз). У некоторых растений (капуста, плодовые, ягодные культуры) на листьях появляются оранжевые и красные оттенки. Цветение и плодоношение ослабляется, уменьшается размер плодов, возможно опадание молодых завязей. У злаков резко снижается коэффициент кущения и т. д.

Азотное голодание может вызывать засоренность посевов, садов, что приводит к истощению в почве запасов азота (особенно на легких песчаных, бедных органическими веществами почвах).

Симптомы недостатка азота появляются также при внесении в почву большого количества органических веществ — источников углерода, что резко активизирует деятельность почвенной микрофлоры, вследствие чего значительная часть почвенного азота переходит в недоступную для растений форму. У культур, возделываемых на переувлажненных кислых почвах, признаки азотного голодания обусловлены низкой активностью нитрифицирующих бактерий.

Для устранения недостатка азота в почве необходимы внесение азотных удобрений, включение в севооборот бобовых культур, создание почвенных условий, способствующих усилению нитрификации и ослаблению денитрификации, борьба с сорняками и т. д.

Избыток азота также вреден для растений и проявляется в удлинении вегетации, задержке цветения и плодообразования; злаковые культуры формируют слишком длинные стебли и полегают.

Болезни растений, вызываемые недостатком фосфора. Фосфор входит в состав нуклеиновой кислоты, нуклеопротеидов, фосфолипидов, ферментов.

При недостатке фосфора в почве происходит замедление роста побегов, корней, листьев. Растения характеризуются слабым цветением, преждевременным опаданием листьев. У злаковых культур замедляется кущение и появляется красно-фиолетовая окраска листьев. У плодовых деревьев недостаток фосфора вызывает узколистность, замедление роста побегов, черешки становятся прямостоячими, на них, а также на жилках листа появляется красноватый оттенок, у побегов неестественно красная или бронзовая окраска, особенно в холодное лето. Картофель вследствие дефицита фосфора поражается железистой пятнистостью или ржавостью клубней. Болезнь имеет вид ржавых красновато-коричневых пятен в мякоти на разрезе клубня. Такие клубни содержат меньше витамина С и крахмала. У бобовых из-за дефицита фосфора возникает недоразвитость семян.

Причинами фосфорного голодания могут быть, с одной стороны, недостаток соединений фосфора в почве, с другой — недоступность фосфора растениям, особенно на кислых, тяжелых, глинистых почвах с высоким содержанием железа.

Устраняется недостаток фосфора внесением фосфорных удобрений.

Болезни растений, вызываемые недостатком калия. Калий участвует в обмене веществ, фотосинтезе, в ферментативных системах.

Недостаточное количество калия в почве приводит к угнетению роста растений в целом, побеги и стебли развиваются слабо, нередко искривляются, междоузлия укорочены, засыхают верхушки стеблей.

Злаки усиленно кустятся, количество цветonoсных стеблей уменьшается, корни развиваются слабо. У картофеля при недостатке калия развивается болезнь, называемая «бронзо-

вость листьев». Вначале листья темно-зеленые, морщинистые, вялые по краям, между жилками появляются пятна цвета бронзы, позднее старые листья желтеют и засыхают, особенно по краям. У плодовых деревьев окраска листьев светло-желтая, но в дальнейшем развивается краевой ожог. Краевые части листа буреют и отмирают. Может происходить отмирание побегов. Образуются мелкие плоды.

Причинами калийного голодания могут быть недостаток калия в почве, который сильнее проявляется на песчаных почвах, а также избыточное внесение кальция и магния при известковании кислых почв.

При первых признаках калийного голодания проводят подкормки калийными удобрениями.

Болезни растений, вызываемые недостатком железа. Железо участвует в процессах дыхания и фотосинтеза.

Основной симптом его недостатка для растений — сильный хлороз. Поскольку этот элемент в растении малоподвижен, то наиболее отчетливо признаки голодания проявляются на молодых органах. Сначала на листьях образуются хлоротичные пятна, затем лист желтеет целиком, по краям образуются некрозы, и листовая пластинка засыхает.

Многолетние культуры (плодовые, ягодные) от недостатка железа страдают сильнее, чем однолетние.

Причинами голодания могут быть недоступность железа в почве, особенно карбонатного, и высокие концентрации в почве соединений цинка, марганца, меди, фосфора.

При проявлении данного заболевания эффективно опрыскивание растений и внесение в почву комплексных органических соединений железа (хелатов). Кроме того, залужение в садах за счет подкисления почвы улучшает усвояемость железа.

Болезни растений, вызываемые недостатком магния. Магний входит в состав ферментов, в состав молекулы хлорофилла.

Характерным признаком его недостатка является междоузликовый хлороз, начинающийся почти всегда с нижних листьев. При недостаточном поступлении магния в растение его используют, главным образом, молодые растущие листья, где образуется хлорофилл. В связи с тем, что отток магния из

нижних листьев в верхние идет по жилкам, они и примыкающие к ним ткани сохраняют зеленую окраску, а отдаленные от жилок участки становятся желтыми, оранжевыми, красными, фиолетовыми. Сильное магниевое голодание приводит к преждевременному сбрасыванию листьев.

Магниевое голодание усиливается при использовании физиологически кислых удобрений, так как они усиливают вымывание магния, особенно на легких песчаных почвах.

При первых признаках голодания рекомендуется подкормка удобрениями, содержащими в своем составе магний.

Болезни растений, вызываемые недостатком кальция. Кальций входит в состав клеточных стенок.

Его недостаточное количество приводит к замедлению роста корней, даже при небольшом дефиците кончики корней прекращают рост, остаются короткими. При большом недостатке корни отмирают, начиная с кончиков. Признаки заболевания проявляются и на молодых тканях надземной части. Молодые листья деформируются, мельчают, на них образуются пятна, края желтеют, затем листья буреют, иногда закручиваются вверх. Возможно отмирание конусов нарастания. Нередко гибнет все растение.

Для нормализации поступления кальция в растения необходимо его дополнительное внесение в почву.

Болезни растений, вызываемые недостатком бора. Чаше наблюдаются у растений на карбонатных почвах, при этом отмирает точка роста стебля.

У льна становятся узкими, искривленными листья, края их увядают и отмирают.

У свеклы недостаток бора вызывает гниль сердечка, т. е. отмирание самых молодых листьев и точки роста, позднее болезнь проявляется в виде черной сухой гнили корнеплодов.

У плодовых деревьев наблюдается опробковение плодов.

При первых признаках голодания необходимо внести борные удобрения.

Болезни растений, вызываемые недостатком меди. Приводят к частичному хлорозу листьев, особенно молодых, потере тургора тканями, задержке образования стеблей, семян.

У плодовых деревьев первые симптомы медного голодания проявляются в виде пятен на верхних листьях, затем увядают и отмирают верхушки побегов. При многолетнем повторении отмирания дерево приобретает кустистый вид.

Для устранения симптомов голодания рекомендуется использовать медьсодержащие удобрения.

2.2.2. Болезни растений, вызываемые неблагоприятными условиями влажности

Влажностью воздуха определяется характер транспирации растений. Очень сухой воздух в сочетании с высокой температурой вызывает *запал зерновых культур*. При этом зеленые части растений буреют, нарушается нормальный процесс накопления в зерновках питательных веществ, они преждевременно заканчивают свое формирование и созревают до срока. В итоге формируются мелкие, шуплые зерна, в отдельных колосьях они не формируются совсем, некоторые растения погибают полностью.

Если воздушная засуха в сочетании с высокой температурой приходится на период цветения зерновых, то это вызывает *череззерницу* и *пустоколосицу* (*белоколосицу*). Болезнь проявляется в нарушении процесса оплодотворения, в колосе образуется меньше зерновок, чем при нормальных условиях, или они не образуются вовсе. Нормальный по внешнему виду колос белеет и быстро засыхает.

Высокая влажность воздуха также может нарушать нормальный рост и развитие растений, особенно если она сочетается с высокой температурой, что, например, приводит к *истеканию зерна*, т. е. формированию шуплых неполновесных зерновок. В основе этого процесса лежит нарушение ферментативной деятельности в клетках зерновок: вместо синтеза запасных веществ идет их гидролиз, накапливаются сахара, повышается осмотическое давление клеточного сока, из-за чего в зерна засасывается много воды, клеточные стенки разрываются, и сахаристая жидкость выходит наружу через трещины и поры. При этом данная жидкость создает благоприятную среду для развития патогенных микроорганизмов.

Для нормального роста и развития разным видам растений нужна неодинаковая влажность почвы. Неблагоприят-

ные условия влажности почвы ослабляют растения, делают их восприимчивыми к патогенам и, чаще всего, к возбудителям корневых гнилей. Особенно опасно чередование обильной влажности с пересыханием почвы. Это приводит к растрескиванию корнеплодов моркови и свеклы, клубней картофеля, которое объясняется тем, что при продолжительной засухе наружные ткани прекращают рост, а после выпадения осадков, когда развитие корнеплода или клубня возобновляется, они растрескиваются. Такие поражения ухудшают товарный вид продукции, а также облегчают доступ к внутренним тканям клубней и корнеплодов болезнетворных микроорганизмов, что ухудшает их лежкость.

В условиях избыточной влажности почвы растения резко замедляют рост, становятся слабыми, хлоротичными, с недоразвитой корневой системой. Семена в переувлажненной почве загнивают до или сразу же после прорастания. Избыточное увлажнение почвы угнетает развитие растений, прежде всего из-за недостаточного поступления воздуха к корням. Примерами таких поражений являются *вымокание* посевов озимых зерновых или гибель плодовых деревьев вследствие застоя на полях и в садах весенней воды.

Низкая влажность почвы не только ослабляет растения, ухудшает их общее развитие, но и может быть причиной серьезных патологических изменений. При длительном недостатке влаги в почве семена не прорастают или дают слабые всходы, из которых развиваются низкорослые растения. Впоследствии у таких растений опадают почки, цветки, плоды или начинается преждевременное цветение. Продолжительный дефицит влаги в почве может привести к гибели растений. Примером заболевания, связанного с недостатком влаги в почве, является вершинная гниль томата.

2.2.3. Болезни растений, вызываемые неблагоприятными температурными условиями

Растения чутко реагируют на существенные изменения температурных условий внешней среды. Особенно губительны для них низкие температуры.

При температуре 0 °С замедляется рост растений, желтеют и деформируются пластинки листа, дыхательные про-

цессы преобладают над ассимиляционными, что приводит к *переохлаждению*, которое особенно часто проявляется на всходах. Длительное понижение температуры, ослабляя растения, может привести их к гибели.

Переохлаждение опасно также для продукции при хранении. В результате ослабевают защитные свойства клубней, корнеплодов, плодов и они быстрее заселяются сапрофитными микроорганизмами.

Особенно вредоносно *замерзание*, так как этот процесс необратим и приводит к нарушению целостности растительной ткани. При этом в межклеточных пространствах и в самих клетках образуются кристаллы льда. Кроме того, клетки обезвоживаются, так как вода из них перемещается в межклеточные пространства, в результате нарушается коллоидное состояние протоплазмы, кристаллы в межклетниках разрастаются еще больше и повреждают плазматические мембраны. При оттаивании замерзшей ткани из нее вытекает клеточный сок, ткань становится как бы прозрачной, затем чернеет и высыхает. Чем богаче растения водой, тем сильнее они повреждаются морозом. Это объясняет большее отрицательное воздействие на молодые органы. Так, даже небольшие заморозки весной сильно повреждают молодые листья, цветки конуса нарастания побегов, в то время как зимой эти же растения в состоянии покоя выдерживают продолжительное действие низких температур.

Для древесных пород большую опасность представляет чередование оттаивания и замораживания. Вследствие этого на деревьях возникают *морозобойные трещины*, которые развиваются после оттепелей, резко сменяющихся сильными морозами. Это результат неравномерного сжатия наружных и внутренних слоев древесины при резком понижении температуры вследствие плохой теплопроводности дерева, что приводит к разрыву наружных частей ствола в продольном направлении. Чаще всего морозобойные трещины захватывают только кору, но иногда они доходят до глубоких слоев.

При внезапном повышении температуры после сильных морозов на деревьях развивается *отлуп*. В этом случае наружные слои ствола расширяются сильнее, чем внутренние,

и происходит отрыв коры от древесины, отлупные трещины кольцом охватывают ствол дерева и могут распространяться на несколько метров по длине ствола, что ослабляет деревья и способствует их гибели.

Большую опасность представляют также *солнечно-морозные ожоги*, которые возникают при резком колебании температур осенью, зимой и особенно весной. Под действием солнечных лучей клетки выходят из состояния покоя и становятся очень чувствительными к воздействию отрицательных температур в ночные часы. В зоне повреждения (наиболее крупные ветви и стволы с южной и юго-западной стороны) кора темнеет, подсыхает и опадает, а обнажившаяся древесина становится незащищенной от неблагоприятных воздействий. Такие ожоги могут переходить в опухоли неинфекционной природы.

Иногда под действием низких температур на деревьях развивается *морозобойный рак*. Вокруг поврежденного ожогом участка коры сначала образуется наплыв, состоящий из ткани, богатой водой и пластическими веществами. При незначительном повреждении коры наплыв полностью затягивает рану, и болезнь дальше не развивается. Наплыв одревесневает и надежно защищает древесину от воздействия окружающей среды. Если наплыв, не успев одревеснеть, подвергается новому воздействию мороза, то рана не затягивается, а вокруг первого наплыва образуется второй. Иногда в центре раны развивается воронкообразное углубление. Такие раковые опухоли нарушают рост ветвей, нередко приводя к их гибели.

Все эти повреждения опасны для деревьев сами по себе, но, кроме того, они способствуют большей чувствительности древесных культур к инфекционным болезням. Для защиты деревьев от вышеназванных повреждений проводят их побелку, осенью обвязывают лапником и т. д.

Многие болезни развиваются из-за воздействия на растения повышенных температур. Особенно страдают от них ткани с повышенным содержанием воды. Продолжительное пребывание растений при температуре 40–50 °С вызывает в них необратимые изменения. Степень повреждения зависит от культуры, возраста, размеров растения. Наиболее чувстви-

тельны к перегреву всходы. Тепловое повреждение растений часто отмечается в теплицах. На листьях солнечные ожоги проявляются в виде желтых или бурых пятен. Происходит преждевременный листопад.

2.2.4. Болезни растений, связанные с загрязнением окружающей среды

В эту группу входят болезни, вызванные ядовитыми для растений соединениями, которые могут находиться в воздухе, почве, воде.

Воздух больших городов и промышленных центров всегда загрязнен различными отходами промышленного производства, а также мелкими частицами угля, песка, извести, в массе представленных дымом и пылью. Кроме твердых частиц, в составе дыма и пыли имеются газообразные продукты, такие как углекислый газ, окись углерода, сернистый газ, пары сильных минеральных кислот (азотной, серной, фтористой), хлор и другие продукты, оказывающие вредное действие на растения.

Дым и пыль из заводских труб попадают на листья, ветви и стебли растений, покрывают их налетом, закупоривающим устьица и приводящим к нарушению газообмена, что вызывает патологический процесс и гибель листьев (их преждевременное опадание) или всего растения. При длительном воздействии на растения дыма промышленных предприятий у деревьев уменьшается прирост по диаметру, преждевременно опадают листья, отмирают ветви и даже вершина. Пыль от цементных заводов, оседая на цветках, препятствует оплодотворению и образованию плодов и этим оказывает вредное влияние на плодовые деревья садов.

В воздухе промышленных городов, где концентрируются крупные металлургические и химические заводы, содержатся большие количества сернистого газа, сероводорода, сероуглерода и других вредных газов, выбрасываемых с дымом или в процессах производства. Эти вредные газы могут вызывать отмирание листьев и хвои и другие заболевания растений.

Вредное действие дегтярных испарений приводит к появлению коричневых пятен с ярко очерченными краями.

Листья становятся вялыми, хлорофилловые зерна разрушаются. Отравление от газопроводов, проложенных в земле, приводит к патологическому развитию корешков, замедленному их росту и в итоге к гибели растения.

По характеру и течению процесса заболевания, вызываемые вредными газами, часто делят на хронические и острые. В первом случае, при действии небольших концентраций газа, жизненные функции растения нарушаются постепенно. Во втором случае, при действии больших концентраций газа, у растений происходит поражение отдельных частей, в особенности листьев, на которых образуются некротические пятна. У хвойных деревьев признаком острого заболевания является винно-красная окраска верхушки или всей хвои и дальнейшее ее опадание.

Неправильное использование пестицидов также может оказать токсическое действие на растения и привести к поражению всех его частей. При этом обычно изменяется окраска, на листьях образуются пятна темно-бурого или кирпичного цвета, такие места часто засыхают. Иногда пластинки листьев продырявливаются. Листья с пятнами могут остаться на растениях или же вскоре опадать. Часто листья становятся курчавыми, жесткими и очень легко ломаются. Если повреждено большое количество листьев, плоды плохо созревают, не имеют характерного цвета, созревание их запаздывает, что связано с задержкой роста.

При отравлении пестицидами в растениях происходят глубокие физиологические, анатомические и цитологические изменения. Определенный пестицид вызывает характерное повреждение. Так, медь оставляет на растении красные или коричневые долго сохраняющиеся пятна, на плодах образуются бурые пятна. Листья томатов, пораженные медьсодержащими пестицидами, часто скручиваются с верхней стороны, становятся жесткими.

2.2.5. Болезни растений, вызываемые другими абиотическими и биотическими факторами

К данной группе относят болезни, связанные с механическими повреждениями растений. Такие повреждения воз-

можны в процессе посадки или посева, в период ухода за растениями, во время уборки, транспортировки и закладки продукции на хранение. Кроме этого, механические повреждения растениям могут наносить насекомые, животные, сильный ветер, град, ливни, снегопады, удары молнии и т. д. В результате повреждений происходит ослабление растений, нарушение целостности тканей, органов и нормального процесса жизнедеятельности.

Через повреждения происходит проникновение патогенов и развитие вследствие этого инфекционных болезней.

2.3. ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

Болезни, возникающие в результате воздействия на растения других чуждых для них организмов, называют *инфекционными*, или *паразитарными*. Возбудителями инфекционных болезней растений могут быть грибы, бактерии, актиномицеты, вирусы, микоплазменные организмы (микоплазмы), некоторые цветковые растения-паразиты (заразиха, повилика, омела).

Инфекционность паразитарных болезней обусловлена способностью фитопатогенных организмов вызывать заражение, а также их быстрым и массовым размножением и распространением от больных растений к здоровым.

Инфекционные болезни растений существенно снижают урожайность сельскохозяйственных культур и ухудшают качество полученной продукции.

2.3.1. Понятие о паразитизме возбудителей болезней растений и его формах

По способу питания все живые организмы, населяющие землю, делятся на автотрофов и гетеротрофов. **Автотрофы** — организмы, способные создавать органическое вещество самостоятельно. **Гетеротрофы** — организмы, которые не могут вырабатывать органическое вещество самостоятельно и питаются только за счет органического вещества, создаваемого автотрофами.

Все болезнетворные организмы являются гетеротрофами. По отношению к характеру используемого органического

вещества гетеротрофные организмы делят на сапрофитов и паразитов.

Сапрофиты питаются мертвыми растениями, животными или другими органическими остатками. Несмотря на отсутствие строгой специализации в питании у сапрофитной группы организмов в целом, у большинства сапрофитных грибов четко выражена способность развиваться только на растительных остатках того или иного вида растений или на их отдельных органах.

Основным местом обитания сапрофитов является почва. Участие их в почвенных процессах очень велико. Некоторые сапрофитные микроорганизмы обладают способностью в процессе своей жизнедеятельности выделять токсины, губительно действующие на многих представителей фитопатогенных грибов и бактерий. Ряд из них в настоящее время используется для производства биологических препаратов, применяемых для защиты сельскохозяйственных культур от фитопатогенов, обитающих в почве.

Паразитизм — тип отношения одного организма (паразита) к другому (хозяину), при котором один живет за счет другого, удовлетворяя свои потребности в источниках энергии. При паразитизме наблюдается частичная или полная зависимость одного организма от другого. Паразитные организмы развиваются на поверхности или внутри других организмов, из живых клеток которых они извлекают питательные вещества.

Инфекционные болезни растений являются результатом взаимоотношений паразитного организма и питающего растения (растения-хозяина).

По степени выраженности паразитических свойств болезнетворные микроорганизмы делятся на следующие группы.

1. *Облигатные сапрофиты* — питаются мертвыми растениями или органическим веществом почвы. Некоторые из них разрушают лесоматериалы, другие живут в почве, являясь антагонистами ряда возбудителей болезней растений.

2. *Облигатные паразиты* — живут только за счет содержимого живых клеток растения-хозяина. Паразитизм в облигатной форме наиболее часто встречается у грибов (возбудители ржавчины, мучнистой росы, ложной мучнистой росы). Среди

фитопатогенных бактерий обязательных паразитов вообще нет. Фитопатогенные вирусы в современном представлении следует причислять к особой группе облигатных паразитов.

3. *Факультативные сапрофиты* ведут паразитический образ жизни на живых растениях, но при определенных условиях могут продолжать свое развитие на мертвых растительных тканях (возбудители парши яблони и груши).

4. *Факультативные паразиты* — очень многочисленная группа возбудителей болезней растений, которые ведут, как правило, сапрофитный образ жизни на мертвой растительной ткани, однако могут распространяться на примыкающие к мертвым здоровые ткани, предварительно убивая их клетки своими токсинами (возбудители черного рака яблони, серой гнили овощей).

Кроме рассмотренных типов взаимоотношений между гетеротрофными организмами, чаще всего грибами и зелеными растениями, встречается симбиоз, т. е. сожительство двух разных организмов. При симбиозе каждый получает взаимную жизненно необходимую помощь один от другого. Микотрофное питание растений является примером симбиоза. В этом случае мицелий гриба входит в контакт с клетками корней и тем самым способствует поглощению растением воды и минеральных питательных веществ из почвы. В свою очередь питание и развитие гриба в значительной мере обеспечиваются выделениями или содержимым клеток корней растений. Такое сожительство грибов и корней растений называют микоризой.

2.3.2. Специализация возбудителей болезней растений

Специализация фитопатогенов — это приспособленность к питанию за счет определенных растений, органов, тканей. Различают несколько типов паразитической специализации фитопатогенов. *Филогенетическая специализация* — это приуроченность фитопатогена к определенным питающим растениям. Так, гриб *Botrytis cinerea* поражает представителей очень многих семейств растений, вызывая у них серую гниль листьев, плодов, стеблей и других органов; гриб *Rhizoctonia solani* является возбудителем корневой гнили многих культур-

ных и сорных растений. Паразитные организмы, обладающие широким диапазоном в выборе питающего субстрата, называются *полифагами*.

Для облигатных и близких к ним паразитов круг растений-хозяев бывает ограничен в пределах одного ботанического семейства, рода и даже вида растений. Например, грибы – возбудители стеблевой ржавчины и мучнистой росы злаков поражают только злаковые культуры, а гриб – возбудитель фитофтороза – ряд растений из рода *Solanum* (картофель, томат). Гриб *Ustilago tritici* воздействует только на пшеницу и вызывает у нее пыльную головню. Паразитные организмы с ограниченным кругом растений-хозяев называют *монофагами*.

Кроме филогенетической специализации, паразитные организмы различаются по приуроченности к поражению определенных органов, так называемой *органотропной специализации*. Так, возбудитель килы крестоцветных культур (*Plasmidiophora brassicae*) поражает корневую систему, а *Monilia fructigena* – главным образом плоды (яблони, груши). Некоторые фитопатогены для своего питания избирают определенную ткань растений-хозяев (только паренхиму, только проводящую или покровную ткань и т. д.), что говорит о *гистотропной специализации* паразитного организма.

Существует также *онтогенетическая* или *стадийно-возрастная* специализация – это приуроченность патогена к определенному возрасту растений. Так, возбудители корневой гнили поражают свеклу в стадии всходов, а возбудитель спорыньи инфицирует колосья злаковых растений в фазе цветения.

Возбудители болезни растений могут обладать одновременно одной и более специализациями. Так, возбудитель пыльной головни пшеницы поражает зерновую культуру – филогенетическая специализация, зерно – органотропная специализация, проникает в растения в стадии цветения – онтогенетическая специализация.

2.3.3. Грибы как возбудители болезней сельскохозяйственных культур

Грибы – большая группа гетеротрофных организмов (свыше 100 тыс. видов), которые выделены в самостоятельное

царство и по ряду признаков занимают промежуточное положение между растениями и животными. С растениями грибы объединяет питание путем всасывания пищи, а не заглатывания, и неограниченный рост. Они сходны с животными по наличию в продуктах обмена мочевины, в оболочках клеток — хитина, запасного продукта — гликогена, а не крахмала. Грибы, лишенные способности к автотрофному питанию, используют готовые органические вещества растительного или животного происхождения. Они играют важную роль в природе и жизни человека. Поселяясь на остатках растений, животных, грибы выполняют санитарную функцию, минерализуя органические соединения. Благодаря богатому набору ферментов грибы используются человеком в хлебопечении, сыроварении, кондитерской, кожевенной, текстильной и химической промышленности. Физиологически активные вещества, вырабатываемые грибами, находят применение в медицине, на их основе создаются антибиотики, анальгетики и другие лекарственные препараты. Из спор грибов, паразитирующих на насекомых, созданы биопестициды для борьбы с ними. Грибы-гиперпаразиты (паразиты второго порядка) используются в борьбе с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур. На основе спор такого гриба, как триходерма лигнорум, создана целая серия биологических препаратов: триходермин с различными индексами против корневых гнилей овощных культур, черной ножки, бактериозов капусты и других болезней растений. Некоторые виды грибов стали сельскохозяйственными культурами (шампиньоны).

Однако роль грибов в жизни человека как положительная, так и отрицательная. Более 10 тыс. видов грибов являются возбудителями болезней растений. Свыше 80 % заболеваний сельскохозяйственных культур вызывается грибами, что приводит к значительным потерям урожая, а иногда и к полной гибели посевов. Кроме того, токсины многих грибов — возбудителей болезней сельскохозяйственных культур вредны для здоровья человека и животных. Зарегистрированы случаи отравления хлебом, приготовленным из муки с примесью склероциев спорыньи. Известны также грибковые болезни человека и животных.

Морфология вегетативных органов грибов. К морфологическим особенностям грибов относятся наличие у них вегетативного тела нитчатого строения и способность к размножению спорами. Вегетативное тело грибов — мицелий — представляет собой совокупность тончайших ветвящихся гиф.

Нарастание мицелия происходит при неограниченном росте гиф, толщина которых не превышает 5–6 мкм. Вместе с тем у некоторых простейших грибов (плазмодиофоромицеты) нитчатый типичный мицелий отсутствует, и вегетативное тело представлено одной клеткой, нередко лишенной оболочки, так называемым *амебоидом*, или *плазмодием*, обычно располагающимся внутри питающей клетки растения-хозяина.

Мицелий у различных групп грибов имеет различное микроскопическое строение. У низших грибов, к которым относят хитридиомицеты, оомицеты и зигомицеты, гифы хотя и достигают нескольких сантиметров в длину, но не имеют поперечных перегородок, и мицелий представляет собой одну сильно разветвленную клетку с большим количеством ядер в ней. Такой мицелий называют *одноклеточным*, или *нечленистым*, а иногда *неклеточным*, или *несептированным*.

У всех высших грибов (аскомицеты, базидиомицеты, дейтеромицеты) гифы мицелия имеют многочисленные перегородки. Такой мицелий называется *многоклеточным*, или *членистым*, или *септированным*. Клетки мицелия высших грибов могут быть одноядерные, двуядерные и многоядерные.

У большинства грибов гифы мицелия бесцветные, и в массе он представляет собой белое пушистое образование, иногда темнеющее при переходе к спороношению. У других грибов первоначально бесцветные гифы постепенно пигментируются в бурые или темные тона. У отдельных видов грибов мицелий может окрашиваться в красный, голубой, зеленый и другие яркие цвета, что связано с отложением в клеточных оболочках различных пигментов. Окраска гиф мицелия и спороношений грибов является важным диагностическим признаком.

У многих сапрофитных форм, а иногда у некоторых паразитов мицелий может простирается по поверхности питающего субстрата в виде рыхлого или уплотненного тонкого нале-

та. Такой тип мицелия называется *экзофитным*, или *эпифитным*. Паразитические грибы, у которых мицелий развивается на поверхности растений, называются эктопаразитами. Наиболее типичными их представителями являются настоящие мучнисторосяные грибы (*Erysiphaceae*).

Большинство фитопатогенных грибов имеет мицелий *эндофитный*, т. е. располагающийся внутри тканей растения. Паразитические грибы, имеющие внутренний мицелий, называются эндопаразитами. При этом мицелий может проникать внутрь клеток растения-хозяина и пронизывать их (внутриклеточный мицелий) или располагаться в межклетниках (межклеточный мицелий), проникая в соседние клетки растения при помощи гаусторий. Межклеточный мицелий характерен для паразитных форм (*Peronosporaceae*, *Uredinales*, некоторые *Erysiphaceae* и др.). Нередко мицелий может развиваться в межклетниках и пронизывать клетки тканей (*Ustilaginales* и др.).

Распространение мицелия по растению или внутри тканей обычно имеет ограниченный характер и захватывает небольшие участки листа, плода или другого органа (*местный*, или *локальный*, мицелий).

В более редких случаях встречается *диффузный* мицелий, охватывающий все или почти все органы растения. Диффузное разрастание мицелия обычно бывает у растений, развивающихся из зараженных семян, клубней, луковиц, у которых были заражены корневища или спящие почки. Из них затем вырастают диффузно зараженные побеги. Иногда у головневых, ржавчинных, некоторых пероноспоровых и других грибов наблюдается многолетнее развитие мицелия в зимующих органах.

Видоизменения мицелия. В процессе эволюции у грибов выработалась способность видоизменять вегетативное тело для лучшей адаптации к постоянно меняющимся условиям окружающей среды.

Для прикрепления к питающему субстрату экзофитный мицелий образует ризоиды и аппрессории. *Ризоиды* — тонкие, лишенные собственных ядер ответвления мицелия для прикрепления к субстрату гиф и спорангиеносцев (мукоровые грибы); *аппрессории* — присоски, предназначенные для при-

крепления ростковых гиф и мицелия к субстрату (мучнисто-росяные, ржавчинные и другие грибы).

Как поверхностный, так и внутренний межклеточный мицелий образует особые органы — *гаустории*, проникающие внутрь живых клеток растения в виде простых булавовидно вздутых или часто разветвленных специализированных ответвлений гиф, которые выполняют функцию питания. Форма гаусторий бывает различной у разных видов грибов (рис. 2.1).

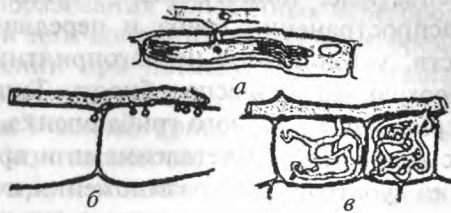


Рис. 2.1. Гаустории различной формы у грибов родов:
а — эризифе; б — альбуго; в — пероноспора

Гаустории и аппрессории характерны для паразитных грибов, хотя аппрессории иногда встречаются и у сапрофитных форм.

Одним из видоизменений мицелия являются *анастомозы* — выросты двух соседних гиф одного или разных мицелиев, срастающихся друг с другом в форме соединительных мостиков. Через такие анастомозы происходит обмен содержимым клеток, в том числе и ядерным, что обеспечивает разнокачественность мицелия. Появление анастомоз иногда связано с неблагоприятными условиями, например с недостатком питания.

У высших грибов (сумчатых и базидиальных) наблюдается особенно обильное развитие мицелия (разрастание и уплотнение разнообразного характера), которое приводит к формированию особых образований. Простейшей формой такого мицелиального образования являются *мицелиальные пленки*. Они часто встречаются у дереворазрушающих трутовых грибов и напоминают замшевую кожу. Размер пленки достигает нескольких десятков сантиметров, и она обладает достаточно высокой прочностью.

При параллельном росте большого количества гиф в одном направлении часто наблюдается образование *тяжей* (*шнуров*), состоящих из параллельно расположенных и частично сросшихся в продольном направлении гиф.

Более сложной формой мицелиального образования являются *ризоморфы* — ветвящиеся сплетения мицелия с темноокрашенными поверхностными гифами. Наружные гифы ризоморф обычно отмершие, темные, толстостенные, а внутренние — бесцветные, тонкостенные, живые. Ризоморфы служат для распространения гриба и передвижения питательных веществ, устойчивы к неблагоприятным условиям и могут долго сохранять жизнеспособность. Типичные ризоморфы характерны для известного гриба опенка. Внешне они очень сходны с корневыми разветвлениями и предназначены для охватывания субстрата, для размножения и образования плодовых тел.

Склероции — плотные переплетения гиф округлой или вытянутой формы, размером от десятых долей миллиметра до нескольких сантиметров. Мицелий наружной части склероция чаще темноокрашенный, толстостенный. Внутренняя часть склероция состоит из сильно обезвоженных, тонких, бесцветных гиф, богатых питательными веществами.

Склероции у грибов являются покоящейся стадией, в которой гриб способен сохраняться в период неблагоприятных условий: засуха, низкие температуры. Многие виды грибов зимуют в состоянии склероциев, которые в качестве обязательной стадии входят в их цикл развития. После периода покоя склероции прорастают обычно с образованием спороносщих органов или, чаще, мицелия.

В состав склероция в одних случаях входят только гифы гриба (спорынья злаков, белая гниль овощных), а в других — склероции построены из измененных тканей питающего растения (обычно плода, пронизанного во всех направлениях мицелием — черный рак плодовых семечковых). Такое образование склероция называется *мумификацией*. При мумификации с накоплением в грибнице запасных питательных веществ происходит обезвоживание тканей растения. Мумии

также являются покоящимися стадиями гриба (плодовая гниль яблок, груш и др.).

К видоизменениям мицелия, которые служат, в основном, для вегетативного размножения грибов, относят оидии, бластоспоры (почкующиеся клетки), хламидоспоры, геммы.

Оидии, или *артроспоры*, — округлые или удлиненные клетки с тонкой оболочкой, служащие для вегетативного размножения грибов. Сохраняются оидии непродолжительное время, прорастают обычно мицелием. Формирование оидий идет путем образования поперечных перегородок в неклеточном мицелии или дополнительных перегородок в многоклеточном мицелии при последующем распаде всего мицелия или некоторых гиф на отдельные клетки, обособляющиеся друг от друга. У многих грибов оидии входят в цикл развития в качестве обязательной стадии.

Бластоспоры — почкующийся мицелий. Представляет собой маленькие выросты на поверхности округлившихся и обособленных клеток мицелия. Постепенно они увеличиваются, отделяются от материнской клетки и снова начинают почковаться. Бластоспоры встречаются в цикле развития дрожжевых и некоторых других голосумчатых грибов.

Хламидоспоры — это толстостенные клетки, образующиеся одиночно или группами, часто в цепочках на вегетативном мицелии. Эти клетки имеют плотные утолщенные оболочки, обычно темноокрашенные и инкрустированные на поверхности бородавочками, шипами, складками, которые создают иногда сетчатый узор.

Хламидоспоры при отсутствии достаточной влажности сохраняют жизнеспособность в течение многих лет, но большинство из них при благоприятных условиях способно прорасти сразу же после образования.

Обычно хламидоспоры прорастают в органы спороношений, характерные для вида, а также в росток мицелия.

У многих грибов (например, головневых) хламидоспоры входят в цикл их развития в качестве обязательной стадии, но бывают случаи, когда хламидоспоры формируются и при неблагоприятных условиях у мукоровых, базидиальных грибов.

Геммы — клетки мицелия, по способу образования напоминающие хламидоспоры, но отличающиеся непостоянством

размера и формы. Как и хламидоспоры, они способны длительное время сохраняться, а при благоприятных условиях — прорасть мицелием.

Перечисленные видоизменения мицелия указывают на большую пластичность грибов. Описанные мицелиальные образования служат не только для сохранения, распространения, питания, прикрепления к питающему субстрату, но и для вегетативного размножения гриба. Эта биологическая особенность встречается у многих видов и имеет большое биологическое значение.

Питание грибов. Для нормальной жизнедеятельности, роста и размножения грибы нуждаются в многочисленных элементах питания: углероде, азоте, сере, фосфоре, калии и магнии; микроэлементах: железе, цинке, меди, кобальте, марганце, молибдене и др.; витаминах: биотине, тиамине; ростовых и других биологически активных веществах.

Питательные вещества поступают в организм гриба через оболочки гиф осмотическим путем или при помощи специальных органов — гаусториев. Поэтому грибы могут поглощать питательные вещества только в виде водных растворов. Превращение сложных органических соединений растительных тканей (белки, жиры, полисахариды) в более простые водорастворимые соединения осуществляется грибами с помощью ферментов. В состав ферментативного аппарата грибов входят ферменты, разрушающие клетчатку, и пектиновые вещества (целлюлаза, пектиназа, протопектиназа), гидролизующие крахмал (амилаза), расщепляющие белки (протеаза) и др. При участии ферментов происходит и обратный процесс — синтез комплексных высокомолекулярных соединений, идущих на построение тела гриба за счет поглощаемых им простых молекул.

Размножение грибов. Грибы размножаются вегетативным и репродуктивным способами.

Вегетативное размножение осуществляется неспециализированными или малоспециализированными частями мицелия. Оно может происходить при помощи частиц или обрывков грибницы, которые дают начало новому мицелию. Этот простой способ размножения грибов довольно широко

распространен в природе; его используют также при искусственном разведении грибов, например шампиньона, вешенки, и при пересевах чистых культур в лабораториях. Более специализированными частями вегетативного размножения грибов являются образования мицелия, которые обособляются на отдельные клетки и легко отделяются. К таким органам вегетативного размножения относятся хламидоспоры, бластоспоры, оидии и геммы (рис. 2.2).

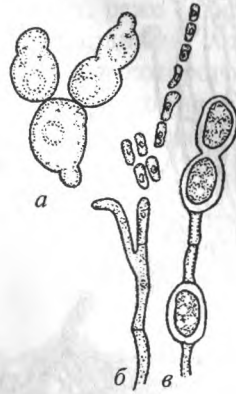


Рис. 2.2. Вегетативное размножение грибов:
а — бластоспоры; б — оидии;
в — хламидоспоры

Репродуктивное размножение осуществляется спорами, которые образуются при помощи специальных органов спороношения, отличающихся от вегетативных гиф, и может быть бесполом и половым.

Наиболее простым органом бесполого размножения является *спорангий*, представляющий собой шарообразно вздутый конец гифы. Внутри спорангия в большом количестве образуются неподвижные одноклеточные *спорангиоспоры*. Гифа, на верхней части которой образуется спорангий, называется *спорангиеносец* (рис. 2.3).

У многих низших грибов бесполое размножение происходит при помощи *зооспор*, снабженных жгутиками, благодаря которым они легко перемещаются во влажной среде. Зооспоры развиваются в зооспорангиях. У наиболее примитивных современных форм грибов, например у видов *Olpidium*, зооспорангий формируется прямо из вегетативного тела. При этом

все тело особи (амебоид) состоит из одной клетки, которая лишена собственной оболочки и находится внутри живой клетки растения-хозяина. С достижением зрелости амебоид полностью превращается в зооспорангий. При этом он покрывается оболочкой и его содержимое распадается на отдельные одноядерные участки, которые в виде одножгутиковых зооспор выходят наружу и, распространяясь в водной среде, осуществляют заражение чувствительных растений (рис. 2.4).

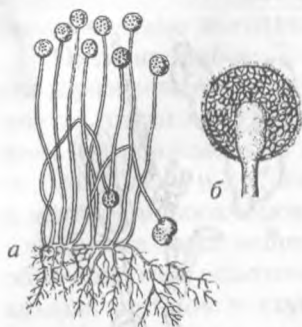


Рис. 2.3. Спорангии рода *Mucor*:

a — спорангиеносцы;

б — спорангии

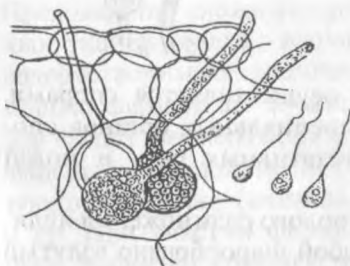


Рис. 2.4. Зооспорангии и зооспоры *Olpidium brassicae*

У других, более высокоорганизованных грибов (например, у пероноспоровых) зооспорангии формируются в большом количестве на концах видоизмененных ветвей мицелия — спорангиеносцах, обособившихся в качестве органов размножения и резко отличающихся от вегетативных гиф по форме, характеру роста и другим признакам.

При созревании зооспорангии отрываются от спорангиеносцев и разносятся воздушными потоками или каплями дождя.

При прорастании зооспорангия у большинства оомицетов образуются типичные зооспоры с двумя жгутиками. Но у некоторых видов подвижные стадии утрачены, и зооспорангии прорастают с образованием ростковой трубочки, удлиняющейся затем в вегетативный мицелий. Такие зооспорангии часто называют конидиями, хотя по своему происхождению они являются истинными зооспорангиями.

Достаточно распространенной формой бесполого размножения является конидиальное спороношение, характерное для высших грибов — сумчатых, несовершенных, реже базидиальных, представленное конидиеносцами с конидиями. *Конидиеносец* — это ответвление мицелия, на вершине которого экзогенно формируются споры — *конидии*. Иногда конидиеносцы собраны в пучки — *коремии* либо формируются в особыхместилищах — *пикнидах*, или *конидиальных ложах* (рис. 2.5).

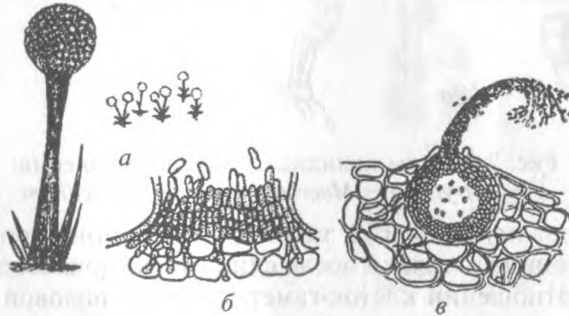


Рис. 2.5. Типы конидиального спороношения:
а — коремия; б — ложе; в — пикнида

Коремии представляют собой небольшую группу конидиеносцев, сросшихся по длине и приподнимающихся над субстратом в виде венчика.

Ложе — скопление очень большого количества конидиеносцев на ограниченном сплетении мицелия; ложа закладываются под покровными тканями органов растения-хозяина, которые они разрывают и выступают наружу. Иногда они развиваются на поверхности субстрата.

Пикнида — наиболее сложное образование, представляющее собой плодовое тело гриба. Это шарообразное или иной

формы споровместилище с плотными стенками, внутренняя поверхность которых покрыта слоем конидиеносцев, отчленивающих конидии во внутреннюю полость пикниды. На вершинах пикниды имеется отверстие для выхода конидий.

Конидиеносцы и конидии очень разнообразны по форме, строению и окраске, эти признаки часто используются в систематике грибов при выделении видов, родов, семейств и порядков. Конидиальное спороношение встречается как у высших, так и у некоторых низших грибов (рис. 2.6).

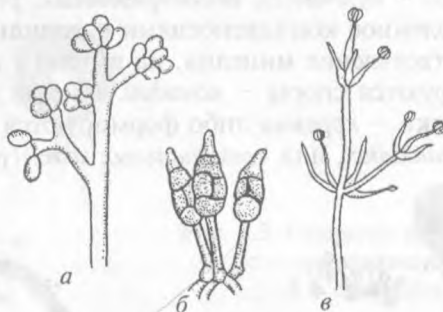


Рис. 2.6. Типы конидиального спороношения:
а — *Botrytis*; б — *Macrosporium*; в — *Verticillium*

К половому относится такое спороношение, при котором споры возникают только после слияния разнокачественных в половом отношении клеток-гамет, т. е. идет половой процесс. Различают три основные фазы полового процесса: плазмогамия — слияние отцовской и материнской клеток, кариогамия — слияние ядер, редукция — деление ядра.

Половые клетки могут быть морфологически одинаковыми или отличающимися друг от друга. Половой процесс морфологически одинаковых гамет называют изогамией, а морфологически различных мужской и женской половых клеток — оогамией.

У грибов, имеющих половой процесс, в цикле развития чередуются гаплоидные (n) и диплоидные ($2n$) состояния, причем у некоторых грибов диплоидная фаза может быть такой, что после плазмогамии ядра не сливаются, и наблюдается фаза дикариона ($n + n$).

Основное предназначение полового процесса — образование споры, способной перезимовать или сохраняться длительное время при неблагоприятных условиях, а затем осуществлять первичное заражение растений. Половой процесс обеспечивает также возможность изменчивости и наследования признаков отцовской и материнской клеток.

Половое размножение у грибов различных классов характеризуется специфическими особенностями (рис. 2.7). У простейших форм грибов оно осуществляется путем слияния двух разнополюх зооспор, в результате чего формируется *циста*, или *зимний зооспорангий*. При слиянии содержимого двух одинаковых по форме и величине клеток разнополого мицелия образуются *зигоспоры*. При соединении содержимого двух различных по строению половых клеток формируются *ооспоры*.

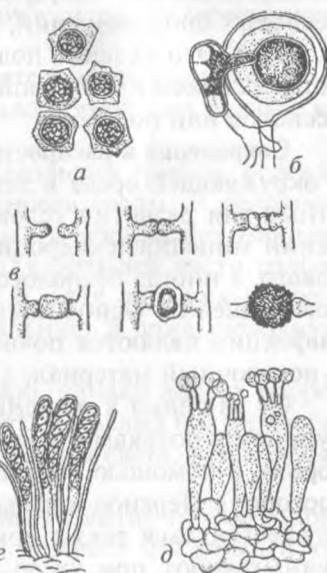


Рис. 2.7. Основные формы полового спороношения грибов:

- а* — цисты; *б* — образование ооспоры; *в* — схема формирования зигоспоры; *г* — аски с аскоспорами; *д* — базидии с базидиоспорами

Цисты, зигоспоры, ооспоры характерны для низших грибов. Они представляют собой покоящиеся споры, имеют толстую прочную оболочку и предназначены для сохранения гриба в неблагоприятных условиях.

Половое размножение у представителей высших грибов завершается образованием асков или базидий. *Аски* — это различной формы мешковидные образования, внутри которых развиваются аскоспоры. Обычно каждый аск содержит восемь аскоспор. *Базидия* представляет собой клетку цилиндрической или булавовидной формы, на поверхности которой формируются базидиоспоры. Чаще всего их бывает четыре.

У большинства грибов на разных этапах индивидуального развития образуются различные спороношения. Чаще всего гриб дает два спороношения: половое и бесполое. Однако известно немало грибов, в цикл развития которых (циклом развития у грибов называют последовательное прохождение различных стадий и спороношений, завершающееся образованием исходных спор), помимо полового, входит несколько бесполовых спороношений, иногда сильно отличающихся друг от друга. Это явление получило название *плеоморфизма*. Некоторые грибы имеют лишь одно какое-либо спороношение — бесполое или половое.

Сохранение и распространение грибов. Грибы сохраняются в окружающей среде в зимний период или при неблагоприятных для развития условиях в форме некоторых видоизменений мицелия (склероции, тяжи, хламидоспоры), спор полового, а иногда бесполого спороношения, реже — в виде живого мицелия. Основными источниками первичной грибной инфекции являются почва, растительные остатки, семенной и посадочный материал, а также многолетние растения.

От растения к растению грибы распространяются с воздушными потоками (анемохория), водой и дождем (гидрохория), с помощью насекомых или животных (энтомохория, зоохория). Перенос инфекции фитопатогенных грибов может осуществляться также при проведении механизированных и ручных работ при уходе за растениями. Распространяются грибы преимущественно спорами бесполого спороношения.

Отношение грибов к условиям окружающей среды. Большое значение для роста и развития грибов имеет влажность субстрата и окружающей среды. Большинство грибов влаголюбивы, особенно необходимо наличие капельно-жидкой

влаги и высокой относительной влажности воздуха для прорастания спор и заражения растений.

Особенно влаголюбивы некоторые группы низших грибов, а также некоторые базидиальные и несовершенные грибы. Однако избыточное увлажнение для многих грибов неблагоприятно, так как при этом снижается доступ кислорода, необходимого для их развития. Известны также грибы, хорошо развивающиеся в относительно засушливых условиях, например возбудители настоящей мучнистой росы.

Оптимальная температура для развития фитопатогенных грибов 18–25 °С. В то же время рост их может происходить в более широких температурных пределах — от 2 до 40 °С. При более низких температурах развиваются лишь немногие грибы, такие как *Fusarium nivale* — возбудитель снежной плесени озимых, *Sclerotinia graminearum* — возбудитель склеротиниоза злаков.

Все грибы аэробы, хотя требовательность к уровню обеспечения кислородом может быть различной для разных их видов.

Важное значение для роста и развития грибов, особенно почвообитающих, имеет кислотность среды. В основном они предпочитают кислые субстраты и слабокислую реакцию среды. Оптимальная кислотность для большей части грибов находится в диапазоне рН от 4 до 6, хотя есть виды, предпочитающие более кислую, нейтральную и даже щелочную среду.

Грибы безразличны к освещению, однако для их спороношения необходим рассеянный свет. Мицелий большинства грибов лучше развивается при отсутствии света, исключение составляют мучнисторосяные.

Понятие о цикле развития грибов. Развитие грибов в природе проходит в несколько стадий и имеет циклический характер. Под циклом развития понимают последовательное прохождение грибом определенных фаз развития. Наиболее типичной для грибов является следующая схема цикла развития:

1) вегетативная стадия — мицелий, плазмодий (вегетативное тело гриба);

2) стадия бесполого размножения (бесполое спороношение гриба типа конидий, спорангиеспор, зооспор);

3) стадия полового размножения (формирование спор в результате полового процесса).

Часто наблюдаются упрощенные схемы циклов развития (несовершенные грибы) или усложненные (ржавчинные грибы).

Систематика грибов. Разделение грибов на определенные группы с установлением связи между ними называется систематикой грибов. В основу современной систематики положены морфологические, цитологические, биологические, физиолого-биохимические признаки. По ней грибы относятся к трем царствам, включающим в себя семь отделов, четырнадцать классов (см. приложение).

Краткая характеристика основных систематических групп

Отдел *Chytridiomycota*

Отдел *Chytridiomycota* (Хитридиомицеты) относится к царству грибов *Mycota*, группе низшие грибы и включает в себя класс *Chytridiomycetes*.

Вегетативное тело — многоядерный плазмодий или зачаточный мицелий, ризомицелий. Бесполое размножение осуществляется зооспорами с одним жгутиком. Половой процесс — изогамия с образованием покоящихся спор (цист). Цисты сохраняются в почве до 10 лет. Представители класса — облигатные внутриклеточные паразиты, вызывают следующие типы болезней: наросты (опухоли), гнили, чаще поражают подземные органы растений. Жизнедеятельность грибов класса *Chytridiomycetes* тесно связана с водной средой. Многие из них паразитируют на водорослях и водных высших растениях. Фитопатогенные виды предпочитают повышенную влажность почвы, а также кислую реакцию почвенного раствора.

Наиболее вредоносными представителями класса являются виды *Olpidium brassica* — возбудитель черной ножки капустной рассады и *Synchytrium endobioticum* — возбудитель рака картофеля.

Отдел *Oomycota*

Отдел *Oomycota* (Оомицеты) относится к царству грибов *Chromysta*, группе низшие грибы и включает в себя класс *Oomycetes*.

Вегетативное тело — хорошо развитый одноклеточный мицелий. Бесполое размножение осуществляется зооспорами и конидиями в зависимости от вида патогена и условий окружающей среды. Половой процесс — оогамия с образованием ооспор. Ооспора двухъядерная, покоящаяся, прорастает в зооспорангий. Представители класса — сапрофиты и паразиты с различным уровнем паразитизма, вызывают пятнистости с налетом надземных частей растений, гнили подземных частей, деформации, пустулы. Большинство оомицетов предпочитают условия повышенной влажности воздуха и почвы, умеренную температуру. Основными представителями фитопатогенных видов являются *Pythium debarianum* — один из возбудителей корневой гнили свеклы, черной ножки рассады овощных культур, *Phytophthora infestans* — возбудитель фитофтороза картофеля и томатов, *Plasmopara viticola* — возбудитель милдью (ложномучнистой росы) винограда, *Peronospora schachtii* — возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) свеклы, *Peronospora destructor* — возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) лука, *Peronoplasmodium cubensis* — возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) огурца, *Bremia lactuca* — возбудитель ложномучнистой росы салата.

Отдел *Zygomycota*

Отдел *Zygomycota* (Зигомицеты) относится к царству грибов *Mycota*, группе низшие грибы, включает в себя класс *Zygomycetes*.

Вегетативное тело у грибов данного класса представлено хорошо развитым одноклеточным мицелием. Бесполое размножение осуществляется неподвижными спорангиеспорами. Половой процесс — зигогамия с образованием покоящихся зигоспор, которые впоследствии прорастают в спорангии со спорангиеспорами. В основном сапрофиты, но иногда паразитируют на насекомых и растениях, вызывая на пораженных органах образование налета. *Mucor racemosus* — возбудитель

головчатой плесени пищевых продуктов, овощей и *Rizopus nigricans* — возбудитель черной или хлебной плесени широко распространены в природе, обычно встречаются на заплесневевшем хлебе, могут вызывать гниль плодов и ягод, овощей, плесневение семян.

Отдел *Ascomycota*

Отдел *Ascomycota* (Аскомицеты, или сумчатые) относится к царству грибов *Mycota*, группе высшие грибы, включает в себя четыре класса: *Archaeascomycetes*, *Hemiascomycetes*, *Euascomycetes*, *Loculoascomycetes*.

Представители отдела характеризуются хорошо развитым многоклеточным, чаще эндогенным мицелием, образующим многочисленные видоизменения: геммы, оидии, хламидоспоры, склероции и т. д. Бесполое размножение осуществляется конидиями или отсутствует. Конидии образуются в течение вегетационного периода многократно, являясь источником вторичной инфекции. Половой процесс заканчивается формированием асков с аскоспорами (сумок с сумкоспорами). Они могут располагаться непосредственно на мицелии или в особых егоместилищах — плодовых телах. Различают следующие типы плодовых тел: *клейстотеций* — полностью закрытое плодовое тело в виде шара; *перитеций* — полуоткрытое плодовое тело в виде кувшина; *апотеций* — открытое плодовое тело в виде блюда, диска. Кроме того, для некоторых представителей отдела характерны ложные плодовые тела — *псевдоптеции*, формирующиеся после периода зимнего покоя из мицелия внутри тканей листьев и других органов растений.

Плодовые тела довольно разнообразны по окраске, величине, строению и расположению относительно субстрата. Они могут быть одиночными или скученными, нередко погруженными в общую строму, представляющую собой более или менее объемистое сплетение мицелия различной консистенции (рис. 2.8).

Для грибов данного отдела характерны все уровни паразитизма. Они могут вызывать следующие типы болезней: деформации, налеты, гнили, пятнистости, мумификации и др.

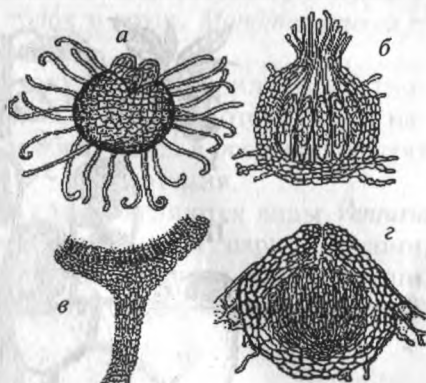


Рис. 2.8. Типы плодовых тел эуаскомицетов: а — клейстотетий; б — перитетий; в — апотетий; г — псевдотетий

Класс *Archaeascomycetes* (архаеаскомицеты, или голосумчатые) объединяет грибы, у которых отсутствуют плодовые тела, а аски образуются непосредственно на мицелии из зиготы без образования аскогенных гиф.

Включает в себя около 100 видов узкоспециализированных паразитов, поражающих среди сельскохозяйственных растений главным образом плодовые косточковые, вызывая гипертрофию, деформации, «ведьмины метлы». Бесполое размножение у представителей класса отсутствует, следовательно, отсутствует и вторичная инфекция, аскоспоры способны почковаться, все облигатные паразиты.

Наиболее распространенными видами являются *Taphrina pruni* — возбудитель болезни «кармашки слив», *Taphrina cerasi* — возбудитель болезни «ведьмины метлы» вишни, черешни, *Taphrina deformans* — возбудитель болезни «курчавость листьев» персика (рис. 2.9).

К классу *Euscomycetes* (эуаскомицеты, или плодосумчатые) относят грибы, для которых характерно образование различных плодовых тел. В зависимости от типа плодовых тел класс делится на группы порядков, порядки.

Наиболее широко представленными возбудителями болезней сельскохозяйственных культур являются представители порядка эризифовых, или мучнисторосяных. Плодовые тела — клейстотетии — находятся у них на поверхности мицелия. Роды внутри порядка различаются по количеству асков в плодовых телах и форме придатков на поверхности плодовых тел.

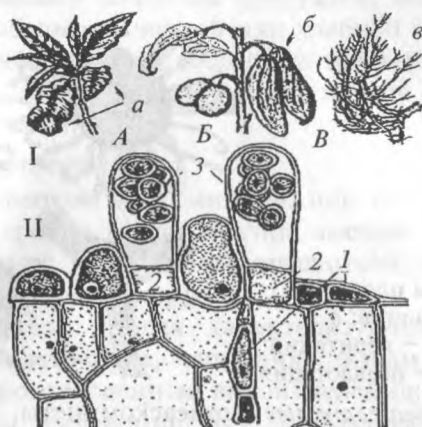


Рис. 2.9. Тафриновые грибы (*Taphrinales*): I — симптомы поражения растений тафриновыми грибами: А — курчавость листьев персика, возбудитель — *T. deformans*; Б — «кармашки сливы», возбудитель — *T. pruni*; В — «ведьмина метла» вишни, возбудитель — *T. cerasi*. Деформированные грибами листья (а), плоды (б) и побеги (в); II — образование сумок у *Taphrina deformans*: 1 — аскогенные гифы; 2 — клетки-ножки; 3 — сумки

К мучнисторосяным относятся виды *Erysiphe graminis* — возбудитель мучнистой росы злаков, *Erysiphe communis* — возбудитель мучнистой росы бобовых культур, *Sphaerotheca mors-uvae* — возбудитель американской мучнистой росы крыжовника и др.

Другим важным порядком плодосумчатых грибов являются клавицепсовые, или спорыньевые, для которых характерны полуоткрытые плодовые тела — перитеции. К данному порядку относятся виды *Claviceps purpurea* — возбудитель спорыньи злаков, *Epichloe typhina* — возбудитель чехловидной болезни злаков.

Большое количество фитопатогенных видов относится к плодосумчатым грибам порядка гелоциевые. Плодовые тела у них — апотеции воронковидной формы на удлиненных ножках, развиваются из склероциев после периода их покоя. Представителями порядка являются виды *Sclerotinia trifoliorum* — возбудитель рака клевера, *Sclerotinia sclerotiorum* — возбудитель белой

гнили овощных культур, подсолнечника, *Monilinia fructigena* — возбудитель плодовой гнили яблок и груш, *Monilinia cinerea* — возбудитель монилиоза косточковых.

Класс *Loculoascomycetes* (локуломицеты, или полостно-сумчатые) включает в себя грибы, у которых отсутствуют настоящие плодовые тела, а аски образуются в особых полостях (локулах) мицелиальных стром — псевдотеция.

Представителями данного класса являются виды *Venturia inaequalis* — сумчатая стадия возбудителя парши яблони, *Venturia pirina* — сумчатая стадия возбудителя парши груши, *Ophiobolus graminis* — возбудитель офиоболезной корневой гнили зерновых.

Отдел *Basidiomycota*

Отдел *Basidiomycota* (Базидиомицеты, или базидиальные грибы) относится к царству грибов *Mycota*, группе высшие грибы, включает в себя три класса, однако наиболее вредоносные фитопатогенные виды относятся к двум из них: *Ustilaginomycetes* и *Urediniomycetes*. Вегетативное тело базидиальных грибов представлено хорошо развитым многоклеточным, чаще эндогенным мицелием, который образует многочисленные видоизменения: хламидоспоры, склероции, тяжи и др. Бесполое размножение осуществляется конидиями, но чаще отсутствует. Половое размножение осуществляется базидиоспорами, которые формируются на поверхности базидий. Базидии могут быть одноклеточными — *холобазидии* и многоклеточными — *гетеробазидии*. Представители класса могут быть как сапрофитами, так и паразитами с различной степенью выраженности паразитических свойств. Базидиомицеты вызывают следующие типы болезней растений: налет, деформация, головня, пустулы, или подушечки, гнили, пятнистости и др.

Класс *Ustilaginomycetes* (Головневые) включает в себя узкоспециализированных облигатных паразитов высших растений, которые поражают зерновые культуры, злаковые травы, лук, вызывая разрушение органов с образованием пылящей споровой массы (головни). Мицелий у головневых грибов внутренний, диффузный, распространяется по межклеточникам,

питание осуществляется с помощью гаусторий. Плодовые тела отсутствуют, базидии образуются при прорастании покоящихся спор — *телиоспор*. По способу образования — это вегетативные споры, являющиеся хламидоспорами, которые формируются в результате распада мицелия на отдельные клетки, покрытые плотной оболочкой.

По типу проявления головня бывает:

1. Твердая — вместо зерна образуется черный комочек, поражаются только репродуктивные органы — зерновка.

2. Пыльная — разрушаются все части колоса, остается голый стержень.

3. Стеблевая — полосы, заполненные черной массой на стеблях, влагалищах листьев и других вегетативных органах.

4. Пузырчатая — на листьях, стеблях, зернах, початках, султанах появляются вздутия в виде желваков (гипертрофия клеток), содержащих черно-оливковую массу телиоспор.

По типам заражения все головневые грибы можно подразделить на три основные группы:

1. Заражение происходит в период прорастания семян (ростковый тип) за счет спор, находящихся на поверхности семян или в почве, а также за счет спор или гемм, находящихся под пленкой (у пленчатых культур).

2. Заражение происходит через цветок в период цветения (цветковый тип).

3. Заражение происходит в течение почти всей вегетации растений (вегетативный тип).

Выделение семейств, родов внутри класса основано на различиях в строении базидий и телиоспор.

К данному классу относится большое количество возбудителей одних из наиболее вредоносных болезней зерновых культур — головневых, такие как *Ustilago tritici* — возбудитель пыльной головки пшеницы, *Ustilago nuda* — возбудитель пыльной головки ячменя, *Ustilago hordei* — возбудитель твердой (твердо-каменной) головки ячменя, *Ustilago zeae* — возбудитель пузырчатой головки кукурузы, *Ustilago avenae* — возбудитель пыльной головки овса, *Ustilago levis* — возбудитель покрытой головки овса, *Sphacelotheca panici-miliacei* — возбудитель головки проса, *Sorosporium reilianum* — возбудитель пыль-

ной головки кукурузы, *Tilletia caries* — возбудитель твердой головки пшеницы, *Urocystis occulta* — возбудитель стеблевой головки ржи, *Urocystis tritici* — возбудитель стеблевой головки пшеницы.

Класс *Urediniomycetes* (Ржавчинные) включает в себя облигатных паразитов с узкой филогенетической специализацией, которые образуют на пораженных органах пустулы, или подушечки. Мицелий эндогенный, межклеточный, местный. Для ржавчинных грибов характерно стадийное развитие и несколько следующих друг за другом типов спороношений.

Эцидиальная стадия (весенняя) включает в себя следующие спороношения: спермагонии со спермациями, эции с эциоспорами. *Урединиальная стадия* (летняя) включает в себя одно спороношение — урединии с урединиоспорами. *Телиальная стадия* (зимняя) состоит из телиопустул с телиоспорами и базидий с базидиоспорами.

Различают возбудителей ржавчины:

1) с полным циклом развития, для которых характерны все пять типов спороношений (возбудители линейной ржавчины злаков, корончатой ржавчины овса);

2) с неполным циклом развития, в циклах развития которых отсутствуют некоторые типы спороношений (возбудитель желтой ржавчины злаков);

3) с полным необязательным циклом развития, которые могут развиваться как по полному, так и по неполному циклу в зависимости от условий (возбудители бурой ржавчины пшеницы, бурой ржавчины ржи, карликовой ржавчины ячменя и др.).

Ржавчины бывают однохозяйные, когда все стадии своего развития они проходят на одном растении (ржавчина льна, ржавчина свеклы, ржавчина клевера); разнохозяйные — на разных растениях (корончатая ржавчина овса, стеблевая или линейная ржавчина злаков, ржавчина гороха).

Систематика ржавчинных грибов основана на различиях в строении и расположении телиоспор.

Наиболее вредоносными видами ржавчинных грибов для сельскохозяйственных культур являются *Uromyces pisi* — возбудитель ржавчины гороха, *Uromyces betae* — возбудитель ржавчины свеклы, *Puccinia graminis* — возбудитель линейной

ржавчины злаков, *Puccinia triticina* — возбудитель бурой ржавчины пшеницы, *Puccinia dispersa* — возбудитель бурой ржавчины ржи, *Puccinia coronifera* — возбудитель корончатой ржавчины овса, *Puccinia striiformis* — возбудитель желтой ржавчины злаков, *Phragmidium rubi-idea* — возбудитель ржавчины малины, *Melampsora lini* — возбудитель ржавчины льна, *Cronartium ribicola* — возбудитель столбчатой ржавчины смородины.

Отдел *Deuteromycota*

Отдел *Deuteromycota* (Дейтеромицеты, или несовершенные грибы) относится к царству грибов *Mycota*, группе высшие грибы, включает в себя три класса, однако наиболее важные фитопатогенные виды собраны в двух: *Hyphomycetes*, *Coelomycetes*.

Вегетативное тело несовершенных грибов представлено многоклеточным, хорошо развитым, чаще эндогенным мицелием. Размножение только бесполое с помощью конидий. Если у какого-то вида несовершенных грибов установлена половая стадия, то возбудителя в данной стадии относят к другому классу грибов, чаще к аскомицетам, реже к базидиальным. Например, если в цикле развития возбудителя парши яблони *Fusicladium denriticum*, относящегося к несовершенным грибам, встречается половая стадия, то в данной стадии его относят к аскомицетам, и он называется *Venturia inaequalis*.

У представителей данного класса встречаются все типы паразитизма.

Типы вызываемых болезней: гнили сочных частей растений, пятнистости, увядание, образование язв.

У немногих представителей класса отсутствует и конидиальное спороношение. Такие грибы часто образуют склеротии, а иногда встречаются только в виде мицелия. Деление на классы, порядки, семейства, роды основано на различиях в характере конидиального спороношения.

Класс *Hyphomycetes* (Гифомицеты). Конидии образуются на одиночных конидиеносцах или собраны в пучки (коремии) или в подушечки (спородохии).

Конидиеносцы и конидии могут быть бесцветными или окрашенными в различные цвета. Очень разнообразна форма

конидий. К наиболее значимым фитопатогенным видам относятся *Monilia fructigena* — конидиальная стадия возбудителя плодовой гнили семечковых, *Monilia cinrea* — возбудитель монилиального ожога косточковых, *Botrytis cinerea* — возбудитель серой гнили плодов и овощей, *Botrytis allii* — возбудитель шейковой гнили лука, *Oospora pustulans* — возбудитель бугорчатой парши картофеля, *Cladosporium fulvum* — возбудитель бурой пятнистости листьев томата, *Fusicladium dendriticum* — конидиальная стадия возбудителя парши яблони, *Cercospora beticola* — возбудитель церкоспороза свеклы, *Drechslera graminea* — возбудитель полосатой пятнистости листьев ячменя, *Drechslera teres* — возбудитель сетчатой пятнистости листьев ячменя, *Alternaria solani* — возбудитель альтернариоза картофеля и томатов, *Alternaria brassicae* — возбудитель альтернариоза крестоцветных, *Fusarium nivale* — возбудитель снежной плесени озимых, *Fusarium graminearum* — возбудитель болезни «пьяный хлеб», или фузариоз колоса, *Fusarium lini* — возбудитель болезни фузариоза льна.

Класс *Coelomycetes* (Коломицеты) включает в себя несовершенные грибы, конидиальное спороношение которых формируется в конидиальных ложе и пикнидах. В зависимости от их особенностей класс делится на порядки, семейства, роды.

Порядок *Melanconiales* (Меланкониевые) — конидиеносцы собраны в ложе. Обычно ложе погружено в субстрат, а сверху прикрыто кутикулой, эпидермисом или перидермой растения-хозяина. После созревания конидий прикрытие разрывается, и они в слизи выступают наружу. Такой тип спороношения определяет характер проявления заболевания — образование язвы или пятна на поверхности пораженного органа. Представителями данного порядка являются *Colletotrichum lindemutianum* — возбудитель антракноза фасоли, *Gloesporium ribis* — возбудитель антракноза смородины, *Cylindrosporium hiemale* — конидиальная стадия возбудителя коккомикоза вишни.

Порядок *Sphaeropsidales* (Сфаеропсидные) — конидиеносцы собраны в пикниды. Пикниды, как правило, темноокрашенные, шаровидные, жесткие, кожистые, с устьищем или замкнутые, свободные или погруженные в субстрат.

Представители порядка — виды *Phoma betae* — возбудитель фомоза, или зональной пятнистости листьев свеклы, *Sphaeropsis malorum* — возбудитель черного рака плодовых деревьев, *Ascochyta pisi* — возбудитель бледнопятнистого аскохитоза гороха, *Ascochyta lini* — возбудитель аскохитоза льна, *Septoria nodorum* — возбудитель септориоза пшеницы, *Septoria lycopersici* — возбудитель септориоза томатов.

2.3.4. Бактерии — возбудители болезней сельскохозяйственных культур

Бактерии представляют собой одноклеточные бесхлорофильные организмы, живущие за счет готовых органических веществ.

Морфологическая характеристика и биологические особенности фитопатогенных бактерий. Бактериальная клетка состоит из цитоплазмы, в которой в виде мелких зерен распределено ядерное вещество, представленное ДНК. Истинное (обособленное) ядро отсутствует. Цитоплазматическая масса окружена толстой многослойной оболочкой, которая придает клетке определенную форму, у некоторых видов бактерий оболочка имеет слизистый чехол или капсулу, которая предохраняет бактериальную клетку от неблагоприятных внешних воздействий (прямых солнечных лучей, высыхания и т. д.).

Почти все фитопатогенные бактерии имеют палочковидную форму, чаще всего палочки прямые с закругленным концом, иногда слабо изогнутые с булавовидными вздутиями на концах, средние размеры от 0,5 до 4,5 мкм в длину и 0,3–0,6 мкм в ширину.

Большинство фитопатобактерий подвижны благодаря жгутикам. В зависимости от их расположения бактерии делят на *монотрихи* — с одним полярным жгутиком; *лофотрихи* — с пучком жгутиков на одном из концов клетки; *перетрихи* — со жгутиками, расположенными по всей поверхности клетки.

При неблагоприятных условиях фитопатобактерии образуют фильтрующиеся формы (L-формы) без клеточных стенок, с наступлением благоприятных условий они восстанавливают свою первоначальную форму. В L-форме бактерии могут длительное время находиться в растениях латентно

(скрытно), что затрудняет своевременную диагностику бактериозов.

Бактерии обладают способностью окрашиваться по Граму, что связано с особенностью клеточных стенок удерживать красители. Данное свойство широко используется в диагностике бактериозов. Бактериальные клетки окрашивают раствором грам-виолета или грам-йода, затем обесцвечивают этиловым спиртом, после чего у одних видов краситель вымывается, у других — прочно связывается, и клетки остаются окрашенными. Бактерии, удерживающие краситель, называются *грамположительными*, а обесцвечивающиеся — *грамотрицательными*. Большинство видов фитопатогенных бактерий грамположительны, за исключением возбудителей бактериального рака томата и кольцевой гнили картофеля.

По характеру питания фитопатогенные бактерии — гетеротрофы. облигатных паразитов среди них не установлено. Большинство — факультативные сапротрофы и факультативные паразиты.

Фитопатобактерии обладают способностью синтезировать два типа пигментов (красящих веществ):

1) водонерастворимые, которые не выделяются в питательную среду, а окрашивают колонии самих бактерий в определенный для данного вида цвет. Так, колонии возбудителей черного бактериоза пшеницы и сосудистого бактериоза капусты всегда желтого цвета;

2) водорастворимые, которые переходят в питательную среду, окрашивая ее. Так, бактерии рода *Pseudomonas* (возбудители бактериального рака косточковых, угловатой пятнистости листьев огурца) выделяют зеленый флуоресцирующий пигмент и вызывают в ультрафиолетовом свете хорошо видимое свечение.

Большинство фитопатогенных бактерий имеют в своем составе ферменты, расщепляющие клеточные оболочки и пектиновые вещества (протопектиноза, пектиноза), белок (протеаза), гидролизующие крахмал (амилаза), расщепляющие хлорофильные зерна (хлорофиллаза) и др., с их помощью бактерии переводят содержащиеся в растительной клетке и необходимые для них вещества в усвояемые формы.

Питаются бактерии осмотически, через оболочку клеток. Патогенные бактерии могут выделять токсины, которые, действуя на растение, нарушают его ферментативные системы, вызывая отмирание или увядание тканей и органов.

Бактерии размножаются вегетативным путем — простым делением материнской клетки пополам (при благоприятных условиях оно повторяется каждые 20–30 мин). Наследственные изменения у бактерий происходят в результате спонтанных мутаций и рекомбинаций. Рекомбинация, или обмен генетической информацией, у фитопатогенных бактерий осуществляется за счет:

1) трансформации, когда ДНК, выделенная одним штаммом бактерий, поглощается живыми клетками другого штамма и включается в их геном;

2) трансдукцией, когда генетическое вещество передается из одной клетки в другую при помощи бактериофага — вируса бактерии;

3) конъюгации, когда происходят контакт между бактериальными клетками и передача наследственной информации из одной в другую.

Большинство бактерий аэробы, хорошо размножаются в нейтральной и слабощелочной среде (рН 7,0–8,0) при повышенной влажности воздуха. Оптимальная температура для размножения бактерий 20–25 °С. Однако начинается оно при температуре 5–10 °С. При 40 °С бактерии погибают в течение 10 мин.

Распространение бактерий и первичные очаги бактериальной инфекции. Бактерии не проникают в растения через покровные ткани. Заражение происходит через естественные отверстия — устьица, чечевички или повреждения покровных тканей. В растениях бактерии передвигаются по сосудистой системе. Распространение патогена от больных растений к здоровым осуществляется следующими путями:

1) с помощью ветра, дождя, человека (при уходе за растением);

2) при механическом контакте больных и здоровых растений, особенно если на последних имеются механические повреждения;

3) с семенами и посадочным материалом. С семенами распространяются возбудители угловатой пятнистости листьев огурца, сосудистого бактериоза капусты, с посадочным материалом — черной ножки картофеля. С больными семенами и посадочным материалом бактерии могут распространяться на далекие расстояния из одной страны в другую;

4) с орудиями труда (сельскохозяйственные машины, ножи и др. инструменты) и тарой;

5) с насекомыми, птицами. Например, на близкие расстояния бактериальный ожог плодовых переносят пчелы, на далекие — перелетные птицы, а мокрую бактериальную гниль картофеля в хранилище распространяет плодовая муха-дрозофила.

Источники бактериальной инфекции:

1. Послеуборочные остатки до полной их минерализации.

2. Почва (непродолжительное время, так как бактерии подавляются антагонистами — почвенными микроорганизмами (исключение: возбудитель корневого рака плодовых деревьев и некоторые другие виды)).

3. Поверхность растений, где патоген может находиться некоторое время в неактивной фазе. Так, возбудитель бактериального ожога плодовых может в течение многих месяцев находиться на поверхности почек, не вызывая симптомов болезни.

4. Тело насекомых. Так, возбудитель слизистого бактериоза капусты сохраняется в личинках капустной мухи.

5. Растительные ткани, где бактерии могут находиться в латентной, фильтрующей форме (L-форма) без обнаружения характерных симптомов болезни.

6. Семена и посадочный материал (основной источник инфекции).

Типы бактериозов и методы их диагностики. Бактериозами называют болезни растений, вызываемые бактериями.

По степени поражения растительных тканей все бактериозы делят:

1) на диффузные, когда патоген проникает в сосудистую систему, распространяется в проводящих пучках и, размножаясь, закупоривает их. Данный тип бактериозов проявляется в виде увядания растений (бактериальное увядание томата);

2) местные, проявляющиеся в виде поражения участков паренхимы отдельных органов растений. Основные симптомы местных бактериозов:

а) некрозы — расширяющиеся участки отмерших клеток, имеющих бурую или черную окраску (бактериальный рак косточковых, угловатая пятнистость листьев огурца);

б) гнили, когда под действием соответствующих ферментов (пектиназы и протопектиназы) разрушается межклеточное вещество (мацерация тканей), вследствие чего пораженная ткань превращается в мягкую кашицеобразную массу с характерным запахом (мокрая бактериальная гниль картофеля);

в) опухоли, галлы (встречаются реже), когда бактерии стимулируют усиленное деление клеток пораженной ткани (корневой рак плодовых деревьев);

г) угнетение растений, ненормальное развитие отдельных органов (незавершенное формирование кочана у капусты при поражении ее сосудистым бактериозом);

д) образование бактериального экссудата (слизистых выделений) на поверхности пораженных органов (угловатая пятнистость листьев огурца).

Часто для бактериозов характерно сочетание различных симптомов. При поражении черной ножкой картофеля происходят увядание стеблей в период вегетации и гниль клубней в период хранения.

Методы диагностики бактериозов:

1. Тщательное изучение симптомов болезни (визуальная диагностика).

2. Микроскопический анализ срезов пораженной ткани с использованием красителей, облегчающих распознавание бактерий.

3. Изоляция и подробное изучение возбудителя (характер роста колоний, окраска, способность вызывать на искусственно инфицированных растениях те же симптомы, что и на исследуемом растении при естественном поражении).

Для идентификации бактерий используют такие признаки, как структура ДНК, состав клеточной стенки, окраска по Граму, реакция на сыворотку (серологический метод).

2.3.5. Вирусы – возбудители болезней сельскохозяйственных культур

Вирусы представляют собой особую группу неклеточных форм жизни, обладающих собственным геномом, способных к воспроизведению в клетках всех видов организмов.

Морфологические и биологические особенности вирусов. Вирусные частицы (вирионы) имеют характерные для каждого вида вируса форму и размеры. Это очень мелкие организмы, которые можно видеть только в электронный микроскоп. Например, вирионы вируса табачной мозаики представляют собой палочки длиной 300 нм и диаметром 16 нм (нанометр – одна миллионная миллиметра).

Фитопатогенные вирусы можно отнести к 5 морфологическим формам: *палочковидные* (вирус табачной мозаики), *нитевидные* (вирус мозаики лука, Х-вирус картофеля, вирус желтухи свеклы), *сферические* (вирус бронзовости томата, вирус кольцевой пятнистости вишни), *бациллоидные* (вирус штриховатой мозаики пшеницы, вирус желтой карликовости картофеля), *изометрические* (вирус короткоузлие винограда).

Вирусные частицы способны образовывать в клетке кристаллы или располагаться аморфно, чаще всего в цитоплазме, иногда в ядрах и вакуолях.

По химическому составу вирусы являются нуклеопротеидами и состоят из белка, который выполняет защитную функцию, расположен вокруг нуклеиновой кислоты и называется капсид, и нуклеиновой кислоты (у фитопатовирусов – РНК) – носителя генетической информации. По процентному содержанию нуклеиновая кислота занимает небольшую долю в вирусной частице – 5–35 %, остальные 65–95 % составляет белок.

Вирусы являются облигатными внутриклеточными паразитами на генетическом уровне, обладающими высокой инфекционностью.

Различные вирусы по-разному реагируют на температуру окружающей среды. Некоторые теряют свою жизнеспособность при температуре 25–45 °С, а другие выдерживают нагревание до температуры 80–90 °С в течение 10 мин (вирус

табачной мозаики). По стойкости в окружающей среде вирусы бывают:

1) стойкие — сохраняют целостность частиц при нагревании, подкислении и т. д. продолжительное время, сохраняют инфекционность в отжатом соке больных растений (вирус табачной мозаики живет более 50 лет);

2) нестойкие — содержатся в растениях обычно в небольших концентрациях, инактивируются при температуре 25–50 °С, а в отжатом соке пораженных растений — через несколько часов.

Вирусы обладают наследственностью и изменчивостью. Существует огромное количество штаммов одного и того же вида вируса, что затрудняет разработку защитных мероприятий против них.

Филогенетическая специализация вирусов может быть узкой (S-вирус картофеля поражает только картофель) и широкой (вирус мозаики люцерны поражает 92 вида растений из 28 семейств).

Размножение вирусов называется *репликацией* (восстановление себе подобных). Существует несколько стадий размножения вирусов:

1) адсорбция — вирус прикрепляется к клетке, никаких патологических изменений в клетке нет;

2) проникновение в клетку и освобождение нуклеиновой кислоты из белковой оболочки. РНК становится активной;

3) стадия подготовительных процессов, или эклипс-стадия. В этот период вирусная частица начинает управлять клеткой;

4) синтез нуклеиновой кислоты и образование новых молекул вирусного белка с последующим их объединением в новые вирусные частицы;

5) освобождение вируса из клетки и заражение других клеток.

Распространение вирусов и первичные источники вирусной инфекции. Вирусы могут проникать в растение только через поврежденную покровную ткань. От одной клетки к другой вирусы перемещаются по плазмодесмам. Перемещение вируса по растению осуществляется по сосудистой системе, преимущественно по флоэме.

шественно флоэме, сверху вниз. От больных растений к здоровым вирусы передаются исключительно с клеточным соком. Различают следующие способы передачи вирусов:

1. *Контактно-механический*. Передача вирусов осуществляется при механическом соприкосновении листьев, стеблей и т. д. больных и здоровых растений. Достаточно небольших ранок на поверхности растений, чтобы появилась возможность контактной передачи вируса (например, повреждения волосков на листьях). Способствуют распространению контактных вирусов механические повреждения растений при прищипке, пасынковании и других приемах ухода. Контактным способом распространяются вирусы, которые развиваются в клетках эпидермиса, т. е. возбудители мозаик.

2. *Векторная передача*. Осуществляется с помощью переносчиков. Самый распространенный способ передачи вирусов. Известно около 400 видов насекомых и клещей, переносящих свыше 200 различных вирусов. Например, персиковая тля способна передавать более 60 вирусов. Однако механизм переноса вирусов насекомыми неодинаков. В связи с этим различают следующие способы передачи:

1) *стилетный, или непersistентный*, способ, когда насекомое, питаясь кратковременно на больном растении (0,5–2 мин), становится вирофорным (т. е. способным передавать вирусную инфекцию здоровому растению), но в течение нескольких часов теряет это свойство. Так переносят вирусы тли, а болезни, передаваемые ими, — мозаики (огуречный вирус 1, мозаика свеклы, вирусы земляники, малины и др.);

2) *persistентный* способ, когда насекомое становится вирофорным не сразу после начала питания на больном растении, а спустя определенное время, от нескольких часов до нескольких дней (этот период называется латентным, или инкубационным), и сохраняет инфекционность в течение 100 и более часов. Такую передачу осуществляют специализированные насекомые, чаще всего цикадки, реже — трипсы, тли, клещи и др. Болезни, передаваемые таким путем, относятся к группе желтух (бронзовость томата, курчавость верхушки свеклы и др.);

3) *полуперсистентный* способ, когда насекомое сохраняет свою вирофорность от 10 до 100 часов после питания на больном растении (вирус желтухи свеклы, вирус М картофеля).

3. *Передача вирусов семенами, посадочным материалом, прививкой.* Передача вирусов через пыльцу семенам происходит в процессе опыления, встречается редко; передача через посадочный материал, больные луковицы, клубни, усы распространена широко. Прививкой могут передаваться все вирусы без исключения.

4. *Передача вируса другими путями* (нематоды, цветущие растения, паразиты и т. д.).

К источникам вирусной инфекции в природе относятся многолетние культурные и сорные растения, посадочный материал (клубни, луковицы, корнеплоды и т. д.), семена, особенно для вирусов, поражающих бобовые культуры (фасоль, сою и др.), вегетативный материал плодовых и ягодных культур, заготовленный с больных растений, пораженные растительные остатки, организм насекомых-переносчиков, почва (в ней вирусы могут сохраняться чрезвычайно редко в кристаллическом виде).

Симптомы вириозов, методы их диагностики и вредоносность. Вирусами называются болезни, вызываемые вирусами. Различают следующие типы вириозов:

1. *Мозаики*, для которых характерно изменение окраски пораженных органов, чередование светлых и темно-зеленых участков, что связано с угнетением образования пластид или с разрушением хлоропластов (мозаика лука, свеклы, табака). Мозаики, в свою очередь, проявляются в виде изменения окраски или собственно мозаик, некрозов или пятнистостей, когда разрушаются не только хлоропласты в клетках, но происходит гибель самих клеток (стрик томата, полосатая мозаика картофеля), частичной или местной деформации органов. Например, папоротниковидность или нитевидность листьев (мозаика томата), курчавость листовой пластинки (морщинистая мозаика картофеля).

2. *Желтухи*, для которых характерна общая хлоротичность без мозаичной окраски, кроме этого у больных растений наблюдаются и другие отклонения в развитии, что связано

с глубокими нарушениями обмена веществ. Ростовые явления преобладают над процессами развития. В связи с этим желтухи могут проявляться в виде чрезмерной кустистости и образования «ведьминых метел». Растение как бы останавливается на фазе кушения (так, при закукливании овса образуется 40—50 побегов), а выколашивание задерживается или если и происходит, то метелка не выходит из влагалища или выходит уродливой. Для желтух может быть характерна общая глубокая деформация, а также нарушение репродуктивных функций растения или полная его стерильность.

Основные методы диагностики виروزов:

1. *Визуальная диагностика* — метод, основанный на изучении внешних признаков болезни, самый доступный и неточный метод.

2. *Серологический метод*, или *метод сывороток*. Основан на том, что вирусы (антигены), будучи введены в кровь теплокровных животных, вызывают накопление в плазме крови (сыворотке) специфических видоизмененных белков (антител). Полученная из крови животного сыворотка с антителами строго специфична и обладает способностью реагировать только с тем вирусом (антигеном), который был введен в тело животного и по отношению к которому были получены антитела.

3. *Установление инфекционности болезни*. Заражают соком больного растения здоровые. Больной привой прививают на здоровый подвой. Используют насекомых, которых выдерживают определенное время на больных растениях, а затем переносят на здоровые. Пересаживают растения. Например, если причиной хлороза малины были плохие почвенные условия, то при пересадке растений в хорошую почву они перестают болеть через 3—4 недели и приобретают нормальный зеленый вид.

4. *Метод растений-индикаторов* основан на использовании растений, дающих очень четкую реакцию, строго специфичную для определенного вида вируса (для вируса табачной мозаики, который поражает многие растения, таким растением является табак).

5. *Метод электронной микроскопии*. Зная форму и строение вирусных частиц определенного вида и изучая сок боль-

ных растений под микроскопом, можно правильно диагностировать тот или иной вирус.

6. *Метод включений.* Большинство вирусов образуют в клетке специфические включения, или кристаллы, состоящие из вирусных частиц. Имеется каталог таких включений, в нем около 50 вирусов.

Так, вирус табачной мозаики образует в клетках гексагональные и игловидные кристаллы, вирус мозаики свеклы — веретеновидные кристаллы.

7. *Иммуноферментный анализ* — особенно точный метод. Если фермент определенной группы поместить в питательную среду вместе с вирусными частицами, связывающими его, то по оставшемуся количеству фермента можно судить о наличии вируса.

8. *Люминесцентный метод* — основан на особом свечении клеток с вирусом.

Вироzy широко распространены и встречаются практически на всех сельскохозяйственных культурах во всех странах. Описано около 600 вирусов, паразитирующих на высших растениях, 9 % наиболее вредоносных болезней вызывается вирусами. На долю вирузов приходится 20 % биологических потерь урожая от вредителей болезней и сорняков.

Для вирузов характерно разнообразие вредоносности:

1) существенное снижение урожайности сельскохозяйственных культур;

2) изменение пищевой, кормовой и технологической ценности получаемой продукции (снижение содержания крахмала у картофеля, сахаристости у сахарной свеклы);

3) снижение хозяйственной ценности посевного и посадочного материала (плохая всхожесть семян и развитие растений);

4) снижение холодостойкости растений;

5) повышение восприимчивости растений к другим болезням (отмечено, что картофель, пораженный вирусом скручивания листьев, в большей степени подвержен заболеванию фитофторозом).

Вироzy, в отличие от других болезней растений, часто обладают латентностью (т. е. скрытым развитием), что за-

трудняет их диагностику. Однако, несмотря на разнообразие вредоносности, вирусы, как правило, не приводят к гибели растений.

2.3.6. Микоплазмы и актиномицеты – возбудители болезней сельскохозяйственных культур

Микоплазмы как возбудители болезней сельскохозяйственных культур. Микоплазмы – это специфическая группа фитопатогенных организмов, занимающая промежуточное положение между вирусами и бактериями.

В отличие от вирусов, микоплазмы имеют клеточное строение, клетки округлой, реже удлинённой и гантелевидной формы, в диаметре от 0,1 до 1 мкм. Характеризуются полиморфизмом, когда один и тот же вид микоплазм может иметь неодинаковые по размерам и форме клетки.

Клетки микоплазм не имеют настоящей клеточной стенки, окружены трехслойной мембраной (в отличие от бактерий), в них присутствуют два типа нуклеиновых кислот – ДНК и РНК, они способны размножаться в искусственных питательных средах (в отличие от вирусов).

Размножение микоплазм происходит почкованием или бинарным делением.

Микоплазмы чувствительны к антибиотикам из группы тетрациклина (в отличие от вирусов), как и бактерии, сами могут подвергаться вирусной инфекции. Распространение микоплазм внутри растений происходит в основном по сосудам флоэмы. Переносят их чаще цикадки персистентным способом. Зимуют микоплазмы только в живых вегетативных частях растений – клубнях, луковицах, корнеплодах, корнях и т. д. В растительных остатках не сохраняются, семенами не передаются (в отличие от бактерий).

Многие виды микоплазм имеют широкую филогенетическую специализацию. Так, микоплазма столбура пасленовых способна поражать томат, картофель, перец, выюнок, бодяк, молочай, цикорий и другие растения, относящиеся к различным ботаническим семействам.

Болезни растений, вызываемые микоплазмами, называются *микоплазмозами*. Первые сведения о микоплазмах как

о возбудителях болезней растений появились только в 1967 году. В настоящее время насчитывается более 50 видов болезней растений, в отношении которых была установлена микоплазменная этиология. Это такие болезни, как столбур томата, израстание малины, реверсия смородины, пролиферация и мелкоплодность яблони, «ведьмины метлы» картофеля, пожелтение цветков (филлодия) клевера.

Микоплазменные болезни очень вредоносны и могут привести к полной потере урожая за счет глубоких нарушений генеративных функций растений и их общего развития.

Наиболее распространенные симптомы микоплазм: угнетение роста (карликовость), деформация вегетативных и генеративных органов, «ведьмины метлы», общий хлороз, увядание, некроз, мелколистность и др.

Диагностика микоплазм включает следующие методы:

1. Электронно-микроскопическое исследование (обнаружение в растительных клетках микоплазм).

2. Установление инфекционности заболевания (прививкой или с помощью насекомых-переносчиков).

3. Микробиологический метод — осуществление триоды Коха:

а) выделение возбудителя в чистую культуру;

б) заражение им здоровых растений и получение симптомов, идентичных первоначальным;

в) повторное выделение возбудителя из искусственно зараженных растений.

4. Реакция возбудителя на антибиотики из группы тетрациклинов.

Актиномицеты, их биологические особенности, актиномицетные болезни растений. Актиномицеты занимают промежуточное положение между грибами и бактериями. У них, как и у бактерий, отсутствует настоящее ядро, но, в отличие от бактерий, вегетативное тело представлено тонкими, ветвящимися, лучисто разрастающимися во все стороны гифами. Совокупность таких гиф называют, как и у грибов, мицелием. За выраженный лучистый характер мицелия актиномицеты называют иногда лучистыми грибами.

Размножаются актиномицеты участками мицелия или спорами, образующимися на специальных органах – спороносцах. Спороносцы бывают спиральные или прямые, споры – шаровидные или палочковидные.

Большинство представителей группы ведет сапрофитный образ жизни, и только некоторые из них паразитируют на растениях, вызывая заболевание – актиномикозы.

Среди фитопатогенных актиномицетов наибольший интерес представляют виды рода *Actinomyces*, вызывающие паршу у растений; в Беларуси распространены обыкновенная парша клубней картофеля и парша свеклы.

Актиномицеты менее влаголюбивы, чем грибы и бактерии, хорошо размножаются при влажности почвы 17–20 % от полной полевой влагоемкости. Повышенная температура благоприятно сказывается на их развитии (оптимальная – 25–27 °С). Актиномицеты предпочитают щелочную среду почвенного раствора, поэтому известкование почвы резко усиливает распространение актиномикозов не только в год внесения извести, но и в последующие 5–10 лет.

Сохраняются актиномицеты, как правило, в почве, соломе, свежем навозе, а также в пораженных клубнях корнеплодов. Инфекция передается с пораженным посадочным материалом и свежим навозом.

В местах поражения образуются трещины, бородавки, язвы, происходит опробкование тканей.

Для диагностики актиномикозов используются следующие методы: окрашивание по Граму, метод электронной микроскопии, выделение микроорганизмов в чистую культуру и изучение колоний.

2.3.7. Сопряженность патологических процессов при инфекционных и неинфекционных болезнях

Нарушения, вызванные в растительном организме неинфекционными заболеваниями, ослабляя растение, повышают его восприимчивость к инфекции. Так возникают комплексные, или сопряженные, болезни, которые начинаются как неинфекционные под воздействием абиотических факторов, а затем усугубляются факторами инфекционного характера.

Пример такого комплексного заболевания — *выпревание* озимых. Неинфекционная стадия отмечается в условиях неблагоприятной перезимовки озимых, ослабляющей растения: пониженные места, избыточная влажность почвы, низкая температура весной, частые оттепели зимой, выпадение снега на непромерзшую почву. Инфекционная стадия проявляется после освобождения полей от снега. На ослабленных растениях образуется серый ватообразный и хлопьеобразный налет мицелия сумчатого гриба *Sclerotinia graminearum*. Инфекционная стадия этой болезни, как правило, приводит к гибели растений и изреживанию посевов.

Для защиты растений от данной сопряженной болезни рекомендуются сбалансированное минеральное питание, ликвидация неровностей поля, возделывание устойчивых сортов, ранневесеннее боронование.

Теорию «сопряженности патологических процессов» впервые сформулировал М.С. Дунин в 1946 году. Он показал, что в большинстве своем болезни являются результатом воздействия последовательно и одновременно влияющих абиотических и биотических факторов, обуславливающих сложный патологический процесс.

Таким образом, для правильного обоснования мер борьбы необходимо установить основную причину болезни.

2.3.8. Понятие об иммунитете растений

Иммунитет (от лат. *immuntas* — освобождение от чего-либо) — полная невосприимчивость организма к инфекционному заболеванию.

Основные принципы иммунитета были сформулированы русским ученым И.И. Мечниковым. Теоретическое обоснование опыта изучения иммунитета растений к инфекционным болезням было сделано Н.И. Вавиловым, в 1919 году опубликована его монография «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям».

В настоящее время понятие «иммунитет» формулируется как проявляемая устойчивость или невосприимчивость к болезни в случае непосредственного контакта растений с возбудителями, способными вызвать данную болезнь при существовании необходимых для заражения условий.

Существуют несколько типов иммунитета растений к инфекционным болезням.

1. *Врожденный, или естественный, иммунитет* — это свойство растений не поражаться болезнью, передаваемое по наследству, контролируемое генами устойчивости. Врожденный иммунитет, в свою очередь, может быть:

— активным, когда растения активно противостоят возбудителю: антитоксические реакции, образование фитоалексинов, активизация процессов дыхания, образование защитных некрозов — участков отмершей ткани вокруг паразита. Так, некоторые сорта табака реагируют на внедрение вируса табачной мозаики, а эта реакция называется суперчувствительностью;

— пассивным — это свойство растений препятствовать развитию паразита независимо от наличия инфекции, которое связано с анатомо-морфологическими, физико-химическими, физиолого-биохимическими и другими особенностями растений (наличие воскового налета, толщина кутикулы, осмотическое давление, химический состав растений, реакция клеточного сока, наличие физиологически активных веществ и т. д.).

2. *Приобретенный, или искусственный, иммунитет* — это свойство растений не поражаться патогеном, приобретенное ими в процессе онтогенеза. Приобретенный иммунитет подразделяется:

— на инфекционный — возникает у растений вследствие перенесения ими болезни;

— неинфекционный — создается с помощью специальных приемов, под влиянием обработки растений или семян иммунизирующими средствами. Иммунизация — это повышение устойчивости к болезням с помощью искусственных приемов (химическая — с помощью удобрений, микроэлементов и т. д.; биологическая — использование живых организмов и продуктов их жизнедеятельности).

3. *Неспецифический иммунитет* — это такой иммунитет, в основе которого лежит неспособность возбудителя вызывать заражение данного круга растений, т. е. возбудитель в процессе эволюции не приспособился паразитировать на данном

виде растений. Так, зерновые культуры никогда не поражаются возбудителем фитофтороза картофеля.

4. *Специфический иммунитет* — это иммунитет, присущий сортам растений в пределах вида, который поражается данным возбудителем и зависит от физиолого-биохимических и других особенностей сорта. Так, возбудитель рака картофеля, поражающий картофель в целом, не поражает сорта Аксамит, Пригожий 2 и др.

2.4. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ БОЛЕЗНЕЙ

Защита растений от болезней в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства. Классификация защитных мероприятий, методов. Защита растений от болезней является обязательным элементом в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, направленных на получение высоких урожаев и продукции хорошего качества. Особенно это актуально в условиях интенсификации производства, которая существенно влияет на характер развития возбудителей болезней. Во-первых, она способствует быстрому накоплению и распространению патогенов (концентрация площадей под определенными культурами в пределах конкретного сельскохозяйственного предприятия), во-вторых, некоторые приемы интенсификации (повышенные дозы удобрений) усиливают восприимчивость растений к поражению болезнями.

Наиболее эффективной защита сельскохозяйственных культур от болезней может быть при использовании системы мероприятий, под которой понимают сочетание различных научно обоснованных приемов, обеспечивающих, с одной стороны, благоприятные условия для развития растений и повышение их сопротивляемости к поражению патогенами, с другой стороны — подавление развития возбудителей болезней.

Системы защитных мероприятий определяются климатическими условиями и разрабатываются для каждой зоны отдельно с учетом технологии культуры и особенностей климата.

Защитные системы должны быть динамичными в зависимости от конкретных условий и изменений в технологиях

возделывания культур, технически современными и экономически эффективными.

Эффективность системы в целом определяется своевременной и правильной организацией ее мероприятий.

По направленности действия все мероприятия по защите растений от болезней подразделяются:

— на *профилактические (предупредительные)*, целью которых является предупреждение возникновения и распространения болезни. К ним относят карантин, использование устойчивых сортов, правильную агротехнику, а также применение фунгицидов в целях уничтожения возбудителей болезни до проявления их активной жизнедеятельности (протравливание семенного и посадочного материала, опрыскивание растений, обработка складов и т. д.);

— *терапевтические (лечебные)* — методы воздействия химическими или биологически активными веществами на возбудителей болезней или их токсины, в результате чего наступает гибель паразитных организмов или происходит нейтрализация выделяемых ими токсинов.

По содержанию методы защиты растений от возбудителей болезней делят на *агротехнические, селекционно-семеноводческие, химические, биологические, физико-механические и карантинные*.

По масштабу своего действия защитные мероприятия подразделяют на *общегосударственные и внутрихозяйственные*.

Мероприятия общегосударственного значения включают в себя карантин растений, выведение и использование сортов, обладающих иммунитетом или высокой устойчивостью к наиболее опасным возбудителям болезней растений, создание и использование здорового посевного и посадочного материала и т. д.

Мероприятия внутрихозяйственного значения включают в себя комплексы агротехнических и специальных приемов, направленных на подавление источников инфекции, повышение болезнеустойчивости растений и создание неблагоприятных условий для развития возбудителей с учетом зональных систем земледелия (на тяжелых почвах, например, проводится большее количество всевозможных рыхлений для профилак-

тики корнееда свеклы, на переувлажненных почвах проводится осушительная мелиорация против килы капусты и т. д.).

Агротехнический метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Агротехнический метод по направленности действия является профилактическим. К нему относят, прежде всего, те приемы выращивания растений, которые создают неблагоприятные условия для патогенов и повышают устойчивость растений к заболеваниям — это соблюдение севооборота, качественная подготовка почвы к посеву, сбалансированные минеральные удобрения, соблюдение оптимальных сроков посева и посадки, оптимальной густоты стояния растений, регулирование режима температуры и влажности, уборка урожая в оптимальные сроки.

Севооборот имеет важное значение в борьбе с болезнями однолетних культур, возбудители которых сохраняются с растительными остатками или свободно в почве. Чередование культур по годам предотвращает накопление патогенов. Роль севооборота сводится к снижению содержания в почве возбудителей болезни до такого уровня, при котором они не могут причинить существенного вреда посевам или посадкам.

Чтобы правильно определить длительность севооборота, надо хорошо знать биологические особенности возбудителя болезни и, в первую очередь, длительность сохранения его зимующей стадии. У различных возбудителей она разная. Например, покоящиеся споры (цисты) возбудителя килы капусты сохраняются в почве 5–6 лет, поэтому капуста и другие крестоцветные не должны возвращаться на прежнее место раньше этого срока. В случае поражения рапса альтернариозом, инфекция которого сохраняется в почве не более одного года, достаточно годичного перерыва.

Важно учитывать и другую особенность патогена — степень его филогенетической специализации. Нельзя допускать последовательного возделывания на поле растений, поражаемых одними и теми же патогенами. Например, после капусты нельзя размещать на поле картофель, так как они имеют общего возбудителя — бактерии рода *Erwinia*, вызывающие слизистый бактериоз капусты и черную ножку картофеля. После капусты на участках, зараженных килой, нельзя размещать репу, брюкву, турнепс и другие крестоцветные.

Важно соблюдать пространственную изоляцию между полями культур, имеющих общего возбудителя. Например, нельзя размещать рядом посадки картофеля и томата, так как они имеют общего возбудителя фитофтороза (*Phytophthora infestans*).

Нежелательно размещать рядом посевы одной и той же культуры разного возраста. Так, антракноз клевера сильнее и раньше развивается на клеверах второго и третьего года пользования, а значит, необходима пространственная изоляция от посевов первого года.

Для улучшения фитосанитарной обстановки на семенных посевах недопустимо размещать их рядом с товарными. Так, возбудитель пыльной головни ячменя попадает на семенные чаще всего с товарных посевов этой культуры. Кроме того, для яровых зерновых культур источником возбудителей вирусных болезней, ржавчины, мучнистой росы являются посевы озимых зерновых, где эти болезни начинают развиваться еще осенью.

В севообороте важно использовать культуры, в ризосфере которых накапливаются микроорганизмы, способные подавлять фитопатогенные организмы, или корневые выделения которых сами угнетающе действуют на возбудителей болезней. Такие культуры называют *фитосанитарами почвы*. Так, роль фитосанитара по отношению к возбудителям корневых гнилей зерновых выполняет яровая рапс. Посев льна после клевера снижает его заболеваемость фузариозом.

Обработка почвы. Такие приемы обработки почвы, как лущение стерни и глубокая зяблевая вспашка, подавляют возбудителей, сохраняющихся на пораженных растительных остатках. Перемешанные с почвенными частицами на разной глубине пахотного слоя, растительные остатки быстро минерализуются, а патогены (облигатные паразиты) теряют свою жизнеспособность (возбудители ржавчин, мучнистой росы, пузырчатой головни кукурузы и др.). В более глубокие слои почвы при зяблевой вспашке попадают склеротии возбудителя белой гнили (*Sclerotinia sclerotiorum*) и рака клевера (*Sclerotinia trifoliorum*).

Многие многолетние сорные растения являются резерваторами фитопатогенных вирусов, микоплазм, грибов, следовательно, такие агротехнические приемы, как культивация, боронование, снижающие количество сорняков, являются профилактическими против многих болезней.

Кроме того, при уходе за пропашными культурами (боронование, междурядные обработки, окучивание) не только уничтожаются сорняки, но и создаются благоприятные условия для самой культуры, что повышает ее устойчивость к болезням. Так, в защите картофеля от ризоктониоза большое значение имеет довсходовое боронование, особенно на тяжелых почвах, что разрушает почвенную корку, ускоряет появление всходов, а следовательно, повышает устойчивость растений к возбудителю болезни.

Удобрения сами по себе не являются средством защиты, но повышают способность растений противостоять болезням.

Внесение органических удобрений, во-первых, активизирует деятельность сапротрофной микрофлоры в почве, которая является антагонистом по отношению к почвообитающим фитопатогенам, во-вторых, улучшает условия роста и развития растений, и они становятся менее восприимчивыми к болезням.

Азотные удобрения повышают устойчивость зерновых к некоторым видам головни, так как благодаря ускоренному росту растения быстрее проходят стадию развития, в которой они восприимчивы к патогену. Однако у растений, получающих избыточное азотное питание при недостатке фосфора и калия, устойчивость ко многим заболеваниям снижается (особенно к фитофторозу, ржавчинам, пероноспорозу, некоторым вирусам и бактериозам).

Калийные и фосфорные удобрения повышают устойчивость растений ко многим грибным и бактериальным болезням. Так, калийные удобрения повышают устойчивость корнеплодов, в частности моркови, к гнилям при хранении, повышая их лежкость. Установлено, что увеличение доз фосфорно-калийных удобрений на 10 % по сравнению с требуемыми повышает устойчивость зерновых культур к поражению различными видами ржавчин.

Роль микроэлементов в повышении устойчивости растений к инфекционным болезням сводится к следующему: восстанавливаются нарушенные паразитом физиологические функции организма, изменяется среда обитания, действующая на паразита отрицательно, повышается активность ферментов, особенно окислительных.

Так, подкормки в теплицах томата микродозами меди повышают его устойчивость к мозаике, стрикку, фитофторозу. Обработка семян зерновых молибденом снижает поражение растений головней, ржавчиной и другими болезнями. Применение бора является важным приемом в профилактике развития бактериоза льна, гнили сердечка свеклы.

Наконец, внесение известковых удобрений снижает пораженность растений капусты килой, черной ножкой, свеклы — корнеедом. Однако на свежепроизвесткованных почвах картофель сильнее поражается паршой обыкновенной, а лен — бактериозом.

Сроки посева, посадки и уборки урожая, густота стояний растений. Соблюдение оптимальных сроков посева, посадки и уборки урожая сдерживает развитие многих болезней. В большинстве случаев ранний посев обеспечивает более высокий урожай и меньшую поражаемость болезнями, чем поздний. Так, при раннем сроке посева яровых зерновых создаются неблагоприятные условия для развития возбудителей многих болезней, в том числе корневых гнилей, а ранний картофель успевает сформировать урожай до наступления массового развития фитофтороза. Однако при слишком ранней посадке картофеля в непрогретую почву он сильнее поражается ризоктониозом.

Запоздывание со сроками уборки зерновых, особенно в условиях повышенной влажности, приводит к более сильному поражению колосьев «пьяным хлебом», а также к осыпанию зерна, после чего на всходах падалицы концентрируется инфекция мучнистой росы, различных корневых гнилей, пятнистостей.

Как правило, сильнее поражаются загущенные посевы и посадки, так как в них устанавливается повышенная влажность, что способствует спорообразованию большинства

фитопагогенных грибов, кроме того, тесный контакт между растениями способствует быстрому распространению вирусозов, бактериозов, микоплазмозов.

Селекционно-семеноводческий метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Возделывание сортов, устойчивых к заболеванию, — самый надежный метод профилактики его развития, не говоря о том, что он экологически безопасный и экономически выгодный. Работа по созданию болезнеустойчивых сортов сельскохозяйственных культур ведется давно и по отдельным направлениям довольно успешно. Так, преобладающее большинство сортов картофеля белорусской селекции является ракоустойчивыми, устойчивы к фузариозу сорта люпина Пружански, Крок, Кастрычник, Пава; к скручиванию листьев картофеля — Явар, Аксамит, Гарант, Яхонт, Милавица; к твердой головке пшеницы — Гармония (озимая пшеница), Иволга (яровая пшеница); к парше яблони — сорт Чистотел и т. д.

Среди профилактических мероприятий большое значение имеет организация семеноводства и питомниководства, обеспечивающих получение здорового посевного и посадочного материала. Основными ее элементами являются:

1) создание семеноводческих или маточных участков, где осуществляется весь комплекс защитных мероприятий, пространственно-изолированных (не менее 1000 м) от товарных посевов и промышленных насаждений;

2) внедрение системы семеноводства, предусматривающей:

— оценку посевного и посадочного материала (фитопатологическая экспертиза);

— обеззараживание посевного и посадочного материала с использованием высокоэффективных современных протравителей;

— защиту семенных участков от вторичного заражения;

— своевременный фитопатологический контроль за состоянием семенных посевов и посадок;

— фитопатологические протравки от единичных больных растений.

Семеноводческие посевы сельскохозяйственных культур к моменту апробации должны отвечать требованиям стандарта.

Также необходимо проведение своевременных сортосмены и сортообновления.

Химический метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Является терапевтическим и основан на использовании различных органических и неорганических соединений, токсичных для фитопатогенных микроорганизмов. Химические вещества, используемые для защиты сельскохозяйственных культур от болезней, называются фунгицидами. Фунгициды могут выполнять как терапевтическую (лечащую), так и профилактическую (защитную) функцию.

По характеру действия фунгициды делят на контактные и системные.

Контактные фунгициды не способны передвигаться в растении, обладают лишь местным проникающим действием, уничтожают патогенов, находящихся на поверхности растений, семян, чаще используются для профилактики болезней. Контактным действием обладают фунгициды Трайдекс, Медикар, Браво, используемые для профилактических обработок посадок картофеля против фитофтороза; протравитель семян ТМТД, применяемый против семенной инфекции ряда болезней зерновых, льна, рапса, подсолнечника и других культур.

Системные фунгициды способны не только проникать в растение, но и передвигаться в нем, подавляя возбудителя повсеместно, выполняют чаще лечашую (терапевтическую) функцию. К системным фунгицидам для опрыскивания посевов в период вегетации относятся Феразим, Карамба, Топаз, Титул 390, Ориус, Рекс ДУО, Страж и др., которые широко используются против пятнистостей, ржавчин на зерновых культурах; к системным протравителям семян — Раксил, Кинто ДУО, Систива, Винцит, Баритон и др.

Основными способами применения фунгицидов являются протравливание семян и опрыскивание посевов в период вегетации.

Протравливание семян используется для уничтожения инфекций, находящихся на поверхности и внутри семян и посадочного материала. Выбор фунгицида для протравливания зависит от возбудителя и культуры.

Опрыскивание — это нанесение жидкого рабочего состава фунгицида на растения в период вегетации. Применяется широко. Эффективность зависит от выбора фунгицида, качества самой обработки, сроков, погодных условий и т. д.

Химический метод по объемам применения занимает ведущее место в системе защитных мероприятий из-за высокой биологической и экономической эффективности, однако он имеет и недостатки, основными из которых являются загрязнение окружающей среды, загрязнение растительной продукции, возникновение устойчивости у патогенных микроорганизмов. Поэтому современная наука ищет пути совершенствования данного метода.

Биологический метод защиты сельскохозяйственных культур от болезней. Сущность метода заключается в использовании микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности для уничтожения возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Развитие биологического метода идет по трем направлениям: использование антагонистов, антибиотиков и паразитов второго порядка (гиперпаразитов).

Использование антагонистов. Антагонистические отношения между микроорганизмами особенно резко выражены в почве. Так, у бактерий, вызывающих угловатую пятнистость листьев огурца и бактериальный рак томата, большое количество почвенных антагонистов из группы бактерий, поэтому самоочищение почвы от данной инфекции происходит быстро.

Уникальными антагонистическими свойствами обладает почвообитающий гриб *Trichoderma lignorum*. Благодаря продуцированию высокотоксичных антибиотиков (глиотоксин, виридин, триходермин, сацукаллин и др.), он подавляет патогенные микроорганизмы возбудителя пузырчатой головни кукурузы, белой гнили овощных, корневых гнилей зерновых, ризоктониоза и других патогенов. При недостатке антагонистов почву можно обогащать ими искусственно, путем внесения специальных биопрепаратов на основе чистой культуры бактерий, грибов или компостов, обогащенных почвенными антагонистами. Так, компосты, обогащенные *Trichoderma lignorum*, находят широкое применение в овощеводстве защищенного грунта.

Применяют биопрепараты на основе антагонистов путем прямого внесения в почву или в виде компостов, опудривания семян, опрыскивания растений.

Использование антибиотиков. Антибиотики — вещества, продуцируемые микроорганизмами и обладающие способностью задерживать рост и развитие других микроорганизмов. Применяются в небольших дозах. Должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть активными против возбудителя заболевания;
- легко проникать в ткани растения;
- обладать биологическим действием внутри тканей растения;
- не должны быстро инактивироваться;
- лечебные дозы должны быть безвредными для растений.

Антибиотики применяются путем обработки семян и посадочного материала, опрыскивания растений, внесения в почву.

Антибиотики поглощаются листьями, корнями, стеблями и быстро распространяются по растению, сохраняясь в нем 20–30 дней. Выполняют профилактическую (иммунизация растений) и лечебную функции. Подавление фитопатогенов возможно при помощи медицинских антибиотиков (пенициллин, стрептомицин, биомицин и др.). Однако применение их в сельском хозяйстве не допускается, так как продукция защищаемых растений может содержать остаточные количества данных препаратов. Употребление же в пищу продуктов, имеющих остаточные количества антибиотиков, вызывает появление в организме человека устойчивых к антибиотикам форм болезнетворных для него микроорганизмов, что сделает невозможным лечение людей этими препаратами.

В настоящее время в отдельное направление биологического метода выделено *применение фитонцидов* — антибиотиков, продуцируемых растениями. Высокой фитонцидностью обладают лук, чеснок, хрен, черемуха, тополь, зверобой, багульник, можжевельник, бессмертник и др. Так, в Государственный реестр разрешенных к применению на территории Республики Беларусь препаратов включен препарат Тиморекс Голд на основе экстракта чайного дерева для защиты огурца

защищенного грунта от аскохитоза, мучнистой росы, серой гнили. Антибиотик иманин, выделенный из зверобоя, подавляет жизнедеятельность возбудителей корневых гнилей клевера, снижает развитие вируса табачной мозаики, столбура пасленовых.

Использование гиперпаразитов, или паразитов второго порядка. Гиперпаразиты — микроорганизмы, способные паразитировать на фитопатогенах. Механизм их действия состоит в лизисе (растворении) мицелия или спорообразующих органов фитопатогенных грибов. Такими свойствами обладают и бактерии, и грибы.

Бактерии-гиперпаразиты, накапливающиеся в перепревшем навозе, лесной подстилке, гниющей сеной трухе, с успехом используют для лечения крыжовника от мучнистой росы.

Гриб *Darluta filum* из отдела *Deuteromycota* обнаружен в естественных условиях как гиперпаразит возбудителя бурой листовой ржавчины пшеницы (*Puccinia tritricina*), столбчатой ржавчины смородины (*Cronartium ribicola*). Гриб *Cicinnobolus cesatii* из того же отдела паразитирует на мучнисторосяных грибах, а массово развивается на возбудителе мучнистой росы яблони (*Podosphaera leucotricha*).

Гиперпаразитами могут быть и вирусы. Паразитируют они в основном на бактериях и называются *бактериофагами*.

Биологический метод защиты наиболее безвреден для человека, не связан с загрязнением окружающей среды, однако используется недостаточно широко.

Карантин растений — это система государственных мероприятий профилактического характера, направленных на защиту растительных богатств страны от проникновения с территорий других государств карантинных возбудителей болезней растений, а в случае проникновения этих объектов — на локализацию очагов.

Карантинным объектом называют возбудителя болезни, который отсутствует или ограниченно распространен на территории страны, но может проникнуть в нее и вызвать существенное поражение растений.

Задача карантина — предотвратить перенос патогенов туда, где они отсутствуют. Различают внешний и внутренний карантин.

Внешний карантин — мероприятия, направленные на предотвращение переноса на территорию Республики Беларусь особо опасных патогенов, отсутствующих в ней.

Внутренний карантин — мероприятия, ограничивающие распространение заболевания из одного сельскохозяйственного предприятия, района или области в другие.

Фитопатогенные карантинные микроорганизмы могут быть завезены на территорию страны на поверхности или внутри живых растений, семян, клубней и другого посадочного материала; в импортируемом зерне, фруктах, овощах и прочих растительных продуктах; растительном материале, используемом в промышленности (хлопок, лен и т. д.); упаковочных материалах растительного происхождения; случайно прилипших частицах почвы, растительной ткани и т. д.

Для охраны территории нашего государства от опасных карантинных объектов создана специальная карантинная служба, представляющая собой сеть республиканских, областных и районных инспекций.

Ввоз в республику из других стран подкарантинных материалов (почва, живые растения, семена, мука, овощи и т. д.) допускается только при наличии соответствующих документов: разрешения, выдаваемого специальной карантинной службой Республики Беларусь, а также карантинного сертификата страны-экспортера, удостоверяющего карантинное состояние продукции. Затем весь ввозимый подкарантинный материал, а также тару и транспортные средства тщательно проверяют.

Мероприятия внешнего карантина осуществляются на пограничных пунктах ввоза и вывоза, в аэропортах, на международных почтамтах и т. д.

Весь семенной и посадочный материал пропускают через специальные интродукционно-карантинные питомники для выявления скрытых очагов зараженности карантинными возбудителями.

При обнаружении карантинных объектов подкарантинный материал обеззараживают. В тех случаях, когда обработка не может обеспечить полного отсутствия патогена, весь импортируемый растительный материал уничтожают.

Мероприятия внутреннего карантина направлены на предотвращение распространения карантинных объектов внутри страны, своевременное выявление, локализацию и ликвидацию их очагов. Очаги карантинных возбудителей болезней выявляют при обследовании посевов, насаждений, хранилищ, почвы. При их обнаружении объявляют карантин, т. е. ограничивается вывоз и использование растительной продукции из сельскохозяйственных предприятий, населенных пунктов или зоны, где обнаружен карантинный объект. Затем его очаг локализируют и ликвидируют и только после этого снимают карантин.

Перечень карантинных объектов периодически обновляют и утверждают.

К объектам, зарегистрированным в настоящее время как карантинные, относятся ожог плодовых деревьев (*Erwinia amylovora*), индийская головня пшеницы (*Neovossia indica*), рак картофеля (*Synchytrium endobioticum*) и др.

Интегрированная защита растений от болезней. Использование отдельных, даже самых эффективных методов защиты растений от болезней не может обеспечить долговременного подавления их возбудителей. Этого можно достичь при систематическом комплексном применении всех доступных профилактических и истребительных мероприятий. Наиболее эффективна в этой связи интегрированная защита растений от болезней, предусматривающая не истребление вредных организмов, а снижение их численности до определенного уровня с минимальными отрицательными последствиями для окружающей среды.

Основными элементами интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от болезней являются:

- 1) высокая агротехника, обеспечивающая получение полноценных растений, устойчивых к различным неблагоприятным факторам, включая специальные агротехнические приемы по профилактике или подавлению отдельных вредных видов;
- 2) выращивание сортов и гибридов, устойчивых к болезням;
- 3) использование приемов, сохраняющих и активирующих деятельность природных антагонистов, а также регулирующих численность фитопатогенов;

4) использование эффективных приемов подавления численности вредных организмов, биологических и химических, на основе детального анализа агробиоценоза при строго объективной оценке ожидаемого развития болезней.

Таким образом, приемы интегрированной защиты растений представляют собой сочетание биологических, агротехнических, химических, физических и других методов, направленных против комплекса болезней в конкретной эколого-географической зоне на определенной культуре, при которых осуществляется регулирование численности вредных видов до хозяйственно неощутимых количеств при сохранении деятельности природных полезных организмов.

Практические успехи интегрированной защиты растений связаны с насыщением систем защиты элементами агротехнической профилактики, с возделыванием сортов, устойчивых к болезням, что дает возможность сократить число химических обработок.

Средства активного подавления вредных организмов: химические, биологические, физические и другие — используют в интегрированной защите на основе объективной оценки ожидаемого развития возбудителей болезней и возможного экономического ущерба от них, т. е. с учетом *экономического порога вредоносности (ЭПВ)*.

Под ЭВП понимают степень развития или распространения болезни, при которой стоимость потерь урожая превышает затраты на применение средств защиты растений.

В этом случае использование защитных приемов повышает рентабельность производства культуры и снижает ее себестоимость. Экономические пороги вредоносности разработаны для многих болезней: ЭПВ для бурой ржавчины в фазе молочной спелости зерна составляет 40 % развития болезни, для стеблевой в фазе полной спелости — 15 %, ЭПВ мучнистой росы на пшенице при планируемой урожайности 40 ц/га в начале фазы выхода в трубку составляет 1–8 % развития болезни, а в начале фазы колошения — 9–18 %.

ЭПВ могут изменяться в зависимости от зоны возделывания культуры, климатических условий, уровня агротехники, фазы развития культуры, планируемого урожая и т. д.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте определение болезни растений.
2. Какие патоморфологические изменения могут происходить в растительном организме в результате патологического процесса?
3. Какие патофизиологические изменения могут происходить в растительном организме в результате патологического процесса?
4. Какие существуют основные типы болезней растений?
5. Приведите причины неинфекционных болезней растений.
6. Что такое паразитизм? В каких формах он проявляется?
7. Расскажите о морфологических особенностях грибов.
8. Приведите биологическую характеристику грибов.
9. Дайте краткую характеристику хитридиомицетов.
10. Дайте краткую характеристику оомицетов.
11. Дайте краткую характеристику зигомицетов.
12. Дайте краткую характеристику аскомицетов.
13. Дайте краткую характеристику базидиомицетов.
14. Дайте краткую характеристику дейтеромицетов.
15. Опишите бактериальные болезни растений.
16. Расскажите о вирусных болезнях растений, их диагностике, источниках инфекции, способах передачи.
17. Как защищать растения от виروزов?
18. Дайте характеристику микоплазм как возбудителей болезней растений.
19. Расскажите об актиномицетах как о возбудителях болезней растений.
20. Перечислите методы защиты сельскохозяйственных культур от болезней.

Раздел 3. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

3.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Организационно-хозяйственные мероприятия крайне важны при защите сельскохозяйственных культур. Они включают в себя следующее:

1) тщательную очистку посевного материала на зерноочистительных машинах и комплексах. Выбор таких машин обусловлен различием физических свойств (длина, толщина, парусность) и формы поверхности семян культурных растений и семян сорняков;

2) запрет на применение органических удобрений, содержащих семена и плоды сорняков. Не следует использовать в подстилку животным солому, в которой находятся семена сорняков. Вносить на поля следует только перепревший навоз, что позволяет значительно снизить всхожесть сорных растений, которые в нем находятся. В 2–3 раза снижается всхожесть сорняков при компостировании навоза;

3) обкашивание дорог, меж, канав, опушек леса, пустырей, путепроводов и полос отчуждения от сорных растений, чтобы исключить возможность их обсеменения. Яровые сорняки, которые не имеют прикорневых розеток и почти не размножаются вегетативно, после скашивания погибают;

4) предотвращение распространения семян сорных растений уборочными и транспортными машинами, а также тарой. Возможно использование специальных уловителей, которыми оснащаются уборочные машины;

5) подготовку складских помещений к приему нового урожая с обязательным проведением дезинфекции и дезинсекции;

6) соблюдение пространственной изоляции между посевами до 1 км. Это относится и к полям прошлогодного сева. У свеклы данное мероприятие позволяет избежать заражения пероноспорозом, ржавчиной, церкоспорозом, мучнистой росой, вирусными заболеваниями, переселения листовой или бобовой тли; у льна-долгунца — ржавчиной; клевера — клеверным долгоносиком-семяедом, клубеньковым долгоносиком; рапса — рапсовым цветоедом; моркови — морковной мухой.

Посевы кукурузы текущего года следует изолировать от посевов проса, так как это может усиливать развитие бактериоза на початках из-за повреждения их хлебными клопами.

Семенные участки размещают на расстоянии не менее 1 км от товарных посевов, благодаря чему уменьшается распространение заболеваний на подсолнечнике, овсе, ячмене, пшенице.

Более отдаленное размещение яровых зерновых от озимых позволяет избежать перезаражения от них мучнистой росой и ржавчиной.

Посевы тимофеевки следует размещать на расстоянии не ближе 2 км от старых, что позволяет избежать поражения их тимофеечными или колосовыми мухами.

Особое внимание следует уделять размещению посадок картофеля для избежания перезаражения их вирусными болезнями. Семенные посадки следует изолировать от товарных, а также от приусадебных участков, картофелехранилищ, площадей, занятых пасленовыми и зернобобовыми культурами, на расстоянии не менее 100 м.

Следует избегать совместного размещения земляники и малины, чтобы избежать поражения землянично-малинным долгоносиком;

7) обучение работающих при возделывании сельскохозяйственных культур новым технологиям и методам их выращивания;

8) составление плана проведения защитных мероприятий при возделывании той или иной сельскохозяйственной культуры;

9) сбор и уничтожение послеуборочных остатков;

10) известкование кислых почв, что позволяет избежать сильного развития аскохитоза у гороха, фузариоза у клевера,

корнееда свеклы, белой гнили и склеротиниоза у подсолнечника, килы капусты.

Известкование под предшествующую культуру у льна-долгунца позволяет избежать заболевания его фузариозом. Известкование за 2–3 года до сева данной культуры позволяет снизить поражаемость ее вредной льняной долгоножкой;

11) размещение возделываемых культур только по наиболее благоприятным почвам с оптимальным для них уровнем кислотности.

Сельскохозяйственные культуры по-разному относятся к кислотности почвы, на которой выращиваются. Так, для озимой и яровой пшеницы наиболее оптимальными являются почвы с рН 6–7,5, озимую рожь можно возделывать на почвах с повышенной кислотностью (рН 5,3).

3.2. АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ МЕТОД

Агротехнический метод в интегрированной защите растений является одним из основополагающих. К особенностям данного метода относят:

1) отсутствие дополнительных затрат, так как агротехнические мероприятия обязательны при возделывании сельскохозяйственных культур;

2) использование взаимоотношений между растением, вредным организмом и внешней средой при его применении;

3) способность в нужном для человека направлении изменять экологическую среду, влияющую на развитие и размножение вредных видов;

4) хорошую сочетаемость агротехнических приемов с биологическими и другими методами борьбы;

5) применение этого метода не ухудшает продукцию и не вредит окружающей среде.

К данному методу борьбы относятся все те приемы агротехники, которые можно использовать для защиты сельскохозяйственных растений от вредных организмов.

Агротехнические мероприятия существенно ухудшают условия жизнедеятельности вредных организмов, что приводит к изменению видового состава вредных объектов, их есте-

ственных врагов, а также к созданию оптимальных условий произрастания культурных растений.

Соблюдение севооборота как основа профилактических мероприятий. При установлении чередования культур в севообороте необходимо учитывать не только особенности сельскохозяйственных культур, но и биологические особенности вредителей и возбудителей болезней растений. Чередование культур в севообороте препятствует накоплению специализированных вредителей и возбудителей болезней в почве. Особенно важно это в борьбе с мучнистой росой, ржавчиной, корневыми гнилями, спорыньей злаков, пузырчатой головней кукурузы, килой капусты, фузариозом льна и др.

При установлении севооборота в хозяйствах следует учитывать, что некоторые виды вредных объектов способны длительное время сохраняться в почве. Так, например, рак картофеля сохраняется до 10 лет. При возделывании пасленовых нельзя размещать после картофеля томаты и наоборот, так как они имеют общих вредителей и болезни (фитофтороз, колорадский жук). Посадка картофеля по картофелю в течение двух-трех лет подряд способствует сильному заражению этой культуры стеблевой и картофельной нематодой, вирусными, бактериальными и грибными болезнями.

В борьбе с возбудителями ржавчины и мучнистой росы зерновых культур имеет значение более отдаленное размещение озимых и яровых культур, так как яровые этими болезнями обычно заражаются от озимых. Такие посевы сильно повреждаются шведской, гессенской и другими злаковыми мухами, корневыми гнилями, ржавчинами. Потери от этих вредных объектов можно снизить, если в каждом следующем году сеять другую зерновую культуру: после яровой пшеницы — овес, кукурузу, горох, ячмень или просо.

Севообороты играют большую роль в снижении вредоносности монофагов. Так, гороховая зерновка может развиваться только на горохе. Поэтому снижения численности этого вредителя и уменьшения его вредоносности можно достигнуть, исключив на 2—3 года горох из севооборота.

На капусте численность капустной мухи снижается, если капустные поля размещать на значительном удалении (800—

1000 м) от участков, на которых в прошлом году выращивались крестоцветные культуры и где происходили накопление и зимовка капустных мух. На площадях, где выращивалась капуста, пораженная килой, не рекомендуется возделывать крестоцветные.

В борьбе со свекловичной нематодой необходимо возвращать данную культуру на прежнее место не ранее чем через 4–5 лет. На поле, зараженном цистами, можно сеять кукурузу, рожь, вику, люцерну. Они способствуют выходу личинок из цист. Личинки погибают, поскольку не могут питаться на корнях этих растений.

В борьбе с проволочником также можно использовать севооборот. Так, после многолетних трав (5–6-летнего использования) в первые 2–3 года следует размещать гречиху, ячмень, вико-овсяную смесь, просо, слабо страдающие от этого вредителя и снижающие его численность в 8–12 раз. Кроме того, до посева проса и гречихи проводят 2–3 культивации, из-за чего, а также от хищных насекомых, проволочник погибает.

Использование минеральных удобрений для снижения численности вредных объектов. При правильном и своевременном внесении элементов минерального питания улучшаются условия развития растений, активизируются их иммунные силы, и они лучше противостоят повреждениям вредителей. Удобрения могут ухудшать условия существования вредителей: например, внесение аммиачной селитры и сульфата аммония создает неблагоприятные условия для развития проволочников, свекловичного долгоносика, личинок хрущей, вредной долгоножки. Такие удобрения, как хлористый калий, хлористый аммоний, вызывают значительную гибель проволочников. Опыливание почвы суперфосфатом в ночное время уничтожает голых слизней.

На зерновых культурах внесение удобрений повышает их кустистость и ускоряет прохождение фаз развития. Весьма серьезный вредитель хлебных злаков — шведская муха — заселяет только очень молодые злаковые растения. На растениях, прошедших фазу кушения, шведская муха откладывает яйца только на боковые стебли. Поэтому применение оптимальных

доз удобрений, ускоряющих рост злаков, приводит к тому, что ко времени лёта и откладки яиц шведской мухой большинство растений пройдет фазу кущения, и общая интенсивность повреждения посева этим вредителем уменьшится.

Оптимальные дозы калийных и фосфорных удобрений повышают устойчивость ко многим болезням. Они снижают заболевание озимых ржавчиной, снежной плесенью, поражение кукурузы пузырчатой головней.

Фосфорные удобрения, ускоряя колошение яровых зерновых, вызывают гибель личинок зеленоглазки, так как они оказываются открытыми при питании на колосоножке. Они ухудшают условия питания трипсов, ускоряя созревание яровой пшеницы на 3–5 дней из-за более ранней уборки урожая. Поглощенный насекомыми фосфор нарушает циркуляцию гемолимфы, уменьшает поступление кислорода в их организм, вызывает расстройство дыхания.

Как показали исследования, проведенные В.Ф. Самерсовым (1964) и др., применение минеральных и особенно фосфорных удобрений на капусте значительно изменяет химизм растений, которые при этом становятся менее благоприятным кормом для листогрызущих гусениц, питающихся на капусте. При этом у насекомых уменьшается плодовитость, происходит снижение их численности и вредоносности.

Известкование кислых почв снижает численность личинок клубеньковых долгоносиков и проволочников, создает неблагоприятные условия для корнееда свеклы, черной ножки и килы капусты.

Избыточное внесение под сахарную свеклу азотных удобрений стимулирует размножение сосущих насекомых — листовой тли, клопов, цикад и т. д.

В садах внесение оптимальных доз удобрений способствует уменьшению развития американской мучнистой росы крыжовника и смородины (следует избегать повышенных доз азотных удобрений), антракноза смородины.

В борьбе с болезнями растений большое значение имеют микроэлементы. На их фоне снижается поражение картофеля мокрой гнилью более чем в 3 раза, кукурузы — пузырчатой головней в 2–4 раза. По данным Л.Н. Золотова, при обработке

семян сахарной свеклы раствором 0,05%-ного молибдена поражение всходов корнеедом понизилось на 68 %, при обработке борной кислотой в концентрации 0,02 % — на 74,5 %.

Микроэлементы (бор, медь, молибден и др.), внесенные в почву, значительно повышают устойчивость картофеля к фитофторозу и другим болезням; бор снижает заболеваемость свеклы гнилью сердечка.

На торфяно-болотных и песчаных почвах медь значительно повышает устойчивость картофеля к фитофторозу и некоторым другим болезням.

Влияние зяблевой вспашки на фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур. Зяблевая вспашка служит мощным средством для сокращения численности вредителей, подавления возбудителей болезней растений и снижения их вредоносности.

Глубокой зяблевой вспашкой запахиваются и уничтожаются всходы падалицы с личинками злаковых мух и растительные остатки, на которых концентрируются многие вредители. По данным И.Ф. Павлова (1967), зяблевая вспашка на глубину 20 см вызывает гибель пшеничного трипса и злаковой тли на 50—75 %.

Запашка остатков растений, в которых зимуют гусеницы кукурузного мотылька, или кочерыг, на которых находятся зимующие яйца капустной тли, снижает численность данных вредителей. При этом заделываются в землю также и сорняки, что лишает многих насекомых пищи, и они не могут накопить достаточного количества жировых запасов, необходимых для зимовки.

Помимо вредителей, зяблевая вспашка позволяет снизить запас инфекционного начала в почве. Это, прежде всего, возбудители фузариозов и корневых гнилей злаков, увядания растений, склеротиниоза, спорыньи, белой гнили. В зависимости от способа, сроков и глубины вспашки изменяются физические свойства и структура почвы, что также ухудшает условия развития возбудителей болезней.

Осенняя перепашка почвы в садах (а также перекопка приствольных кругов) способствует уменьшению численности ложногусениц вишневого слизистого пилильщика, куко-

лок вишневой мухи, зимующих в почве, а также плодовой гнили, парши яблони и груши.

При перепашке (или перекопке) весной или осенью междурядий крыжовника бабочка крыжовниковой огневки в весенний период не в состоянии выбраться на поверхность почвы с глубины 10–12 см.

Предпосевная и междурядная обработка почвы как прием интегрированной защиты растений. Предпосевная обработка почвы имеет практическое значение в борьбе с некоторыми почвообитающими вредителями. Поля с высокой численностью личинок (например, проволочника) следует отводить под культуры позднего сева (гречиха), что позволяет при проведении 2–3 культиваций до посева существенно снизить заселенность поля такими вредными объектами. Почвообитающие вредители (личинки, куколки) поднимаются при этом в верхние слои почвы и погибают от пересыхания или же поедаются энтомофагами, птицами.

При проведении лущения стерневых предшественников на глубину 10–12 см в установленные агросроки и последующей вспашке, по данным РУП «Институт защиты растений», гибель личинок проволочника достигает 60 %.

Во время лущения присыпаются землей пупарии гессенской мухи, находящейся у основания стерни; они оказываются в условиях более низкой температуры и повышенной влажности, что способствует прекращению диапаузы и вылету вредителя в период отсутствия всходов озимых, кроме того, с падалицей в последующем заделываются уредоспоры ржавчинных грибов.

Весеннее боронование посевов позволяет значительно снизить засоренность зерновых культур, что в итоге сказывается на урожайности.

Выравнивание посевных площадей в большой степени предотвращает вымокание растений и последующую поражаемость зерновых культур корневыми гнилями и снежной плесенью.

Ранняя шаровка и систематическое рыхление междурядий сахарной свеклы имеет большое значение в борьбе с корнеедом и значительно снижает пораженность корнеплодов.

Культивация междурядий в садах приводит к гибели куколок зимней пяденицы, яблонного пилильщика в коконах.

Значение сроков и способов посева, норм высева для формирования благоприятной фитообстановки в агрофитоценозе. Регулируя сроки посева, можно достичь несовпадения (разрыва во времени) наиболее уязвимой фазы развития растений с появлением вредителя. Для ячменя, овса, яровой пшеницы, льна и зернобобовых культур лучшим является ранний срок сева. Это связано с тем, что шведская муха, зеленоглазка, хлебная полосатая и стеблевые блошки, клубеньковые долгоносики и некоторые другие вредители начинают заселять и повреждать всходы, когда среднесуточная температура воздуха превысит 12 °С и сохранится на этом уровне. Яровые зерновые и горох могут расти при температуре 4–6 °С и ко времени заселения посевов вредителями успевают окрепнуть и приобрести устойчивость к повреждениям. Таким образом, данное мероприятие уменьшает вред от ржавчины, позволяет снизить поражаемость посевов яровых зерновых вышеперечисленными вредителями, а также пилильщиками, злаковой тлей, яровой пшеницы — корневыми гнилями, ржавчиной.

Поврежденность озимых зерновых гессенской и шведской мухами при ранних сроках сева возрастает, так как при этом появление всходов совпадает с массовым лётом мух и откладкой яиц.

Ранние посевы озимых сильно заражаются не только шведской и гессенской мухами, но и злаковыми тлями, цикадками, возбудителями ржавчины, гельминтоспориоза, мучнистой росы, вирусных болезней.

Ранние посевы зернобобовых меньше повреждаются гороховой тлей, клубеньковыми долгоносиками, плодовой жук и бобовой огневкой, а также аскохитозом и мучнистой росой. Они заселяются вредителями в период, когда листовая поверхность растений уже велика и темпы ее роста в несколько раз превышают таковые на поздних посевах. Энтомофаги на таких посевах более многочисленны. Поэтому необходим ранний сев в годы, когда по прогнозу ожидается появление данных вредителей.

Ранние сроки посева повышают устойчивость сахарной свеклы к корнееду.

При ранней, дружной и влажной весне очень важен ранний сев сахарной свеклы; при этих условиях ко времени массового появления свекловичного долгоносика всходы успеют дать вторую пару листочков и, таким образом, легче перенесут повреждения.

Лен-долгунец ранний посев предохраняет от больших повреждений совкой-гаммой, льняными блошками. Один и тот же сорт льна при раннем посеве меньше поражается возбудителем фузариоза, чем при более позднем.

Ранняя посадка раннеспелых сортов картофеля способствует проведению уборки урожая до массового развития фитофторы.

Но в ряде случаев ранние сроки посева могут привести к более сильному поражению растений. При посадке в непрогретую (ниже 7 °C) почву отмечается значительное развитие ризоктониоза, порошистой парши картофеля, плесневение семян кукурузы и др.

Большое профилактическое значение в борьбе с проволочником и плесневением семян имеет своевременный посев кукурузы в прогретую почву и в сжатые сроки. В ряде случаев лучшими в целях защиты растений кукурузы оказываются более поздние сроки ее посева. При высокой численности проволочников эту культуру лучше всего сеять на 5–7 дней позже общепринятых сроков. На более поздних посевах семена и всходы кукурузы повреждаются почвообитающими вредителями в 2–4 раза меньше, кроме того, в этом случае меньше семян погибает от грибных болезней и длительного нахождения в почве при низкой температуре.

Сахарная свекла ранних сроков посева меньше повреждается свекловичными блошками и другими вредителями всходов.

Наряду с правильно выбранными сроками сева большое значение для снижения повреждений имеет густота посева. Нормы высева семян зерновых культур определяют густоту стеблестоя, что отражается на микроклимате посева, площади питания и освещенности растений и в итоге формирует условия роста растений. В редких посевах увеличивается

число вторичных стеблей и подгона, который повреждает шведская муха, поэтому изреженные, хорошо прогреваемые посевы зерновых культур интенсивнее заселяются и повреждаются вредителем. В густом стеблестое создается большая затененность, ускоряется рост влагалищных листьев, побегов. Огрубление их в фазах кушения и трубкования происходит значительно быстрее, что позволяет растениям «уйти» от повреждений шведской мухой. В то же время злаковые тли предпочитают загущенные посевы со стабильным режимом температуры и оптимальной влажностью воздуха.

Посевы ячменя и яровой пшеницы с повышенными нормами высева семян (0,25–0,5 млн всхожих зерен на 1 га (10–20 кг/га)) особенно необходимы в том случае, если они граничат с озимыми, либо при посеве с некоторым запозданием или на засоренных полях, а также в годы, когда весной ожидается высокая численность шведской мухи, хлебных пилильщиков, стеблевых блошек. Негустые посевы способствуют сильному размножению этих вредителей и сорных растений в течение всего периода вегетации.

В годы, когда ожидается массовое размножение гороховой тли и клубеньковых долгоносиков, норму высева семян также повышают, чтобы на каждом квадратном метре было не менее 100–200 растений (1,3 млн семян на 1 га). В данном случае листья и стебли гороха на 2–4 дня быстрее становятся непригодными для питания тлей. Клубеньковые долгоносики тоже меньше вредят в густом стеблестое.

Влияние сроков уборки на зараженность семенного и посадочного материала. Для получения качественного семенного материала очень важно провести уборку в сжатые сроки. При запаздывании с уборкой и ухудшении погодных условий на зерновых культурах начинается интенсивное развитие фузариоза колоса, который выделяет микотоксины. Они способны приводить к серьезным отравлениям человека и животных, которым скармливается зараженное зерно.

В первую очередь убирают зерновые на полях, наиболее сильно зараженных гессенской мухой, пшеничным трипсом, хлебными пилильщиками. Сжатые и ранние сроки уборки дают возможность получать зерно, которое слабо повреждено

вредителями, фузариозом колоса, оливковой плесенью и др.; уменьшить количество падалицы, на всходах которой в последующем размножаются возбудители ржавчины и мучнистой росы, а также многие вредные насекомые.

В начале уборки семенных посевов зерновых обкашивают краевые полосы, урожай с них обмолачивают отдельно с последующим использованием в фуражных целях. Это связано с тем, что на краевых полосах шириной 15–20 м зерно в несколько раз больше повреждается хлебными жуками, трипсами и характеризуется более низким качеством.

На посевах гороха также сначала убирают краевые полосы полей шириной 20–50 м (лучше в молочной спелости зерна) на корм скоту, а затем, при полном созревании, убирается остальной участок, семена с которого отличаются высоким качеством и практически свободны от заражения зерновкой и плодовой жоржикой. При запаздывании с уборкой бобы растрескиваются, при этом осыпается много семян, что приводит к увеличению зимующих вредителей. При своевременном обмолоте почти в два раза снижается поврежденность семян плодовой жоржкой и бобовой огневкой.

При своевременной уборке кукурузы на силос и при низком срезе в «пеньках» стеблей полностью отсутствуют гусеницы мотылька.

Борьба с потерями урожая при уборке ведет к уменьшению падалицы на полях и снижает численность мышевидных грызунов, скрытностеблевых вредителей злаков, гороховой плодовой жоржки и зараженность ржавчиной и мучнистой росой.

3.3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

История биометода. Первые попытки использования естественных врагов в борьбе с вредными насекомыми относятся к XII столетию. Для этих целей в горах собирали хищных муравьев и переносили их в насаждения цитрусовых культур. Таким же образом поступают в Йемене до сих пор владельцы финиковых пальм. В XVIII веке на острове Маврикий для борьбы с красной саранчой успешно использовали птицу майну, завезенную из Индии.

Основоположником исследований в биологическом методе защиты выступил великий русский ученый И.И. Мечников, использовавший в 1879 году гриб — возбудитель зеленой мушкардины — против хлебного жука и свекловичного долгоносика, что приводило к гибели последнего на 70 %. В последнем десятилетии XIX века большой вклад в науку внесли русские исследователи И.А. Порчинский, И.В. Васильев, Н.В. Курдюмов, И.Я. Шевырев, В.П. Пospelов и др. Они изучали роль энтомофагов и микроорганизмов в регулировании численности вредных насекомых, взаимоотношения между видами вредных организмов.

В 1903 году в полевых опытах И.В. Васильеву удалось добиться уничтожения 60 % яиц вредной черепашки путем использования паразита, завезенного в Харьковскую губернию из Туркестана, — микрофануруса (*Microphanurus Vassilievi Meyer*).

В 1931 году в Советском Союзе был организован Всесоюзный институт защиты растений (ВИЗР) и его лаборатории: биологического метода — под руководством Н.Ф. Мейера и микробиологического метода — под руководством В.П. Пospelова.

За рубежом биологический метод получил наибольшее развитие в США и Канаде. Впервые в 90-х годах XIX века для борьбы с австралийским желобчатым червецом в Калифорнию был завезен хищный жук родолия.

В Беларуси работы по биологическому методу защиты растений были начаты в 1936 году Т.Т. Безденко, который создал лабораторию биометода, занимавшуюся изучением и массовым разведением энтомофага-трихограммы. В послевоенное время (с 1957 года) эта работа была продолжена в лаборатории биометода в Белорусском научно-исследовательском институте плодоводства, овощеводства и картофеля. Были выделены местные формы видов рода трихограмма, обитающих в республике, и предложены способы их применения. Уже к 1970 году трихограмма применялась ежегодно для борьбы с яблонной плодовой жоркой на площади 10 тыс. гектаров. Были проведены исследования по применению трихограммы в борьбе с капустной совкой, рябиновой молью, гороховой плодовой жоркой, кукурузным мотыльком и др.

Большой вклад в развитие биологического метода борьбы с вредными организмами внесли А.И. Моисеенко, Т.Е. Полякова, В.Г. Осипов, В.И. Курилов, О.В. Парамонова, Н.Н. Коллядко, В.П. Бунякин. Ими были изучены местные ресурсы энтомофагов и определены их роли в регулировании численности вредителей плодовых, овощных культур и картофеля, разработаны комплексные системы защиты этих культур от вредителей с преобладанием биометода.

Первые работы по использованию болезнетворных бактерий и грибов для борьбы с вредителями садов и колорадским жуком были проведены И.Т. Король, В.П. Приставко. Исследования по технологиям применения новых биологических препаратов в борьбе с листогрызущими вредителями и яблонной плодовой гнилью в садах и на овощных культурах проводили И.Т. Король, В.А. Канапцкая, Н.И. Микульская, Л.И. Прищепа, З.А. Романовец.

В направлении изыскания антибиотиков против болезней овощных культур проводили работу Р.Г. Попель и В.И. Нитиевская.

С 1962 года начато выделение из овощного севооборота и испытание местных штаммов триходермы (А.И. Кустова). В результате отобраны четыре местных штамма, обладающих антагонистической активностью к основным возбудителям болезней овощных культур.

В настоящее время лаборатория биометода имеется в Институте защиты растений.

Важнейшие формы взаимоотношений между организмами в природе. Из всего многообразия сложных биоценологических взаимоотношений между организмами рассмотрим лишь важнейшие формы, представляющие интерес для биологического метода в интегрированной защите растений.

Хищничество — форма отношений, при которой один организм (хищник) питается другим (жертвой), приводя последнего к гибели в течение короткого времени. Обычно (но не всегда) хищник крупнее жертвы. Примером таких взаимоотношений являются пищевые взаимоотношения пауков и мух или же некоторых видов жуков (имаго) и личинки шелкопряда (проволочника).

Паразитизм — форма отношений, при которой один организм (паразит) живет и питается за счет другого (хозяина) длительное время, постепенно приводя его к гибели либо сильно истощая. Одним из примеров таких взаимоотношений между насекомыми является личинка трихограммы, поедающая яйца чешуекрылых.

Симбиоз — формы сосуществования или сожительства особей разных видов, которые в той или иной степени выгодны одному или обоим видам. Различают три основные формы симбиоза: мутуализм, синойкию, комменсализм.

Мутуализм — взаимовыгодное, часто необходимое сосуществование разных видов. Примером являются взаимоотношения некоторых муравьев с тлями, выделяющими сахаристые экскременты. Муравьи поедают клейкие экскременты и очищают их колонии, защищают тлей от паразитов и хищников, переносят их на новые растения, содействуя расселению и успешному размножению вредных видов.

Синойкия (сожительство) — отношения, полезные для одного вида, но безразличные для другого. Одним из проявлений синойкии является форезия, т. е. использование некоторыми видами насекомых других для расселения. Так, личинки 1-го возраста некоторых жуков-нарывников забираются в цветки растений и прикрепляются к диким пчелам. Пчелы переносят личинок в свои гнезда, где они питаются яйцами, личинками пчел и медом.

Комменсализм (нахлебничество) — использование одним видом пищевых запасов другого, не приносящее вреда последнему. Эта форма симбиоза, не достигающая уровня конкуренции и не ощущаемая партнером, приближается, с одной стороны, к синойкии, с другой — к паразитизму или хищничеству. Примером таких взаимоотношений являются взаимоотношения осы-блестянки и других пчелиных, которая живет в их гнездах и использует в пищу их кормовые запасы.

Австралийский веретенообразный клоп-хищнец ворует отложенную про запас добычу пауков.

Антибиоз — форма взаимоотношений видов, при которой продукты жизнедеятельности одного организма, выделяемые иногда даже в очень незначительных количествах, вызыва-

ют гибель или угнетение другого. Наиболее широко известны явления антибиоза, обусловленные специфическими продуктами жизнедеятельности бактерий, грибов и актиномицетов, обладающими высокой физиологической активностью по отношению к определенным микроорганизмам. Сюда же относят вещества, обладающие антимикробными свойствами — фитонциды (у растений), а также токсины, отпугивающие и другие специфические вещества, оказывающие губительное или угнетающее воздействие на насекомых, клещей и другие вредные организмы. Например, ваточник содержит вещества, которые препятствуют поеданию его гусеницами.

Способы применения энтомофагов. Согласно определению словаря по биологической защите растений (1986) *энтомофаг* (*entomophagous, entomophage*) — употребляющий в пищу насекомых (паразиты, хищники). Существуют следующие способы применения энтомофагов: внутриареальное расселение, интродукция и акклиматизация, сезонная колонизация, охрана и создание оптимальных условий для их жизнедеятельности.

Внутриареальное расселение. Сущность данного способа состоит в массовом переселении эффективных, обычно относительно специализированных паразитов и хищников (олигофагов) из старых очагов размножения вредителей во вновь возникающие в пределах зоны, где эти естественные враги отсутствуют или еще не накопились. Способ внутриареального расселения был в ряде случаев успешно применен против лесных вредителей. Примером эффективного применения энтомофагов таким способом в Беларуси является переселение в очаги соснового шелкопряда яйцееда теленомуса (*Telenomus verticillatus* Kieff).

Интродукция и акклиматизация. Данный способ основан на изыскании эффективных естественных врагов на родине вредителя и переселении их в новые районы. Интродукция и акклиматизация, как правило, дают наилучшие результаты в случае использования узкоспециализированных энтомофагов, развитие которых хорошо приспособлено к существованию за счет определенного, обычно одного вида, вредителя. В США, Канаде данный способ очень распространен. Наиболее известным примером данного метода является применение

на островах Фиджи против кокосовой пестрянки мухи тахины, завезенной из Индонезии. В качестве наиболее успешных примеров на территории СНГ (бывшего СССР) можно отметить применение паразита афелинуса против кровяной тли, хищника родолии против червеца ицерии.

Сезонная колонизация заключается в разведении некоторых энтомофагов в лабораториях с последующим выпуском в среду обитания вредного объекта. Таким способом применяют златоглазку, трихограмму против чешуекрылых вредителей, хищного клеща фитосейулюса против паутинного клеща, алеохару двухполосую против свекловичной, капустной, луковой мух.

Трихограмма — это мелкое насекомое длиной 0,3 мм, живущее в природных условиях в среднем 8 дней, но не более 14. Она светолюбива, хотя избегает прямых солнечных лучей.

Существуют 4 вида трихограммы (с различными расами и экотипами), выделенные для практического использования, из 25 выявленных на территории СНГ: трихограмма обыкновенная, трихограмма желтая самцовая, трихограмма желтая бессамцовая и трихограмма Эупрактидис.

У данного насекомого паразитирует отродившаяся личинка в яйцах чешуекрылых.

Трихограмма обыкновенная применяется против совок, желтая бессамцовая — против яблонной плодовой, некоторых видов листоверток, желтая самцовая — только против листоверток, трихограмма Эупрактидис — против комплекса совок на технических, овощных культурах, также против чешуекрылых вредителей на плодовых.

Желтая самцовая трихограмма (*Trichogramma embryophagum*) в природе обнаружена в Брестской и Гродненской областях, а также в южных районах Минской области. Севернее линии Минск—Борисов данный вид отсутствует (Т.Т. Безденко, 1968). Данный вид предпочитает влажность в пределах 40–50 % и повышенную температуру — до 26–28 °С. Активно перемещается и откладывает яйца уже при 14 °С.

Желтая бессамцовая трихограмма (*T. cacoecia*) в природе обнаружена только в северной зоне республики (Полоцк, Витебск, Орша) (Т.Т. Безденко, 1968). Данный вид предпочитает влажность в пределах 70–80 % и температуру до 22–24 °С.

В лабораторных условиях начинает заражение яиц ситотроги при температуре 15–16 °С, наибольшую активность развивает при 24–26 °С.

Трихограмма обыкновенная (*T. evanescens*) в природных условиях обнаружена в южной зоне республики (Гомель, Брест, Малорита), а также на Полесье (Лельчицкий район). Оптимальными условиями для жизнедеятельности данного вида трихограммы являются влажность в пределах 60–80 % и температура 20–24 °С.

Основным фактором, сдерживающим большую численность паразита, является отсутствие синхронности в развитии с хозяином. Кроме того, данный объект не способен перелетать на большие расстояния из-за маленьких крыльев.

Трихограмму разводят в биолaborаториях на яйцах зерновой моли или ситотроги.

Выпуск трихограммы осуществляют в предвечерние или ранние утренние часы. За сутки до выпуска партию заселенных паразитом и уже черных яиц ситотроги из бумажных пакетов переносят в стеклянные банки из расчета 100 тыс. яиц на 1 л емкости. Предварительно в них помещают 100–150 кусочков мятой бумаги, привядшие листья растений или соцветия клевера, тмина, фенхеля. Банку закрывают тонкой тканью.

Листья, заселенные трихограммой, равномерно раскладывают по полю. Выпуская паразита в 50 точках на 1 га, рабочие передвигаются в 20 м друг от друга и кладут лист или соцветие с теневой стороны растения через каждые 10 м. При выпуске трихограммы в 100 точках расстояние между рабочими составляет 10 м, в 200 точках — 5 м.

Чаще всего объект применяется наводняющими выпусками. Первый — в начале откладки яиц вредным объектом, второй и последующие — через каждые 4–5 дней с учетом плотности популяции вредного объекта.

В садах против яблонной плодовой орды (на молодых растениях) применяют до трех выпусков суммарно до 20 тыс. особей на одно дерево (в начале откладки яиц самками яблонной плодовой орды, в начале массовой кладки яиц и следующий — через 6–7 дней).

На капусте против капустной совки объект применяется при численности яиц последней 0,4–0,6 шт./м². При наличии на одном растении до 5 яиц капустной совки выпускают 80 тыс. особей (1 г) на 1 га, более 5 яиц – 240 тыс. особей (3 г) на 1 га. Первый выпуск производят в начале кладки яиц вредителем, второй – в начале массовой кладки. По данным В.И. Сидляревич, В.В. Болотникова (1990), эффективность трихограммы в борьбе с этим вредителем составляет 74 %.

Против капустной белянки производится двукратный выпуск энтомофага: в начале откладки яиц и через 5–7 дней из расчета не менее 30 тыс./га, создавая соотношение 1:20.

Данным методом используется также хищный клещ фитосейулюс (*Phytoseiulus persimilis* A-U), завезенный на территорию бывшего Советского Союза в 1963 году. В естественных условиях он обитает в Италии, Франции, Чили, Ливане. В бывшем Советском Союзе применялся на территории около 40 млн га. Является хищником в отношении паутинного клеща.

Это мелкий хищник (0,3–0,5 мм) оранжево-красного цвета, который отличается быстротой развития, большой плодовитостью и прожорливостью. Для его жизнедеятельности наиболее благоприятна температура воздуха 25–30 °С, относительная влажность воздуха 70 % и выше. В этих условиях одно поколение развивается за 5,5–6 суток, что в 1,5–2 раза быстрее, чем у паутинных клещей. За весь период жизни фитосейулюса (18–24 суток) каждая самка откладывает в среднем 50–80 яиц и уничтожает ежедневно до 30 яиц вредителей или более 24 особей.

Фитосейулюса разводили в теплицах при повышенной влажности воздуха (70–85 %) и температуре 26–28 °С. В помещении, где размножают паутинных клещей, влажность воздуха должна быть 35–55 % и температура 25–30 °С (Г.А. Бегляров, 1968). Растения выращивают на стеллажах или деланках грунтовой теплицы. Площадь, отведенную под размножение хищника, делят на восемь участков, которые засевают с пяти-, семидневным интервалом соей или же огурцами. При появлении трех–пяти настоящих листьев их засевают паутинными клещами (из расчета 40–50 особей на одно растение). Размножать паутинного и хищного клещей лучше

в разных теплицах, так как возможно преждевременное уничтожение вредного объекта.

Через 10–15 дней фитосейулюса выпускают из расчета 10 самок и нимф на одно растение. Еще через две недели (если достигнуто соотношение хищника и жертвы 1:1) собирают листья с накопившимся на них фитосейулюсом. При соблюдении режимов содержания для разведения объекта достаточно использовать 0,5 % площади, занятой защищаемой культурой.

Ежедневно в теплицах выявляют очаги паутинного клеща по повреждениям на листьях. Вначале эти повреждения имеют вид светлых точек-наколов, особенно заметных с верхней стороны листа. Позже возникают обесцвеченные участки («мраморность»). На зараженные растения кладут листья с фитосейулюсом. Норма выпуска – 10–60 особей на одно растение. В случае, когда подавление паутинного клеща идет медленно, выпуск фитосейулюса повторяют.

Эффективность применения фитосейулюса очень высока и позволяет получить урожай огурцов в теплицах на 2–3 кг/м² больше, чем в теплицах, где применяются ядохимикаты.

Охрана и создание оптимальных условий для жизнедеятельности энтомофагов. Для этого необходимо выполнять следующие мероприятия:

1. Рационально применять пестициды. Все химические обработки должны проводиться только по мере необходимости с учетом экономических порогов вредоносности.

2. При проведении опрыскиваний использовать только избирательно действующие, безопасные для энтомофагов пестициды.

3. Создавать благоприятные условия для питания взрослых насекомых-энтомофагов. Вблизи посевов овощных культур, в междурядьях сада производить посев культурных нектароносов.

4. Улучшать микроклиматические условия обитания энтомофагов с помощью агротехнических приемов.

Примером естественных энтомофагов являются жужелицы и журчалки.

Жужелицы (семейство *Carabidae*) — это жуки от небольших до крупных размеров, тело удлиненное с металлическим зеленоватым, синим или красноватым отливом. Жуки активны в сумерках и ночью. Пищей хищных жужелиц и их личинок являются различные насекомые. Они уничтожают гусениц непарного шелкопряда, лугового мотылька, надземных и подгрызающих совок, проволочников, личинок и куколок колорадского жука и др. Живут обычно в почве или подстилке.

Семейство сирфиды (*Syrphidae*), или мухи-журчалки, ведут хищнический образ жизни в личиночной фазе. Эти довольно крупные красивые насекомые напоминают по окраске ос. Брюшко у мух желтое, с черными полосками. Мухи в большом количестве концентрируются на цветущих растениях, преимущественно на зонтичных, где питаются нектаром цветков. Яйца откладывают в колонии тлей. Отродившиеся личинки малоподвижны, зеленого, оранжевого или даже красноватого цвета, по внешнему виду и манере ползать напоминают маленьких пиявок. Личинка мухи-сирфиды уничтожает за свою жизнь 1,5–2 тыс. тлей.

Важное значение в регуляции численности насекомых имеют энтомопатогенные грибы, бактерии, вирусы. Однако вызываемые ими эпизоотии обычно существенно влияют на популяцию при высоком уровне численности (когда начинают сказываться неблагоприятные последствия скученности особей) и определенном сочетании погодных условий.

Среднее положение в регулировании численности популяции занимают многоядные хищники, более эффективные при сравнительно высокой численности своих хозяев.

Биопрепараты. В состав биологических препаратов, применяемых против вредителей и болезней, входят средства на основе бактерий, вирусов, грибов и антибиотики. В нашей республике на их основе зарегистрировано 38 биопрепаратов.

Мировое производство их составило в начале 90-х годов прошлого века от 4000 до 5000 т в год.

Только в Германии в 1996–1997 годах препараты на основе *B. thuringiensis* применяли на площади 21,5 тыс. гектаров. Из обработанной площади 40–60 % занимала борьба с гроздовой и двухлетней виноградской листовертками, 5–15 % — с зимней

пяденицей, 5–20 % — с личинками чешуекрылых на капусте и 1–5 % — с колорадским жуком.

Биопрепараты на основе бактерий. Практически все биопрепараты на основе бактерий содержат в себе *Bacillus thuringiensis* (Тюрингская бацилла). Это бактерия, которая является естественным обитателем почвы. Она распространена по всему земному шару. Ее инсектицидные свойства были открыты еще в 1911 году, но до 1950 года не было разработано достаточно препаратов на ее основе для сельского хозяйства. Данная бактерия производит специфический белок (дельта-эндотоксин), который парализует пищеварительную систему насекомых. Причем действует он избирательно, поражая только вредные объекты.

Наиболее распространенными природными бактериальными заболеваниями насекомых являются красный и черный бактериозы.

Красный бактериоз — болезнь, вызываемая беспоровыми бактериями *Serratia marcescens* Biz. Это мелкие палочки, образующие характерные красный и розовый пигменты, которые встречаются в виде сапрофитов в воздухе, воде, почве, пищевых продуктах.

Гибель насекомых в природе от данного заболевания наблюдается у многих насекомых, но оно редко распространяется на большие площади. Таким заболеванием болеют гусеницы лугового и кукурузного мотыльков, озимой совки, азиатской саранчи, вредной черепашки. При этом все тело насекомых в результате размножения бактерии приобретает красный цвет.

Черный бактериоз вызывается тремя видами бактерий: *Serratia marcescens* Biz., *Pseudomonas pyocyanea* Mig. и споровой палочкой типа *Bacillus mycoides* Plug. Данное заболевание было впервые обнаружено у вредной черепашки. Заболевшее насекомое приобретает характерный аромат и сине-черный оттенок.

Дизентерия (флашерия) — второе название болезни, впервые было присвоено болезни тутового шелкопряда.

Типичным возбудителем дизентерии является бесспоровая палочка *Coccobacillus acridiorum* D'Her., выделенная из

больных насекомых во время эпизоотии пустынной саранчи. Проявлениями данной болезни насекомых являются кишечные расстройства в виде поноса, выделений из ротового отверстия, резкого гнилостного запаха. После смерти насекомые чернеют и быстро разлагаются.

В нашей республике согласно Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, допущены к применению следующие биопрепараты на основе бактерий: аурин, бактоген, бактофит СК, бактоцид, бацитурин, биопестицид «Бетапротектин», биопестицид ксантрел, биопестицид фрутин, биопестицид экогрин, битоксибациллин, бревисин, лепидоцид П, лепидоцид СК, профибактофито, фитопротектин, фрутин.

Рабочий раствор из бактериальных препаратов рекомендуется делать следующим образом. Сначала приготовить маточный раствор в небольшой емкости, который перенести в опрыскиватель и тщательно перемешать в баке. В связи с тем, что в теплой воде споры бактерии прорастают быстрее, для приготовления суспензии следует брать по возможности холодную (родниковую, колодезную или водопроводную) воду, чтобы на растения попадали непроросшие споры. Их прорастание должно произойти в кишечнике насекомого.

Приготовленную рабочую жидкость необходимо израсходовать в течение одного дня. Оптимальная температура для применения таких препаратов 13–17 °С. Срок ожидания по большинству биопрепаратов на основе бактерий составляет 5 суток.

Как и химические препараты, биопрепараты на основе бактерий обладают определенными преимуществами и недостатками. К достоинствам такого рода препаратов следует отнести:

1. Безопасность для человека и теплокровных животных.
2. Достаточно широкий спектр действия.
3. Отсутствие специфических запахов.
4. Высокая экологическая безопасность для окружающей среды. Они не поражают птиц, рыб, полезную энтомофауну.
5. Безопасное применение препаратов данного типа в период цветения растений и сбора урожая.

6. Снижение плодовитости насекомых, попавших под обработку, но не погибших по каким-либо причинам.

7. Отсутствие фитотоксичности и влияния на качество сельскохозяйственной продукции.

8. Совместимость в баковых смесях с пестицидами, биопрепаратами (кроме сильнощелочных) и регуляторами роста.

Недостатки:

1. Желаемый эффект по снижению численности вредителей получают только при первичном заражении корма из-за малой вирулентности (совокупность болезнетворных свойств микробов: инфекционность, возможность проникновения в организм насекомого, способность образовывать ядовитые вещества, вызывающие болезнетворное действие) и контагиозности (заразность инфекционного заболевания).

2. Данные бактерии не вызывают эпизоотий.

3. Бактериальные препараты обладают замедленным действием, и гибель насекомых наступает лишь через 2–5 суток и более после обработки, а максимальный эффект достигается на 10-е сутки. Однако после поглощения препарата насекомые очень быстро прекращают питание.

Биопрепараты на основе энтомопатогенных грибов. Грибные заболевания насекомых называют микозами. В настоящее время описано более 530 видов энтомопатогенных грибов из 4 классов (аскомицеты, зигомицеты, хитридиомикеты и несовершенные грибы). Первые признаки заболевания у насекомого проявляются через 3–5 суток. На теле насекомых появляются различные пятна, насекомое становится вялым и неподвижным, затем наступает гибель. Главным образом микозы поражают сетчатокрылых, жестkokрылых и полужестkokрылых.

Наиболее часто встречаемыми в природных условиях являются белый, розовый, зеленый мускардинозы.

Белый мускардиноз наиболее широко распространен среди насекомых. Эта болезнь вызывается грибами *Beauveria bassiana* Vuil., *B. tenella* Del. и *Paecilomyces farinosus* D. et Fr. Наиболее широко распространен и хорошо изучен гриб *B. bassiana*, вызывающий заболевание озимой совки, лугового и кукурузного мотыльков, вредной черепашки, колорадского

жука и свекловичного долгоносика, других насекомых и разных видов клещей.

Из садовых вредителей этим заболеванием поражаются яблонная плодожорка, яблонная моль и др.

Beauveria tenella поражает преимущественно личинок и имаго майских жуков, картофельную коровку и других насекомых.

Гриб пециломицес поражает многие виды насекомых из отрядов полужесткокрылых, равнокрылых хоботных, жесткокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых и двукрылых. Часто образует на насекомых длинные выросты — коремии, представляющие собой сросшиеся конидиеносцы.

Розовый мускардиоз вызывает гриб *Paecilomyces fumosaroseus* Вт. et S., который отличается розовой окраской мицелия и спор. Этим заболеванием поражаются капустная муха, восклищательная совка, свекловичный долгоносик и многие другие вредители культурных растений.

Зеленый мускардиоз характеризуется плоским темно-зеленым грибным налетом на поверхности погибших насекомых. Возбудитель — гриб *Metarrhizium anisopliae* Metsch. Поражает свекловичного долгоносика, проволочника.

Грибные заболевания не являются остро заразными и поражают, как правило, ослабленных насекомых. Для того чтобы увеличить эффективность грибных препаратов, рекомендуется применять их с половинными нормами расхода инсектицидов, рекомендованных на защищаемой культуре.

Из данной группы препаратов в нашей стране для производственного применения допущены боверин зерновой-БЛ, препарат «Melobass», разработанные на основе гриба боверии (белая мускардина).

Рабочую жидкость готовят не ранее чем за 1–2 ч до опрыскивания. Необходимое количество биопрепарата и инсектицида смешивают с небольшим количеством воды до получения пастообразной массы. После этого при непрерывном помешивании добавляют остальное количество воды.

Споры гриба в организм насекомых проникают преимущественно через кожные покровы. Конидиоспоры гриба, попав на тело насекомого, прорастают и проникают в полость,

растворяя ферментами кутикулу. Грибница пронизывает все тело насекомого, образуя на его поверхности слой конидиеносцев с конидиями. Хозяин погибает, а конидии переносятся ветром, дождем, самими насекомыми, и цикл развития гриба повторяется.

Антибиотики и почвенные антагонисты. Среди почвенных антагонистов наиболее изучено применение для борьбы с возбудителями заболеваний гриба рода *Trichoderma*.

Гриб воздействует на возбудителя заболевания в нескольких аспектах:

- 1) выделяет антибиотики, которые воздействуют на патоген;
- 2) гифы гриба, оплетая гифы патогена, нарушают у последнего обмен веществ, что приводит его к гибели;
- 3) способствует повышению фунгицидной активности клеточного сока, что приводит к повышению иммунитета.

Почвенные антагонисты могут быть использованы для борьбы с возбудителями заболеваний двумя путями:

- 1) содействие их деятельности в природе, осуществляемое агротехническими приемами (свооборот, внесение органики и др.);
- 2) использование их по типу препаратов.

В Республике Беларусь к применению допущены два препарата такого типа — триходермин-БЛ и препарат биологический фунгилекс.

Для выращивания грибной массы чаще всего используют перегной, отходы зерна, получаемые при разведении трихограммы, свекловичный жом, мякину, солому, торф, виноградную выжимку и различные растительные остатки. Маточную культуру гриба выращивают на агаризованных твердых и жидких питательных средах.

Биопрепарат получают, засевая культурой гриба предварительно увлажненный и простерилизованный в автоклаве субстрат. При температуре 25–28 °С происходит его развитие в течение 6–7 дней. Полученный таким образом препарат в виде биомассы можно сразу применять в борьбе с болезнями сельскохозяйственных культур. Если такой необходимости

нет, биопрепарат можно высушивать при 30–40 °С и хранить в бумажных мешках в сухом помещении при 5–10 °С в течение 1–1,5 года.

Trichoderma lignorum (viride) имеет хорошо развитую грибницу сначала белого, а затем зеленого с желтыми участками цвета. Конидиеносцы разветвленные, септированные. Споры овальные, с мелкими шипами, 3,5–4,5 мкм.

Гриб обладает широким спектром антагонистических свойств — гиперпаразитизмом, конкуренцией за питательный субстрат, продуцирует антибиотики (виридин, глиотоксин), угнетающие жизнедеятельность фитопатогенов.

В процессе взаимодействия паразитических штаммов *Trichoderma* выделяют три фазы (M. Lorito, S. L. Woo, 1998).

Первая фаза — первоначальное взаимодействие и узнавание хозяина. Паразитические штаммы гриба имеют направленный к гифам гриба-хозяина рост. В процессе роста клетки гриба выделяют экзоферменты, которые могут разрушать клетки других грибов, а образующиеся метаболиты стимулируют направленный рост мицелия триходермы.

Вторая фаза — физическое и молекулярное взаимодействие с хозяином. При этом триходерма выделяет ряд антигрибных веществ, ферментов, антибиотиков, а затем оплетает гифы гриба-хозяина, формирует структуры, схожие с аппресориями, и перфорирует клеточную стенку.

Третья фаза — полная колонизация хозяина. Триходерма проникает в мицелий хозяина, активно растет внутри клеток, приводя их к гибели. Ферменты паразита размягчают клеточную стенку хозяина, способствуя процессу дальнейшей колонизации.

Триходермин может успешно применяться в борьбе с возбудителями грибных заболеваний рода *Fusarium*, *Pythium*, *Phoma*, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Botrytis*.

Антибиотики — это биологически активные вещества, продуцируемые микроорганизмами и подавляющие рост, развитие или убивающие другие микроорганизмы (вирусы, бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли).

В настоящее время описано свыше 3000 антибиотиков. Их классифицируют по следующим признакам:

1. Систематическое положение организмов-продуцентов (бактерии, актиномицеты, водоросли, грибы, лишайники, высшие растения, животные).

2. Механизм биологического действия (ингибиторы синтеза клеточной стенки, нарушающие функции мембран, подавляющие синтез нуклеиновых кислот, белка, ингибиторы дыхания, окислительного фосфорилирования и т. д.).

3. Химическое строение (хиноны, ароматические соединения, кислородсодержащие гетероциклические соединения, аминоклюкозиды, полипептиды и т. п.).

4. Спектр действия (широко специализированные, антибактериальные, антигрибные и др.).

Впервые антибиотики в борьбе с болезнями растений были применены в США для борьбы с бактериальным ожогом плодовых культур. Там был использован медицинский стрептомицин.

Основным отличием антибиотиков от других биопрепаратов является высокая избирательность действия. Они подавляют бактериальных и грибных возбудителей заболеваний, не оказывая отрицательного влияния в рекомендованных для применения нормах на рост и развитие растений. Их действие мало зависит от погодных условий, так как высока скорость проникновения в растения.

К недостаткам препаратов данного типа следует отнести быстрое развитие устойчивости к ним у патогенных микроорганизмов. Именно этим обусловлен запрет на использование в растениеводстве антибиотиков, применяемых для лечения человека и теплокровных животных.

Роль земноводных млекопитающих, пресмыкающихся и птиц в снижении численности насекомых. Из земноводных насекомыми питаются лягушки, жабы, квакши. Из семейства лягушек наибольшую активность проявляет бурая лягушка, наиболее активная ночью. Она питается листоедами, долгоносиками, шелкоунами, пяденицами, тлями, клопами, совками, голыми слизнями. Зимуют данные земноводные на дне водоемов или на суше, зарываясь в землю, забираясь в норы грызунов.

Ужи питаются в основном грызунами, распространены практически по всей территории Беларуси.

Из 35 отрядов птиц, представители которых распространены по всему СНГ, 9 отрядов — естественные враги вредителей сельскохозяйственных культур, в 13 отрядах встречаются птицы, питающиеся насекомыми.

Грызунами питаются канюки, полевые луны, совы (домовой сыч, ушастая сова, болотная сова).

Наиболее распространенными на территории Республики Беларусь являются птицы отряда воробьиных, в который входит 50 семейств. К этому отряду относят трясогузковых, синицевых, ласточек, мухоловковых, иволговых.

Примером полезной деятельности птиц является мухоловка-пеструшка, которая для питания 6 птенцов в течение 15 дней собирает от 1 до 1,5 кг насекомых.

Грачи, сойки, скворцы также входят в этот отряд. Грачей очень сильно привлекают проволочники и свекловичные долгоносики. Один грач за сезон съедает более 8 тыс. проволочников. Вместе с тем, следует отметить, что грачи выдергивают всходы зерновых культур, особенно кукурузы.

3.4. АВТОЦИДНЫЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ

3.4.1. Автоцидный метод

Метод основан на использовании биологически активных веществ, регулирующих рост, развитие, размножение и поведение насекомых. По механизму действия биологически активные вещества подразделяют:

а) на нарушающих репродуктивное развитие насекомых и процесс онтогенеза (гормоны и их аналоги — антиювенильные препараты, экдизоиды, антиэкдизоиды, ингибиторы синтеза хитина, аналоги пептидных гормонов;

б) нарушающих коммуникацию насекомых (феромоны, репелленты, антифиданты, алломоны, кайромоны, синомоны).

Регуляторы поведения насекомых

В организме насекомых вырабатываются и выделяются в окружающую среду разнообразные биологически активные

вещества, с помощью которых осуществляются внутри- и межвидовые взаимоотношения.

По классификации биологически активных веществ, предложенной Р. Уиттекейером (В.Н. Буров, 1987), химические регуляторы поведения подразделяются на аттрактанты и репелленты.

Аттрактанты — сигнальные вещества, вырабатываемые живыми организмами и вызывающие у воспринимающих их особей движения по направлению к источнику запаха.

Репелленты — вещества, стимулирующие движение, направленное от источника запаха.

Вещества, тормозящие какую-либо реакцию насекомых, носят название *детеррентов*.

Межвидовые регуляторы поведения (аллелохемики) подразделяют на алломоны, кайромоны, синомоны.

Алломоны — выделяемые организмом вещества, которые при контакте с особью другого вида вызывают определенную физиологическую или поведенческую реакцию, благоприятную для особи, являющейся источником посылаемого сигнала. Это могут быть разнообразные яды, репелленты.

Кайромоны — сигнальные вещества, выделяемые живыми организмами, вызывающие специфические поведенческие реакции, благоприятные для реципиента. Для продуцента кайромоны либо безразличны, либо вредны.

Синомоны — сигнальные вещества, которые при восприятии их реципиентами возбуждают поведенческие и физиологические реакции, благоприятные для организма как продуцента, так и реципиента.

Среди химических регуляторов наиболее изучены кайромоны. Им принадлежит важная роль в механизме поиска насекомых-хозяев паразитами (энтомофагами). Получение и расшифровка химического состава кайромонов, определение мест их локализации и выделения являются перспективным путем в разработке приемов управления поведением паразитических насекомых, с помощью которого можно повысить эффективность используемых энтомофагов.

Некоторые кайромоны уже идентифицированы и выделены. Так, из чешуек бабочек американской хлопковой совки

было выделено вещество, привлекающее трихограмму и хризопу (паразитов яиц чешуекрылых).

Внутривидовые регуляторы поведения насекомых. Вещества, вырабатываемые и выделяемые в окружающую среду живыми организмами, или их синтетические аналоги, вызывающие специфическую реакцию у воспринимающих их особей того же биологического вида, называют **феромонами**.

Феромоны насекомых относятся к разным классам органических химических соединений. В большинстве своем они являются биогенетическими производными жирных кислот.

В настоящее время различают:

1) половые феромоны, или половые аттрактанты, привлекающие полового партнера и играющие в природе роль при поиске партнера. У чешуекрылых (*Lepidoptera*), например, их выделяют только самки, у жуков (*Coleoptera*) — и самки, и самцы;

2) феромоны скучивания, или агрегации, регулирующие концентрацию популяций, например стай или групп у прямокрылых (*Orthoptera*) и клопов (*Hemiptera*);

3) предупреждающие феромоны, вызывающие реакции тревоги и обороны, например у тлей (*Aphidina*) при нападении хищников и у жалящих насекомых типа ос (*Vespa* spp.);

4) феромоны маркировки, служащие, например, у вишневой мухи (*Rhagoletis cerasi*) для маркировки плодов, в которые уже отложены яйца;

5) социальные феромоны, регулирующие специализацию и разделение труда у насекомых, образующих сообщества.

Железа одной самки выделяет несколько нанограмм феромонов (10^{-9} г). Благодаря высокой летучести они действуют на расстоянии нескольких сотен метров.

В настоящее время наиболее изучены и нашли применение синтетические аналоги половых феромонов — половые аттрактанты. Наибольшие успехи достигнуты в изучении половых аттрактантов чешуекрылых. Создано уже более 600 биологических активных соединений — примерно для 300 видов насекомых.

Феромоны нашли широкое применение для надзора и сигнализации появления ряда вредителей в плодоводстве

и виноградарстве. В России, например, зарегистрированы препараты Аценол и ПАК-ЗП. Для использования на полевых культурах на практике в основном применяются препараты на основе половых феромонов разных вредителей хлопчатника, кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis*), таких многоядных вредителей, как озимая совка (*Scotia (Agrotis) segetum*), совка-гамма (*Autographa gamma*), и вредителей овощных, например капустной совки (*Mamestra brassicae*), капустной моли (*Plutella xylostella*) и гороховой плодожорки (*Cydia nigricana*). В России получены и испытаны феромоны хлопковой совки (*Heliothis (Helicoverpa) armigera*), жука-шелкуна крымского (*Agriotes tauricus*) и свекловичной минирующей моли (*Scrobipalpa ocellalella*).

Синтетические половые феромоны служат:

- а) для выявления очагов карантинных вредителей;
- б) сигнализации о сроках проведения обработок в зависимости от плотности популяции вредителя;
- в) создания «самцового вакуума» и дезориентации особей;
- г) привлечения самцов вредных насекомых к источникам химической стерилизации.

Феромонные ловушки для раннего обнаружения карантинных вредителей. Ловушки с синтетическим половым аттрактантом применяются для выявления очагов карантинных объектов, особенно при невысокой численности вредителя, еще до массового его распространения на большой территории. Так, 1 ловушка на площади 3–5 га дает возможность регистрировать даже единичных особей вредителя, что невозможно сделать при обычных способах обследования.

Ловушки для наблюдений за развитием вредителя и сигнализации о сроках обработок. Раннее и своевременное проведение комплекса истребительных мероприятий по уничтожению вредителя позволяет сократить обработки инсектицидами. Особенно это важно в борьбе с вредителями, дающими много поколений в год. Принцип сигнализации сроков заключается в наблюдении за динамикой отлова вредителя; по достижении пороговой величины определяют момент яйцекладки, а затем с учетом суммы активных температур и

длительности эмбрионального развития — сроки отрождения личинок. На основании этих данных назначают сроки проведения обработок. По количеству отловленных насекомых можно судить о численности дочернего поколения. В СССР был разрешен препарат фεροфлор СР в комплекте с ловушкой «Атракон-А», который применялся для отлова бабочек яблонной плодовой гнили. Сейчас используется отечественный препарат с более совершенным действующим веществом — LP-U — из расчета 5 ловушек на 1 га.

Прогноз численности вредителя с помощью феромонных ловушек. Численность вредителя прогнозируется по корреляционным показателям между численностью отловленных самцов и дочернего поколения. При этом необходимо учитывать много факторов: метеоусловия, миграцию, плодовитость самок, выживаемость яиц. Использование ловушек с феромоном дает возможность получать постоянную информацию об изменении численности вредителя и оперативно решать вопрос о целесообразности химических обработок.

Для контроля за численностью короеда-типографа в нашей республике рекомендованы ипсвабол Д, ипсвабол Т.

Использование феромонов для снижения численности вредителей. Существуют следующие приемы: а) дезориентация самцов; б) массовый отлов самцов; в) сочетание феромонных ловушек со стерильными.

Дезориентация самцов основана на насыщении территории, на которой ведется борьба с вредителями, синтетическим феромоном или его ингибитором. Этим достигается как бы привыкание рецепторов антенн и центральной нервной системы насекомого к половым аттрактантам. В результате самцы теряют способность реагировать на исходящие от самок феромонные сигналы или же реагируют только на стимулы, интенсивнее фоновых. Большая часть самок остается неоплодотворенной, что, в конечном счете, приводит к сокращению популяции вредителя.

Феромоны оказались наиболее эффективными против восточной и сливовой плодовой гнили, хлопковой моли и долгоносика.

Испытания феромонов яблонной плодовой гнили для дезориентации самцов на площади 4 га плодового сада проводи-

лись в Республике Беларусь еще в 1978 и 1979 годах (Минская область). В ловушки на участке дезориентации прилетало в 50 раз меньше самцов яблонной плодовой моли, чем в контрольном саду.

Метод «дезориентация полов» имеет положительный опыт при использовании в посевах хлопчатника в США, а в Европе — в основном в борьбе с яблонной плодовой моли (*Cydia pomonella*), сетчатой листоверткой (*Adoxophyes orana (reticulana)*), гроздевой листоверткой (*Lobesia botrana*) и двулетней виноградной листоверткой (*Euroecilia ambiguella*). Достигнуты хорошие результаты при опытном применении этого метода в посевах гороха для борьбы с гороховой плодовой моли (*Cydia nigricand*). Опыт показывает, что метод можно успешно применять при определенных условиях: относительно изолированные насаждения размером, по крайней мере, 3 га; на краю поля следует помещать двойное количество ловушек; плантация должна быть равномерно покрыта низкорослыми формами деревьев (не выше 3 м).

Дезориентация как метод снижения численности насекомых имеет ряд ограничений. Его не следует рекомендовать при высокой плотности популяций вредителя, при наличии комплекса вредителей, для борьбы с которыми необходим целый набор феромонов.

Массовый отлов самцов феромонными ловушками и создание «самцового вакуума». Он основан на вылове с помощью феромонных ловушек большей части самцов (около 80 %) локальной популяции данного вредителя, в результате чего самки остаются неоплодотворенными. При низкой плотности достаточно около 30 ловушек на 1 га. Ловушки различного типа можно применять совместно с инсектицидами.

Хорошие результаты дает массовый вылов самцов некоторых вредителей леса, хлопчатника, чая, плодовых деревьев и винограда.

В нашей стране для этих целей рекомендованы ипсвабол Д, ипсвабол Т.

Ипсвабол Д используется из расчета 1 диспенсер на 5–10 м³ ловчей древесины для отлова короеда-типографа.

Ипсвабол Т применяют из расчета 4–6 ловушек на 1 га ели против того же вредителя.

Метод создания самцового вакуума экономически оправдан при борьбе с вредителями, против которых за вегетацию необходимо проводить несколько обработок ядохимикатами. Особенно целесообразен массовый отлов в случаях, когда по санитарно-гигиеническим соображениям применение инсектицидов недопустимо.

Относительно многообещающие результаты были достигнуты при использовании феромонов в борьбе с амбарными вредителями, например с мельничной огневкой (*Ephestia kuehniella*), амбарной зерновой молью (*Sitotroga cerealella*), амбарной молью (*Nemapogon granellus*) и южной амбарной огневкой (*Plodia interpunctella*). В России на мукомольных, крупяных, комбикормовых предприятиях и складах с зернопродуктами применяют феромон кюнемон. Для сигнализации появления мельничной и других видов огневок ловушки размещаются в помещениях с температурой не ниже 10 °С из расчета 1 ловушка на 700–1000 м³. Ловушки заменяются по мере заполнения, но не реже 1 раза в 45 дней. Для массового отлова самцов используют 1 ловушку на 150–200 м³.

Практическое применение феромонов для борьбы с вредителями при защите растений затрудняют дороговизна мероприятий, трудности при определении оптимальной концентрации препарата и распределения, так как вредители реагируют только целенаправленно на определенные количества вещества.

Репелленты, или отпугивающие вещества, наиболее широкое применение нашли в ветеринарной медицине для отпугивания гигиенически опасных вредителей. В качестве репеллентов, кроме синтетических продуктов и природных соединений, применяют разные эфирные масла. Против насекомых, питающихся кровью, используют, например, этилгександиол и диэтиловый толуамид. Для защиты растений (отпугивание вредных птиц) репелленты применяют, обрабатывая семена. Такое действие, по сообщению Д. Шпаара, во многих случаях недостаточно выражено, что показал опыт обработки семян кукурузы в Германии препаратами на основе метиокарба для отпугивания фазанов (*Phasianus colchicus*) или посевного

материала зерновых, кукурузы и зернобобовых препаратом на основе антрахинона против ворон (*Corvus* spp.).

В Республике Беларусь зарегистрирован для защиты картофеля, овощных, ягодных и цветочных культур, а также газонов препарат кротомет с содержанием 150 г/кг *Allium sativum*. Он предназначен для отпугивания кротов. Препарат закладывается в нору между двумя выбросами земли по 5–7 г (1–2 столовые ложки). Через 2–3 дня проверяется наличие препарата. Если он засыпан землей, нора разрезается в другом месте и операция повторяется.

Регуляторы роста, развития и размножения насекомых (гормоны и их аналоги)

Гормонами называют вещества, выделяемые организмом насекомых непосредственно в гемолимфу железами внутренней секреции или эндокринными железами; они регулируют рост, развитие и размножение. У насекомых вырабатываются три гормона: ювенильный (личиночный), экдизон (линочный) и мозговой, представляющие собой сложные химические вещества с очень высокой биологической активностью.

Основной особенностью всех регуляторов роста и развития насекомых является отсутствие прямого токсического влияния. В результате их применения резко нарушается последовательность запрограммированных онтогенетических процессов, скоординированность развития отдельных органов и систем между собой или всего организма с условиями окружающей среды. Вторая особенность связана с многообразием ответных реакций организма, которые определяются в большей степени этапом развития и в меньшей — типом соединения. Третья принципиальная особенность — неодинаковая чувствительность к ним насекомых не только на разных этапах онтогенеза, но и в пределах одного этапа в зависимости от его продолжительности и видовых особенностей насекомых. Повышенная восприимчивость может сохраняться в течение нескольких часов, дней, а затем смениться полной нечувствительностью к препарату на длительное время.

Ювеноиды — аналоги ювенильного гормона насекомых. Это синтетические или выделенные из природных источни-

ков вещества, обладающие способностью при воздействии на насекомых вызывать такие же биологические эффекты, что и ювенильные гормоны. В соответствии с химической классификацией (В.Н. Буров, 1987) к ним относятся вещества более 15 типов соединений — ациклические углеводороды и циклические ювеноиды различного строения.

Антиювенильные препараты представлены 2 группами соединений, имеющих следующий механизм действия: 1) препятствующие нормальной секреции ювенильного гормона; 2) нарушающие биосинтез и метаболизм этого гормона.

В первую группу входят прекоцены — биологически активные природные или синтетические вещества. Впервые они выделены В. Бауэрсом из растения вида *Ageratum houstonianum* семейства сложноцветных (В.Н. Буров, 1987). Из липидных экстрактов его получено два соединения группы хроменов. За способность при попадании в организм насекомых прерывать личиночное развитие и ускорять переход к имагообразным формам их и называли прекоценами (прекоцен I и II).

Вторая группа антиювенильных соединений, ингибирующих биосинтез ювенильного гормона, представлена фтормевалонатами, бистиокарбатами и арилтиокарбатами.

Необходимо отметить, что прекоцены, активные против многих видов из отрядов *Hemiptera*, *Coleoptera* и *Orthoptera*, безвредны для насекомых из отряда *Lepidoptera*, а ингибиторы биосинтеза ювенильного гормона действуют исключительно на насекомых этого отряда.

Экдизоиды — вещества, имитирующие действие личиночного гормона. К ним относятся синтетические или естественные биологически активные вещества стероидной или иной природы, оказывающие на насекомых такое же физиологическое воздействие, как и их собственные личиночные гормоны (экдизон, экдистерон и др.). Все экдизоиды характеризуются большой сложностью молекулы и в связи с этим сложностью их проникновения через кожные покровы насекомых.

Антиэкдизоиды также оказывают ингибирующее действие на синтез гормона линьки насекомых. Они представляют собой азостероиды и их производные; выделены из растений. Так, агогалактен, полученный из живучки (*Ajuga decumbens*),

ингибирует активность личиночного гормона понастерона А у рисовой огневки.

Ингибиторы синтеза хитина. Хитин является биополимером, состоящим из аминоксахаров и протеинов. Он составляет основу кутикулы насекомых и играет важную роль в обеспечении деятельности их скелетно-мышечной системы и защитной функции покровов. Нарушение биосинтеза хитина приводит к гибели насекомого. Соединения, способные при попадании в организм насекомых вызывать нарушения в процессе хитинообразования, и называют ингибиторами синтеза хитина.

Так, в разных странах зарегистрированы для использования в плодоводстве препараты на основе феноксикарба (инсегар), нарушающего развитие личинок в куколки или яиц в личинки, и препараты на основе дифлубензурана (димилин), тефлубензурана, трифлумурана и гексафлумурана (сонет, номолт), ингибирующие синтез хитина. Такой же эффект вызывает у клещей флубензимин, гексидиазокс (ниссоран) и клофентизин (аполло).

3.4.2. Генетический метод

Данный метод разработан А.С. Серебровским и опубликован в 1940 году в «Зоологическом журнале». Сущность его заключается в насыщении природной популяции вредителя особями генетически неполноценной (нежизнеспособной или бесплодной) расы того же вида, полученной путем отбора, лучевой или химической стерилизации. Нежизнеспособность насекомых может быть обусловлена наследственно закрепленным недоразвитием жизненно важных органов, резким преобладанием в потомстве самцов, губительными для популяции изменениями жизненного цикла и поведения насекомых, повреждениями хромосомного аппарата, приводящими к бесплодию.

Все это достигается следующими способами:

- 1) обработка гамма- и рентгеновскими лучами;
- 2) обработка хемотрестерилантами;
- 3) использование цитоплазматической несовместимости.

Практически генетический метод борьбы с вредителями можно осуществлять двумя способами:

1) массовым выпуском заранее обработанных гамма- и рентгеновскими лучами особей вредителя;

2) автостерилизацией в природных условиях, как правило, используя хемотрериланты.

Основным приемом генетического метода является лучевая и химическая стерилизация.

Данный метод впервые был применен в США в борьбе с мясной мухой. Объект был полностью уничтожен на острове Санмбел в 1954 году, а затем и на острове Кюрасао (Япония) в 1955 году.

В Калифорнии успешно подавлено размножение мексиканской фруктовой мухи (выпускали по 0,75 млн стерильных самцов в неделю на площади 235 миль²); полностью уничтожен очаг размножения средиземноморской плодовой мухи (выпускали 600 млн стерилизованных самцов в течение года на площади около 100 миль²), что предотвратило предполагаемый годовой ущерб на сумму более 1,6 млн долларов.

При применении лучевой стерилизации следует учитывать следующее:

1) популяция должна быть ограничена в ареале естественными преградами, чтобы исключить проникновение самцов из других ареалов;

2) массовое размножение выпускаемых стерильных самцов должно быть возможным с экономически оправданными затратами;

3) выпущенные особи не должны вредить посевам и посадкам сельскохозяйственных растений.

У самцов под воздействием облучения возникают повреждения хромосомного аппарата. При спаривании со стерильными самцами необлученные самки откладывают нежизнеспособные яйца. Для достижения эффекта численность стерилизованных самцов должна намного превышать численность самцов природной популяции.

Химическая стерилизация насекомых проводится с помощью хемотрерилантов. На сегодня известно более 500 химических соединений, вызывающих стерильность у насекомых. Современные хемотрериланты относятся, исходя из механиз-

ма действия, к двум группам: антиметаболиты и алкилирующие агенты.

Антиметаболиты — вещества, структурно очень близкие к естественным метаболитам организма и при попадании в него вытесняющие их в процессе обменных реакций. К ним относятся антиметаболиты фолиевой кислоты — метотрексат и аминоптерин.

Алкилирующие агенты — это соединения, при помощи которых происходит замещение атома водорода в молекуле какого-либо вещества на алкильную группу. К ним относятся препараты: тэфа, метэфа, тиотэфа, третамин, афолат.

Этот метод из-за своих токсикологических проблем (большинство вышеназванных хемотерилянтов действуют неспецифично и являются для теплокровных более или менее мутагенными, онкогенными, тератогенными веществами) не нашел практического применения.

Другими теоретическими подходами генетического метода являются использование внутривидовой несовместимости (например, аллопатические популяции некоторых видов насекомых не дают при скрещивании потомков) или выведение популяций насекомых без диапаузы, которые нежизнеспособны в регионах с соответствующими климатическими условиями.

3.5. ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД

Физический метод включает использование высоких и низких температур, ультразвука, солнечного света и источников искусственного освещения, в том числе ультрафиолетового (УФ) и радиационного излучения.

В интегрированной защите растений физический метод может применяться в следующих направлениях:

1. Использование минусовых температур для борьбы с вредителями в период хранения урожая и продуктов его переработки. Так, например, для борьбы с видами зерновок бобовых культур семена охлаждают до $-10...-11^{\circ}\text{C}$.

2. Обеззараживание почвы путем прогревания от почвообитающих вредных организмов. Прогреванием почвы можно

уничтожать семена сорняков, вирусы, бактерии, грибы, нематоды.

Чувствительность к высоким температурам у вредных организмов разная. При 30-минутном воздействии температур от 50 до 60 °C уже отмирают почвообитающие нематоды, грибы родов *Pythium*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, возбудители фузариозного увядания ряда овощных культур, например грибы *Fusarium oxysporum*.

3. Применение токов высокой частоты, например для дезинфекции зерна, заселенного вредителями. В США (штат Калифорния) проводят исследования по использованию этого метода против сорняков (но, к сожалению, при этом часто гибнут дождевые черви и энтомофаги).

4. Использование ионизирующих излучений для повышения устойчивости к заболеваниям. Так, отмечается увеличение устойчивости у растений пшеницы к стеблевой ржавчине и твердой головне, томатов — к фитофторозу.

Кроме того, ионизирующие излучения могут быть использованы для уничтожения вредителей запасов.

5. Сушка зерна и зернопродуктов. Это направление является профилактическим и истребительным против амбарных клещей, долгоносиков, а также болезней, сохраняющихся на поверхности семян.

6. Применение светолушек. В различных местах сельскохозяйственных угодий устанавливаются сильные источники света, которые снабжены специальными приспособлениями для отлова насекомых с целью их учета и определения сроков и необходимости обработок. Используются в промышленных садах для отлова бабочек. Светолушка представляет собой источник света и бумагу с клеящим веществом.

7. Термическое обеззараживание (двухфазное и однофазное), главным образом, семян ячменя и пшеницы от пыльной головни (чаще применяют на первых этапах семеноводства).

Сущность двухфазного обеззараживания заключается в намачивании семян в воде при температуре 28–52 °C в течение 3–5 ч, затем в горячей воде при температуре 52 °C 8 мин или при 53 °C 7 мин. В связи с громоздкостью двухфазное обеззараживание в последнее время применяется очень огра-

ниченно. Однофазное обеззараживание заключается в прогревании семян в течение 3–4 ч в воде при температуре 45 °С или в течение 2 ч при 47 °С. После термического обеззараживания семена охлаждают и просушивают до кондиционной влажности.

8. Обеззараживание почвы в парниках, теплицах горячим паром при температуре не менее 100 °С. После 46 мин экспозиции почва практически освобождается от вредных микроорганизмов.

9. Облучение красным светом некоторых гибридов кукурузы, что повышает устойчивость ее к вредным объектам и обеспечивает прибавку урожая на 10,6–16,5 %. Для этих же целей может быть использован лазерный свет. Так, облучение семян ячменя при экспозиции 0,5–1,5 ч и плотности 1 мВт/см увеличивало общую кустистость, влияло положительно на прохождение отдельных фаз развития растений и укрепляло их.

10. Весеннее солнечное облучение семян зерновых культур перед посевом в течение 3–7 дней. Резко снижает поражаемость растений пыльной головней. При воздействии солнечного света на корне- и клубнеплоды в них активизируются биохимические процессы, замедляется развитие патогенов.

11. Размещение на поверхности почвы полосок алюминиевой фольги. Метод применяется для защиты томатов, огурцов, фасоли от вредителей. Отражающиеся от фольги УФ-лучи отпугивают белокрылку и тлей — переносчиков вирусов. В результате пораженность растений уменьшается на 11 %.

12. Озонирование или облучение питательного раствора ультрафиолетовыми лучами. Этим можно инактивировать вирусы и вредные организмы, но данное оборудование является очень дорогим.

13. Специфическое действие отдельных цветов. Используют для прогноза развития вредителей в форме цветковых чашек-ловушек или досок-ловушек, снабженных клеевыми полосами. Желтые клеевые ловушки применяют для определения начала лёта крестоцветных блошек, рапсового цветоеда, капустных и луковой мух.

В теплицах можно использовать желтые клеевые доски для определения начала поражения тепличной белокрылкой,

табачной белокрылкой. При достаточно большом их количестве можно снизить рост популяций. Но такие клеевые доски снижают одновременно и численность энтомофагов (например, энкарзии в теплицах).

3.6. МЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД

К особенностям применения механического метода относят его трудоемкость, что ограничивает применение, а также возможность его использования в основном в одной отрасли (плодоводство), когда другие, более совершенные методы невозможно применить.

Основными направлениями использования механического метода являются:

1. Устройство преград. Преграды предотвращают наползание вредителей и их расселение. От свекловичного долгоносика по краям поля устраивают заградительные канавки. Можно заполнять горючим, затем сжигать.

В плодовых садах на стволы деревьев накладывают специальные клеевые кольца. Они предохраняют деревья от наползания гусениц непарного шелкопряда.

В борьбе с голыми слизнями, улитками также можно использовать заградительные канавки. На небольших участках (в садах, огородах, парниках, теплицах, на селекционных и коллекционных посевах) практикуется устройство канавок на глубину 15–30 см с наполнением их материалом, затрудняющим передвижение слизней (опилками, хвоей, песком).

2. Сбор и уничтожение вредителей. Яблонный цветоед собирается путем обивания стволов яблонь мягким молотком (обкручен мягкими тканями) или колотушкой в утренние часы, когда он цепенеет от утреннего понижения температуры. Под яблоней кладут брезент, а затем собранных таким образом долгоносиков сжигают или уничтожают другим путем.

3. Обрезка больных побегов, ветвей плодовых деревьев. Например, в борьбе с ржавчиной яблони и груши рекомендуется производить обрезку пораженных побегов и скелетных ветвей с захватом 5–10 см ниже места поражения (возможный источник образования эцидиальной стадии) или срезание

и сжигание ветвей, поврежденных калифорнийской и запятовидной щитовками.

4. Механическая прочистка сортовых посевов от отдельных больных растений. Особенно важна на картофеле в борьбе с черной ножкой.

5. Уничтожение промежуточных хозяев возбудителей ржавчин хлебных злаков (крушина, барбарис вблизи полей). Крушина является также растением, на котором питается крушинная тля.

6. Очистка семян от сорняков и механически поврежденных растений.

7. Ручная прополка посевов от сорных растений.

8. Скарификация семян с толстой оболочкой путем пропускания через машины-скарификаторы. Применяется больше всего в отношении семян плодовых, лесных или декоративных культур. Семена также можно протирать крупным песком, но осторожно.

3.7. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

Понятие «карантин» возникло более чем 600 лет тому назад. Слово произошло от итальянских слов *quarante giorni* (40 дней). Столько дней на рейде стояли приморские корабли у побережья Италии, прибывающие из других стран. Эту меру ввели в связи с возникновением эпидемии чумы. Такое постановление было введено в Италии в 1374 году для предупреждения завоза и распространения заразных болезней.

Структура карантина. *Карантин растений* — система государственных мероприятий, направленных на защиту растительных богатств страны от завоза и вторжения из других стран карантинных и особо опасных вредных организмов, а в случае проникновения карантинных объектов — на локализацию и ликвидацию их очагов.

Карантинным объектом называется вид вредного организма, который отсутствует или ограниченно распространен на территории страны, но может быть занесен или же самостоятельно проникнуть извне, вызывая при этом значительные повреждения растительной продукции.

Способы распространения карантинных вредных организмов разнообразны. Они делятся на два основных пути: активный и пассивный. Активный путь — это перелеты, переползание насекомых. Пассивный связан с абиотическими факторами (переносы возбудителей болезней, вредителей, семян сорняков на шерсти животных, с воздушными массами, с водными течениями и другими способами). К пассивному способу можно отнести антропохорный путь, который связан с деятельностью человека. В последнее время он становится наиболее опасным в распространении карантинных вредных объектов. Это обусловлено расширением прямых торговых связей (объемы импорта возросли в 1000 раз), научно-технических и культурных отношений, в том числе туризма.

С посевным и посадочным материалом из Америки в Европу проникли филлоксера винограда, кровавая тля, многие червецы, колорадский картофельный жук, фитофтора, повилика, амброзия, пероноспороз табака, ряд ржавчинных грибов. Из Европы в Америку были завезены хлебный комарик, гессенская муха, рак цитрусовых, средиземноморская плодовая муха.

Государственная служба по карантину растений со штатом карантинных инспекторов, с карантинными полями, лабораториями, размещенными во всех пограничных районах и областях, была создана в 1931 году.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 27 января 2003 года № 40 «О совершенствовании управления организациями агропромышленного комплекса» создана Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. В ее состав вошли Комитет по государственному контролю в семеноводстве, Белорусская государственная инспекция по карантину растений, Республиканская станция защиты растений. Данное подразделение осуществляет государственный контроль за соблюдением республиканскими органами государственного управления, юридическими и физическими лицами, индивидуальными предпринимателями нормативных правовых актов по вопросам семеноводства, карантина и защиты растений. Оно имеет территориальные инспекции во всех областях и районах.

В государственную службу карантина растений входят Белорусская государственная инспекция по карантину растений и государственные инспекции в районах и областях (с карантинными лабораториями и фумигационными отрядами). На разных участках границы есть карантинные пункты. Карантинные лаборатории занимаются определением вида карантинных объектов и разработкой мер защиты от их проникновения на территорию республики. Фумигационные отряды проводят непосредственную работу по уничтожению некоторых карантинных объектов.

Карантинные объекты для Республики Беларусь. В Республике Беларусь объектами внешнего карантина (постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 27 сентября 2006 года № 57) являются *вредители*: азиатская хлопковая совка, азиатский усач, американская белая бабочка, американский клеверный минер, восточная плодожорка, грушевая огневка, египетская хлопковая совка, западный кукурузный жук, зерновки рода Калособрухус, калифорнийская щитовка, капровый жук, картофельная моль, непарный шелкопряд (азиатская раса), пальмовый трипс, персиковая плодожорка, средиземноморская плодовая муха, табачная белокрылка, томатный листовой манер, тутовая щитовка, филлоксера, цитрусовая белокрылка, червец Комстока, широкохоботной амбарный долгоносик, южноамериканский листовой минер, яблонная муха, яблонная златка, японский жук, японская палочковидная щитовка; *грибные болезни растений*: аскохитоз хризантем, белая ржавчина хризантем, головня картофельная (клубней), диплодиоз кукурузы, индийская головня пшеницы, пятнистость листьев кукурузы, рак картофеля, южный гельминтоспориоз кукурузы (раса Т), фомопсис подсолнечника; *бактериальные болезни растений*: бактериальное увядание (вилт) кукурузы, бактериальная кольцевая гниль картофеля, бурая гниль картофеля, ожог плодовых деревьев; *нематоды, вызывающие болезни*: бледная картофельная нематода, золотистая картофельная нематода, колумбийская галловая корневая нематода, сосновая стволовая нематода; *сорные растения*: амброзия полыннолистная, амброзия трехраздельная, амброзия многолетняя,

бузинник пазушный (ива многолетняя), горчак ползучий (розовый), ипомея плюшевидная, ипомея ямчатая, молочай зубчатый, паслен линейнолистный, паслен колючий (клювовидный), паслен трехцветковый, паслен каролинский, повилики, стриги (все виды), череда волосистая, ценхрус малоцветковый (якорцевый).

Внешний карантин растений. Направлен на защиту от ввоза особо опасных вредных организмов, а также на предотвращение вывоза карантинных объектов, которые оговариваются в договорах со страной-импортером. Проводится путем досмотра продукции, поступающей из-за рубежа. При обнаружении карантинного объекта производят его уничтожение.

Карантинные мероприятия распространяются на следующие виды продукции:

1) семена и посадочный материал сельскохозяйственных, лесных, декоративных культур, растений и их части (за ними устанавливают особый контроль, так как здесь очень легко спрятаться вредителям);

2) свежие и сушеные плоды, овощи и орехи;

3) кофе, чай, мате (парагвайский чай) и пряности;

4) продовольственное, фуражное и техническое зерно, копра, солод, лекарственное и растительное сырье и другая продукция растительного и животного происхождения;

5) коллекции насекомых, возбудителей болезней, образцы наносимых ими повреждений, а также гербарии растений, коллекции семян;

6) культуры живых грибов, бактерий, вирусов, нематод и клещей, насекомых, являющихся возбудителями и переносчиками болезней растений;

7) тара, древесина, отдельные промышленные товары, упаковочные материалы, изделия из растительных материалов, которые могут быть переносчиками вредителей, болезней растений и сорняков, монолиты и образцы почв.

Запрещается ввоз в Республику Беларусь из зарубежных стран:

1) подкарантинных материалов, зараженных карантинными организмами;

2) возбудителей болезней растений, культур живых грибов, бактерий, вирусов, а также насекомых, клещей и нематод, повреждающих растения или растительную продукцию, семян сорных растений, за исключением образцов, ввозимых для научных целей;

3) почвы, живых укорененных растений и их подземных частей с почвой;

4) свежих плодов и овощей в посылках, ручной клади и багаже пассажиров в количестве, превышающем 5 кг.

Карантинные мероприятия, проводимые внутри страны. Цель внутреннего карантина — предотвращение распространения карантинных объектов внутри республики, своевременное выявление и ликвидация очагов развития карантинных объектов. Для этого систематически проводят обследования сельскохозяйственных угодий, мест хранения и переработки продукции и прилегающих к ним территорий.

При установлении зараженности принимаются меры по локализации очагов с последующей их ликвидацией. Мероприятия внутреннего карантина:

1. В районах, где произрастают карантинные сорняки, не размещают семеноводческие хозяйства, земли не отводят под семеноводческие посевы. Следует учитывать, что семена повилик сохраняются в почве от 4 до 7 лет.

2. Хранение и очистку семенного материала, засоренного карантинными объектами, необходимо проводить в отдельном помещении. Категорически запрещается вывоз семян в другие хозяйства или районы.

3. Запрещается использовать семенной материал без свидетельства о качестве семян Государственной инспекции по семеноводству.

4. Отходы после очистки семенного материала или других партий зерна, которые были засорены карантинными сорняками, следует использовать только в размолотом или запаренном виде, а малоценные, непригодные для кормовых целей — списывать, оформляя соответствующим актом.

5. Рекомендуются тщательно очищать зернохранилища, мешкотару, зерноочистительные машины и орудия, транспортные средства от земли, остатков соломы, половы, зерна, особенно при переездах с засоренных участков на поля, свободные от карантинных сорняков.

6. Солому и сено, засоренные карантинными сорняками, надо использовать только в тех хозяйствах, где они выращены, обязательно запаривая, а навоз и подстилку складывать в отдельные бурты и применять в перепревшем состоянии.

7. Запрещено ввозить картофель из районов, где есть виды нематод. Необходимо проверять клубни сортов, поступающих из НИИ, в специальных карантинных питомниках.

8. В борьбе с раком картофеля и золотистой картофельной нематодой необходимо соблюдать севооборот. Есть данные, что в почве в виде цист данный карантинный объект сохраняется в течение 8–10 лет. Поэтому, вероятно, наиболее оптимальным является возвращение картофеля на прежнее место через этот временной промежуток. При этом необходимо чередовать картофель с посевами не повреждаемых нематодой культур: люпина, клевера, гороха, ячменя. В условиях многопольных севооборотов следует предусматривать выращивание непоражаемых культур в течение 9–10 лет.

9. Необходимо растить устойчивые к раку и видам нематод сорта картофеля.

10. Сельскохозяйственные машины и орудия должны тщательно очищаться от остатков почвы после работы на полях, где обнаружены карантинные объекты.

11. Следует применять химические средства защиты растений в очагах обнаружения карантинного объекта.

3.8. СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ МЕТОД

Один из наиболее надежных методов защиты растений от вредных объектов — это возделывание устойчивых сортов.

Семеноводческие меры защиты предусматривают периодическую сортосмену, если старые сорта теряют устойчивость.

Сорт как средообразующий фактор. *Сорт* — совокупность культурных растений, созданная путем селекции, обладающая определенными наследственными морфологическими, биологическими и хозяйственными признаками и свойствами. По данным А.А. Жученко, вклад селекции в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур

за последние 30 лет оценивается в 30–70 %. Именно сорт, сохраняя и поддерживая генетическое постоянство, обеспечивает основные требования, предъявляемые к производству любой сельскохозяйственной культуры: продуктивность, энергоэкономичность и природоохранность, экологически безопасное качество.

Устойчивый сорт — это новое качество экологической среды в самом широком понимании этого выражения. Сорта одной и той же культуры отличаются по продолжительности вегетационного периода, темпам роста, строению покровных и механических тканей, а также по другим признакам, отвечающим за средообразующую роль растений в агрофитоценозе. Например, сорт картофеля Сантэ имеет низкий стеблестой и, как следствие, лучше проветривается, а значит, меньше вероятность закрепления возбудителя заболевания на растении.

Сорта пшеницы по-разному привлекают и повреждаются шведскими мухами в зависимости от формы кустистости, длины стебля, периода от всходов до кущения и т. д.

Таким образом, сорт является средообразующим фактором, на основе которого должны строиться защитные мероприятия от вредителей, болезней и сорняков в зависимости от его способности противостоять вредным объектам.

Устойчивость сортов зерновых культур к ржавчине связана с морфологическими и физиологическими особенностями растения. Если на листьях имеется восковой налет, то растение поражается заболеванием меньше. Устойчивые к этому заболеванию сорта имеют более тонкие стенки эпидермиса и меньшие устьица.

Методы создания устойчивых сортов. Различия в степени повреждения сельскохозяйственных культур обуславливаются следующими причинами:

а) анатомо-морфологическими особенностями. У некоторых сортов отдельные органы и ткани имеют такое строение, которое препятствует проникновению насекомых к месту питания или повреждения. Это связано со строением эпидермиса, кутикулы, с наличием опушения, воскового налета;

б) фенологическими особенностями роста и развития. Различия в сроках наступления фенологических фаз у различных

сортов могут сказываться на степени их повреждения некоторыми насекомыми. Так, отдельные сорта ячменя, у которых фазы всходов и кушения проходят раньше откладки яиц шведской мухой, меньше поражаются данным вредителем;

в) способностью сортов восстанавливаться или компенсировать рост повреждаемых насекомыми органов и тканей. Некоторые сорта различаются по способности образовывать вторичные побеги кушения при повреждении растений отдельными насекомыми;

г) особенности биохимического состава тканей и органов растений.

В настоящее время при создании сортов применяются следующие методы.

1. Индивидуальный отбор. Он основывается на оценке по потомству отобранных и индивидуально размножаемых лучших по устойчивости растений.

2. Метод гибридизации. Это скрещивание между собой двух и более сортов, различающихся на генетической основе. По характеру возникновения различают спонтанную, или естественную (осуществляется в природе, независимо от человека) и искусственную (осуществляется человеком) гибридизацию.

Различают несколько категорий искусственной гибридизации:

— внутривидовая — скрещивание растений сортов, относящихся к одному виду, при этом скрещивания проходят легко и эффективно. Люпин Академический 1, скрещенный с сортами немецкой селекции, получил устойчивость к фузариозу. Таким же способом созданы сорта ржи Вятка, ячменя Винер, овса Московский 315;

— межвидовая — между сортами окультуренных видов или между культурным сортом и диким видом. От скрещивания пшеницы тургидной с пшеницей двурядной получен сорт Харьковский 46, устойчивый к гессенской и шведской мухам;

— межродовая — имеет наибольшие перспективы в плане создания устойчивых форм, так как получают принципиально новые виды, сочетающие в себе родительские свойства.

3. Индуцированный мутагенез. Он основан на искусственных мутациях с дальнейшим отбором. Украинской академией наук данным методом создана озимая пшеница Киянка, устойчивая к пыльной головне, мучнистой росе и некоторым другим болезням.

4. Генная инженерия и использование биотехнологии. С помощью данного метода можно преодолеть нескрещиваемость между отдельными видами и родами растений. На основе этих способов был разработан ряд программ по созданию устойчивых сортов:

а) конвергентные сорта — несут в себе несколько генов устойчивости. Впервые была осуществлена Рудольфом Абелиным;

б) многолинейные сорта — представляют собой смесь линий одинаковых по агрономическим качествам, каждая линия содержит 1 ген устойчивости. Основа создания данных сортов была заложена ученым Ван дер Планком. Используется во многих селекционных центрах. Вероятность появления эпитотий на этих сортах гораздо меньше, чем на конвергентных;

в) сорта с полигенной устойчивостью. Они постоянны в течение десятков лет.

Генетически модифицированные сорта. В настоящее время это один из наиболее перспективных способов придания устойчивости к различным болезням, вредителям и изменения хозяйственно ценных признаков в сторону, необходимую человеку.

Уже в последнее время генетически измененные сорта занимают в США 42,8 млн га (63 % общей площади), Аргентине — 13,9 (21 %), Канаде — 4,4 (6 %), Бразилии — 3 (4 %), Китае — 2,8 (около 4 %) и Южной Африке — 0,4 млн га (около 1 %). На эти 6 стран приходится 99 % всех посевных площадей трансгенных культур. Такие культуры выращивают также в Индии, Австралии, Испании, Румынии, Болгарии, Германии, Мексике, Уругвае, Колумбии, Гондурасе, на Филиппинах и в Индонезии — всего в 18 странах, заметную долю которых составляют развивающиеся. Практически во всех перечисленных странах в 2003 году имел место значительный

рост площадей под трансгенными культурами по сравнению с 2002 годом: в Китае и Южной Африке — 33 %, Канаде — 26 %, США — 10 %, Индии — 100 %, в Испании — 33 %.

В нашей стране ставится задача получить сорт картофеля, который бы не повреждался колорадским жуком за счет привнесения в его геном гена бактерии *B. thuringiensis*, который отвечает за выработку Bt-токсина (эндотоксин бактерии *B. thuringiensis*).

В Институте картофелеводства НАН Республики Беларусь ведутся исследования по генетически измененному картофелю в плане его устойчивости к вирусным заболеваниям.

Наиболее сильно работы в этом направлении ведутся в США. Из всех выращиваемых в этой стране растений 28,4 % занимают гербицидоустойчивые культуры, 23,4 % — устойчивые к насекомым, 25,4 % — растения с улучшенным качеством продукта.

В России к началу 1998 года было проведено около 30 опытов с трансгенными растениями. Один из сортов картофеля, обладающий устойчивостью к Y-вирусу, в этот же год был передан в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений.

Методы оценки растений на устойчивость. При выведении сортов сельскохозяйственных культур крайне важной является оценка их на устойчивость к вредителям и болезням, что дает возможность в последующем прогнозировать необходимость определенных мероприятий по защите данной культуры.

При оценке растений на устойчивость используют естественные и искусственные источники инфекции.

При оценке растений на искусственных инфекционных фонах инфекция заносится на растения посредством ряда приемов:

- заражение через почву;
- заражение семян, листьев, стеблей, цветков.

Устойчивость испытуемых растений характеризуется количественными показателями, а ее степень выявляется самыми разными методами:

1. Метод учета пораженных растений по типу реакции (увядание, вирозы, виды головни).

2. Метод учета степени поражения или повреждения (виды ржавчины, парши, объедания листьев). Учет производится путем определения занятой болезнью (или поврежденной вредителем) поверхности растения по шкале.

3. Методы учета по степени вредоносности. Они отражают степень выносливости (или устойчивости) к болезням и вредителям через определение их вредоносности на культурах. При статистическом учете по результатам оценки каждого растения вредоносность определяется по формуле

$$P = \frac{\sum av \cdot 100}{nk},$$

где P — развитие болезни, %; $\sum av$ — сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл поражения; n — общее количество учтенных растений (здоровых и больных); k — высший балл шкалы учета.

4. Метод учета устойчивых растений по физиолого-биохимическим изменениям в их тканях.

Значение семеноводства в повышении устойчивости к вредным организмам. Семеноводство — отрасль сельскохозяйственной науки и производства, призванная обеспечить хозяйство высококачественными семенами возделываемых культур.

Одной из важных задач семеноводства является сохранение и, в ряде случаев, повышение устойчивости сортов к вредным организмам. По каждой культуре разработана своя схема семеноводства. В процессе осуществления этих схем отбираются лучшие растения и бракуются растения с отрицательными признаками, в том числе по устойчивости к вредным организмам. При этом достигается эффект в улучшении свойств самого сорта. К семенному материалу предъявляются следующие требования согласно постановлению Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 29 октября 2015 года № 37 (табл. 3.1–3.5).

Примечание к таблицам: ОС — оригинальные семена; ЭС — элитные семена; РС-1–3 — репродукции семян 1–3; РС- n — репродукции четвертая и последующие.



а



б



в



г



д



е

Фото 1



а



б



в

Фото 2



а



б



в

Фото 3



а



б



в



г



д



е

Фото 13



а



б

Фото 14



д



е

Фото 18 (окончание)



а



б



в



г



д



е

Фото 19



а



б



в



г



д



е

Фото 1



а



б



в

Фото 2



а



б



в

Фото 3



г



д

Фото 3 (окончание)



а



б



в

Фото 4



а



б



в



г



д



е



жс

Фото 5



а



б

Фото 6



а



б



в



г



д



е

Фото 7



а



б



в



г



д



е

Фото 8



а



б

Фото 9



в



г



д



е

Фото 9 (окончание)



а



б



в



г

Фото 10



д



е

Фото 10 (окончание)



а



б

Фото 11



а



б



в



г



д



е



ж

Фото 12



а



б



в



г



д



е

Фото 13



а



б

Фото 14



в



г



д



е

Фото 14 (окончание)



а



б



в



г

Фото 15



д



е

Фото 15 (окончание)



а



б



в



г



д



е

Фото 16



а



б



в



г

Фото 17



а



б



в



г

Фото 18



д



е

Фото 18 (окончание)



а



б



в



г



д



е

Фото 19



a



b

Фото 20

Таблица 3.1

Содержание головни в посевах ячменя (% , не более)

Репродукция	В посевах	
	Пыльная	Твердая, или каменная
ОС	0	0
ЭС	0	0
РС-1	0	0
РС-2-3	0,1	0,3
РС- <i>n</i>	0,3	0,5

Таблица 3.2

Содержание головни в посевах овса (% , не более)

Репродукция	В посевах	
	Пыльная головня	Покрытая, или твердая, головня
ОС	0	0
ЭС	0	0
РС-1	0	0
РС-2-3	0,3	0,3
РС- <i>n</i>	0,5	0,5

Таблица 3.3

Содержание головни в посевах пшеницы (% , не более)

Репродукция	В посевах	
	Пыльная головня	Каменная головня
ОС	0	0
ЭС	0	0
РС-1	0	0
РС-2-3	0,1	0,3
РС- <i>n</i>	0,3	0,5

Для озимой пшеницы не допускаются к посеву семена, убранные с посевов, пораженных стеблевой и карликовой головней по данным апробации.

Таблица 3.4

Содержание твердой головни в посевах озимой ржи (% , не более)

Репродукция	Твердая головня	Стеблевая головня
ОС	0	0

Окончание табл. 3.4

Репродукция	Твердая головня	Стеблевая головня
ЭС	0	0
РС-1	0	0
РС-2-3	0,3	0,3
РС-п	0,5	0,5

Таблица 3.5

**Содержание обыкновенной головни в посевах проса
(%, не более)**

Репродукция	В посевах
ОС	0
ЭС	0
РС-1	0
РС-2-3	0,3
РС-п	0,5

3.9. ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД

Применение химических средств защиты растений является самым радикальным методом борьбы с вредными объектами.

Из преимуществ следует назвать, прежде всего, большую универсальность, т. е. применение в защите от вредных грызунов, насекомых, клещей, нематод, возбудителей болезней и сорняков. Их успешно используют также в борьбе с переносчиками инфекционных болезней человека, с членистоногими в быту, с вредителями запасов сельскохозяйственной продукции. Химические средства применяются и для облегчения трудоемких работ при уборке урожая для подсушивания стеблей и листьев. К ядохимикатам относятся и препараты для борьбы с полеганием сельскохозяйственных культур при повышенной влажности, а также соединения, ускоряющие созревание культур.

Применение пестицидов можно механизировать с использованием средств личной и общественной безопасности. Высокопроизводительные опрыскиватели, протравливающие установки и другие средства механизации позволяют за короткое время провести большой объем работы, что необходимо при угрозе полной потери сельскохозяйственной продукции.

Химический метод отличается высокой технической эффективностью, т. е. применение химических средств защиты растений позволяет добиться более 80–90 % гибели вредных организмов.

Химические средства защиты растений обеспечивают высокую окупаемость дополнительных затрат.

Однако наряду с большими достоинствами следует отметить и их недостатки, прежде всего — токсичность для теплокровных животных и человека. Хотя постепенное изменение ассортимента применяемых ядов привело к ее резкому снижению.

Современные пестициды представлены синтетическими соединениями, чужеродными для агрофитоценозов, которые не участвуют в жизнеобеспечении растительных организмов и могут оказывать отрицательное влияние на биоту и человека.

Вопрос о загрязнении окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека — важная проблема современности, имеющая большое социальное значение. Однако мнения об опасности ядохимикатов часто необоснованны. По сравнению с другими веществами, которыми человек загрязняет природу, роль ядохимикатов невелика, доля их составляет 0,2–0,3 % всех загрязнений.

Кроме того, человечество начало уделять большое внимание вопросам безопасного применения ядохимикатов. Так, по данным РУП «Институт защиты растений», в нашей республике в общем ассортименте используемых на сахарной свекле препаратов количество чрезвычайно опасных снизилось с 6,8 % (1980–1990 годы) до 2,6 % (1990–2002 годы).

При этом количество умеренно опасных препаратов, применяемых в республике, возросло с 56,4 % до 60,7 %. На плодово-ягодных культурах чрезвычайно опасные препараты не применялись в период 1990–2002 годов полностью.

По данным 2013 года в Республике Беларусь применялось 0,5 % чрезвычайно опасных препаратов и 62,2 % — умеренно опасных.

Однако совсем отказаться от применения пестицидов на сегодняшний день нет возможности. Согласно исследованиям, проведенным в Республике Беларусь, применение комплексной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков позволяет сохранить урожай ячменя — на 10,6 ц/га, овса —

8,2 ц/га, картофеля – 80 ц/га, сахарной свеклы – 60,8 ц/га, льна-долгунца – 11,9 ц/га (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур при отказе от проведения мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками

Культура	Урожайность, ц/га		Снижение урожайности, ц/га
	Комплексная защита от вредных организмов	Без проведения защитных мероприятий	
Ячмень	35,3	24,7	10,6
Овес	30,1	21,9	8,2
Картофель	176,2	96,2	80,0
Сахарная свекла	296,0	228,0	68,0
Лен-долгунец	37,8	26,9	11,9

При проведении защитных мероприятий соотношение затрат на минеральные удобрения и защиту растений разнится в зависимости от урожайности сельскохозяйственной культуры и при ее увеличении возрастает (табл. 3.7).

Таблица 3.7

Соотношение затрат на защиту растений и минеральные удобрения при различных уровнях урожайности

Культура	Урожайность, ц/га	Затраты на защиту растений, долл./га	Затраты на минеральные удобрения, долл./га	Отношение затрат на защиту растений к затратам на минеральные удобрения
Озимая пшеница	35	54	69	0,7
	50	94	102	0,9
Озимая рожь	30	40	60	0,6
	40	65	98	0,7
Ячмень	35	33	60	0,5
	50	62	86	0,7
Картофель	200	107	71	1,5
	250	141	98	1,4
Сахарная свекла	250	51	81	0,6
	400	122	144	0,8

Из таблицы видно, что у озимой пшеницы, например, при урожайности 35 ц/га затраты составляют 54 долл./га по пестицидам и 69 долл./га по минеральным удобрениям. При этом поддерживается отношение затрат 0,7. Увеличение урожайности культуры до 50 ц/га влечет и увеличение затрат на агрохимикаты. Здесь соотношение возрастает до 0,9.

Ассортимент пестицидов довольно большой и характеризуется значительным разнообразием по свойствам, назначению, особенностям действия, влиянию на человека, теплокровных животных и полезные организмы, поведению в биосфере и последствию. При применении химических средств защиты растений требуется строгое соблюдение соответствующих инструкций и указаний, регламентирующих правильное и безопасное их применение.

В нашей стране согласно Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, зарегистрировано 672 пестицида. Из них 39 %, или 142 торговых названия, составляют гербициды (табл. 3.8). Протравители и фунгициды занимают 28,9 % ассортимента, а инсектициды и акарициды — 15,4 %, или 56 торговых названий.

Таблица 3.8

**Количество препаратов,
зарегистрированных в Республике Беларусь
на 1 сентября 2014 года**

№ п/п	Группа препаратов	Количество торговых названий	Процент от общего числа
1	Гербициды	298	44,3
2	Фунгициды	127	18,9
3	Инсектициды и акарициды	56	8,3
4	Протравители семян	73	10,8
5	Регуляторы роста и ретарданты	51	7,6
6	Дефолианты и десиканты	33	4,9
7	Биопрепараты	32	4,9

Окончание табл. 3.8

№ п/п	Группа препаратов	Количество торговых названий	Процент от общего числа
8	Родентициды	1	0,14
9	Нематициды	1	0,14
Итого		672	100

В то же время следует отметить, что объем применяемых в Республике Беларусь средств защиты растений возрастает. По данным РУП «Институт защиты растений», если в 2009 году в стране использовали 12 949 т ядохимикатов, то в 2013 году – уже 13 676 т. При этом препараты отечественного производства составляли 46 % (табл. 3.9).

Таблица 3.9

**Объемы применения химических средств защиты растений
в Республике Беларусь по годам, т**

Год	Всего пестицидов	В том числе отечественного производства	% от общего объема
2009	12 949	5432	42
2010	14 007	6711	48
2011	12 410	5838	47
2012	14 429	7427	51
2013	13 676	6308	46

В европейских странах количество пестицидов, вносимых на 1 га пашни, различно. Наибольшая пестицидная нагрузка в 2002 году была в Бельгии (6,34 кг/га) и Голландии (9,26 кг/га), меньшая – в Финляндии (0,73 кг/га) и Польше (0,78 кг/га) (табл. 3.10).

Таблица 3.10

**Пестицидная нагрузка в странах Западной Европы в 2002 году
(кг/га пашни)**

Страна	Кг/га	Страна	Кг/га
Бельгия	6,34	Греция	3,04
Голландия	9,26	Германия	2,46
Венгрия	1,71	Польша	0,78
Норвегия	0,93	Италия	8,66

Окончание табл. 3.10

Страна	Кг/га	Страна	Кг/га
Франция	4,21	Дания	1,48
Чехия	1,42	Финляндия	0,73

Пестицидная нагрузка в Республике Беларусь в 2011 году составляла 0,95 кг д.в. на 1 га (табл. 3.11).

Таблица 3.11

Пестицидная нагрузка в Республике Беларусь по группам препаратов (кг д.в./га пашни)

Группа пестицидов	Год	
	2010	2011
Гербициды	0,83	0,80
Фунгициды	0,10	0,10
Инсектициды	0,01	0,01
Протравители	0,02	0,03
Итого	1,01	0,95

В стоимостном выражении количество применяемых препаратов возрастает по годам (табл. 3.12).

Таблица 3.12

Стоимость применяемых в Республике Беларусь пестицидов, млн долл. США (по данным РУП «Институт защиты растений»)

Группа препаратов	Год			
	2009	2010	2011	2012
Протравители	15,4	19,4	17,8	21,5
Фунгициды	23,7	31,2	30,4	39,3
Гербициды	131,2	139,7	116,4	133,5
Инсектициды	2,7	2,5	4,0	5,6
Прочие	7,0	7,3	6,6	9,1
Итого	180,0	200,1	175,2	209,0

Следует отметить, что в основном это зарубежные препараты. Однако отечественные производители (ЗАО «Август-Бел», ООО «Франдеса», ОАО «Гроднорайагросервис», ОАО «Гомельский химический завод») наращивают производство пестицидов. Так, например, если в 2009 году они поставили препаратов на сумму 37 млн долл. США, то в 2010 году – уже на 54 млн долл. США.

Таким образом, применение пестицидов в нашей стране и за рубежом занимает довольно большие объемы в защитных мероприятиях, проводимых при выращивании сельскохозяйственных культур.

Однако первостепенное значение при применении пестицидов должно занимать безопасное применение ядохимикатов при ненарушении существующих связей в агрофитоценозе.

Опасность пестицидов для окружающей среды определяется, главным образом, их поведением на сельскохозяйственных угодьях, где они специально применяются и откуда могут мигрировать. Поэтому экотоксикологическая оценка каждого пестицида должна, в первую очередь, базироваться на данных о динамике их содержания в почве и растении на обрабатываемых полях, в воздухе и воде водоемов.

Помимо потенциальной возможности циркуляции пестицидов в биосфере, необходимо учитывать их токсичность и другие свойства, определяющие степень угрозы губительного действия на полезную фауну, флору, наземные и водные экосистемы, а также опасности загрязнения продуктов питания.

Именно соображениями экологической безопасности обусловлен ряд требований, предъявляемых к пестицидам. Они должны обладать высокой биологической и экономической эффективностью, а также достаточной селективностью, не оказывать отрицательного последействия на последующие культуры в севообороте, обладать персистентностью, не превышающей длину одного вегетационного периода защищаемой культуры, быть минимально ядовитыми и максимально безопасными для человека и теплокровных животных, а также для полезной фауны и флоры. Сроки проведения химических обработок должны быть основаны на данных прогноза и экономически оправданы.

Однако все указанные выше недостатки химических средств защиты растений не являются принципиальными, в основном они связаны с нарушением инструкций по применению.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите методы защиты растений.
2. По каким направлениям осуществляются организационно-хозяйственные мероприятия по защите растений?

3. По каким направлениям осуществляются агротехнические мероприятия по защите растений?
4. Назовите способы применения энтомофагов.
5. На основе каких живых организмов изготавливаются биопрепараты?
6. Для каких энтомофагов разработаны методы разведения в биологических лабораториях и применения на производстве?
7. На чем основан автоцидный метод борьбы с вредителями?
8. По каким направлениям осуществляются физические и механические мероприятия по борьбе с вредными организмами?
9. Дайте определение карантину растений.
10. Назовите структуру карантина в Республике Беларусь.
11. Что предусматривается селекционно-семеноводческими мероприятиями по борьбе с вредными организмами?
12. Какие существуют методы создания устойчивых сортов?
13. Поясните, насколько снижается урожайность основных сельскохозяйственных культур при отказе от комплексной защиты с применением ядохимикатов.

Раздел 4. СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

4.1. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

4.1.1. Основные вредные объекты в посевах зерновых культур

Вредители

Щелкуны. Основные повреждения наносят личинки-проволочники. В условиях республики чаще всего на легких почвах встречаются блестящий и ивовый щелкуны, на тяжелых — темный, посевной, полосатый, на торфяных — полосатый и луговой. Зимуют личинки или взрослые жуки. Полный цикл развития щелкуна длится от 4 до 6 лет. Питаются личинки высеянными семенами, проростками, корнями растений. Озимую пшеницу повреждают до фазы кущения. Экономический порог вредоносности (ЭВП) по пшенице составляет 5–10 личинок/м².

Шведская муха. В Беларуси под этим названием объединены два вида мух: ячменная и овсяная. Ячменная муха более приспособлена к засушливым условиям и более плодовита. В условиях нашей республики дает три поколения. Зимуют в основном личинки третьего возраста в стеблях озимой пшеницы, ржи, пырея, на падалице зерновых и многолетних злаков. Часть личинок окукливается осенью и зимует в виде puparia.

Начало лета первого (весеннего) поколения отмечается в конце апреля или первой декаде мая. Фенологическим индикатором лета мух первого поколения является зацветание

ранних сортов яблони и одуванчика. Мухи этого поколения откладывают яйца на всходы яровых зерновых культур, кукурузы, а также дикие и культурные злаковые травы (житняк, пырей, овсяница).

Мухи второго поколения вылетают в период с конца июня до середины июля и откладывают яйца в цветущие колоски ячменя и овса. Третье поколение мух (осеннее) начинает лёт в период созревания овса и ячменя (первая декада августа) и продолжается вплоть до понижения температуры воздуха до 8–10 °С. Мухи третьего поколения откладывают яйца на ранних посевах озимых культур в фазе 1–2 листьев за coleoptile, реже — на листья и в почву. Личинка питается внутри стебля конусом нарастания, что приводит к засыханию центрального листа и прекращению роста стебля. ЭПВ на пшенице составляет до 50 мух на 100 взмахов сачком.

Зеленоглазка распространена в Республике Беларусь повсеместно и развивается в двух поколениях. Летнее поколение повреждает яровые культуры, а также отстающие в росте озимые, осенне-весеннее питается на озимых зерновых. Вылет мух происходит в мае или начале июня. Фенологическим индикатором в данном случае является цветение сирени обыкновенной. Через 7–8 дней после вылета мухи начинают откладку яиц на молодые стебли, предпочитая стебли с 2–3 листьями.

Личинка питается молодыми тканями и вызывает три основных типа повреждения:

1. Осенью, в период кушения озимых зерновых, у поврежденных растений листья слегка гофрированы, приобретают темно-зеленую окраску, центральный стебель сигарообразно вздут. Развитие таких стеблей прекращается, они часто погибают за зиму.

2. Летом, при повреждении вторичных стеблей озимой пшеницы в фазе 2–5 листьев, личинки, проникая за влагалищный лист вплоть до колоса, выгрызают ткань, образуя бороздку по направлению к первому узлу. В результате повреждения стебли укорачиваются в верхнем междоузлии, колос не выколашивается или выколашивается частично.

3. Если стебель повреждается в более поздний период, то колос выколашивается, но колоски пустые и у основания его видна бороздка.

Лёт мух летне-осеннего поколения происходит со второй половины июля или первой декады августа до октября.

Злаковые тли. В условиях Беларуси на зерновых культурах зарегистрировано восемь видов тлей. Наибольшее экономическое значение имеют большая злаковая и черемухово-злаковая тли.

Большая злаковая тля — немигрирующий вид. Питается на пшенице, заселяя соцветия, режет стебли и листья. Насекомое очень подвижно. Тля способна давать за вегетационный период 10–12 поколений. Первые самки-расселительницы появляются на ячмене во второй декаде мая. Резкий рост численности вредителя наблюдается в период молочной спелости зерна.

Черемухово-злаковая тля дает 7–8 поколений. Весеннее поколение данного вида тли развивается на черемухе. В первой-второй декадах мая на черемухе появляются крылатые самки-расселительницы, мигрирующие на пшеницу. Данный вид тли, как и большая злаковая тля, питается соком растений, ослабляя тем самым их рост и развитие. При этом колос может не завязываться или образовываться слабый, со щуплым зерном. В первой декаде сентября начинается процесс миграции тли на черемуху, где самки отрождают личинок и развивается еще одно осеннее поколение. Зимуют отложенные ими на черемухе яйца. ЭПВ на пшенице составляет до 5 штук на колос при 50%-ном заселении.

Ржаной трипс распространен в Республике Беларусь повсеместно. Обитает на всех зерновых культурах, диких и культурных злаках. За вегетационный период развивается в трех поколениях.

Повреждает колосковые бугорки, которые в местах повреждения белеют, ости закручиваются, завязь не развивается. Питание личинок и имаго тканью влагалища верхнего листа приводит к его обесцвечиванию и преждевременному отмиранию. Вредоносность ржаного трипса увеличивается в годы с ранневесенней засухой.

Цикадки. На посевах зерновых культур в Беларуси обитают 10 видов. Наиболее вредоносными являются шеститочечная и полосатая цикадки. В условиях республики оба вида развиваются в двух поколениях. При питании цикадок в местах укулов на листьях и стеблях образуются звездчеподобные пятна. Наибольший вред цикадки наносят в сухую и жаркую погоду, когда возрастает их активность. Повреждаемые озимые культуры могут ослабляться и погибать в зимний период. Кроме того, цикадки являются переносчиками вирусных заболеваний зерновых культур.

Болезни

Корневые гнили относятся к наиболее широко распространенным и вредоносным заболеваниям. В зависимости от типа поражения различают гельминтоспориозную, фузариозную, офиоболезную корневые гнили.

Гельминтоспориозная (обыкновенная) и фузариозная корневые гнили проявляются на озимой пшенице в виде поражения первичных корней у точки роста. При сильном поражении проростки деформируются и могут погибать, не выходя на поверхность почвы. При поражении на более поздних стадиях развития (трубкование — колошение) поражаются подземное, первое надземное междоузлие и узел кушения. Все это вызывает нарушение обмена веществ. Такие растения отстают в росте, не выколашиваются или дают щуплое зерно и мелкий колос, некоторые стебли могут отмирать, обуславливая белоколосость или пустоколосость.

Источником первичной инфекции являются пораженные растительные остатки, почва и семена. Возбудитель сохраняется в виде мицелия, хламидоспор, склероциев.

Фитозэкспертиза семян показала, что чаще всего на озимой пшенице сохраняется фузариозная корневая гниль.

Офиоболезная корневая гниль отмечена в нашей республике повсеместно. Наиболее подвержена данному заболеванию озимая и яровая пшеница. Возбудитель, сохраняясь в почве до 10 лет, поражает корни, подземное междоузлие, основание стебля, влагалище первого листа, обуславливая очажную гибель растений. Первые признаки поражения проявляются

уже на проростках и всходах: заболевшие растения отстают в росте, листья желтеют, на корнях и корневой шейке появляются пятна коричневого цвета. Постепенно растения чернеют и погибают. При более позднем поражении отмечается задержка в росте и развитии. Листья у поврежденных растений могут преждевременно желтеть, они или не дают колоса, или у них развивается пустоколосость. Пораженная корневая шейка имеет черный глянцевоый оттенок.

Снежная плесень. По климатическим условиям Республики Беларусь относится к зоне постоянного поражения озимых зерновых снежной плесенью. Особенно сильно развита болезнь в Могилевской и Витебской областях. Данное заболевание вызывается комплексом вредителей.

Вредоносность заболевания заключается в изреживании посевов, а нередко — частичной (плешинами) или полной гибели посевов. При интенсивном развитии болезни выжившие растения образуют бесплодный колос или щуплое зерно.

Возбудитель снежной плесени развивается при пониженных температурах в период зимних оттепелей или же рано весной, при таянии снежного покрова, когда создаются оптимальные условия (температура выше 0 °C и влажность выше 80 %).

Источником первичной инфекции являются семена, где возбудитель сохраняется в виде мицелия, или почва, где сохраняются мицелий, склеротии или хламидоспоры.

Головня зерновых. Поражения зерновых головневыми заболеваниями в Республике Беларусь отмечаются повсеместно. Наибольшее экономическое значение имеют пыльная головня ячменя и твердая головня пшеницы.

Твердая головня проявляется в фазе молочной спелости. Пораженные колосья несколько сплюснуты, колоски растрепаны и имеют сине-зеленый цвет. Вместо зерновок образуются черные головневые мешочки, которые при раздавливании издают запах сеledочного рассола. Во время обмолота пораженные зерна легко разрушаются и хламидоспоры попадают на поверхность здоровых зерен.

Пыльная головня вызывает разрушение всего колоса, не тронутым остается только стержень. Проявляется болезнь

в период выколашивания. Содержимое колоса покрыто тонкой прозрачной пленкой, через которую видна споровая масса.

Возбудитель сохраняется в плодовой оболочке зерновки, эндосперме, щитке, почке зародыша.

Сетчатая пятнистость ячменя. На зараженных всходах появляются мелкие бурые пятна, удлиненные или точечные. Второй тип проявления болезни — пятна округлые, зональные, в центре с точечным темно-бурым некрозом, нередко сливаются. И третий тип — пятна вытянутые, с сетью темных продольных и поперечных линий на хлоротичном фоне.

Наиболее сильно заболевание развивается ко времени цветения и налива зерна. Возбудитель сохраняется на семенах и в пожнивных остатках.

Окаймленная пятнистость (ринхоспориоз). На листьях, влагалищах листьев образуются овальные, неправильной формы водянистые светло-зеленые пятна с темно-бурым окаймлением. На ячмене они более яркие, чем на озимой ржи. При сильном развитии болезни листья к фазе налива зерна усыхают.

Возбудитель сохраняется в виде мицелия на семенах и растительных остатках, а также зимует на всходах озимых зерновых.

Септориоз. На листьях, стеблях, колосковых чешуйках появляются светло-бурые, бурые или слабо выраженные пятна с более темным ободком или без него. На колосковых чешуйках пятна багрово-бурые.

Источником инфекции являются пораженные растительные остатки, иногда семена, где возбудитель сохраняется в виде пикноспор. ЭПВ на пшенице составляет 5 % (по развитию болезни).

Мучнистой росой поражаются листья, стебли, листовые влагалища. Проявляется заболевание в виде едва заметных буроватых расплывающихся пятен, которые со временем разрастаются в пушистые, серовато-бурые налеты. В фазе цветения — колошения налет уплотняется, на нем образуются темные плодовые тела. Постепенно болезнь переходит с нижних ярусов листьев на верхние. Источником инфекции служат пораженные растительные остатки и другие озимые зерновые

культуры, где гриб зимует в виде мицелия. ЭПВ на пшенице составляет 5 % (по развитию болезни).

Ржавчинные заболевания (линейная, бурая, желтая) распространены повсеместно в нашей республике. Вредоносность заключается в нарушении водного баланса растений. При поражении происходит резкое снижение урожая зерна из-за его «истекания». Такое зерно щуплое, с плохими хлебопекарными качествами.

Источником первичной инфекции у линейной ржавчины являются растительные остатки (телиоспоры), у бурой, кроме того, урединиоспоры, зимующие на других озимых, у желтой — урединиоспоры, переносимые ветром с посевов других озимых зерновых. ЭПВ на пшенице составляет 5 % (по развитию болезни).

Фузариоз колоса. В годы с повышенной влажностью в период образования и налива зерна на колосковых чешуйках образуется бледно-розовый пушок мицелия гриба. В фазе молочно-восковой спелости на нем образуется розовый налет спороношения возбудителя. Зерновки в пораженных колосьях тусклые, щуплые, с низкой всхожестью. Зимует гриб на растительных остатках в виде мицелия, склероциев, хламидоспор, а также на семенах в виде мицелия.

Спорынья распространена в Республике Беларусь повсеместно. Наиболее сильно развивается на полях, расположенных недалеко от водоемов, лесов, где влажность воздуха несколько выше. Наиболее сильно поражает озимую рожь и озимую тритикале.

На колосьях вместо зерновок образуются крупные рожки темно-фиолетового цвета, выступающие за пределы колосковых чешуек. Период заражения длится от выколашивания до начала цветения. Образовавшиеся рожки содержат алкалоиды, способные вызывать отравления людей и животных.

Возбудитель сохраняется с семенами и в почве в виде склероциев.

Сорные растения

В посевах зерновых культур произрастают 174 вида сорняков, среди них доминируют устойчивые к гербицидам типа 2,4-Д и 2М-4Х виды сорных растений: виды пикульни-

ка, горца, осота, ромашки, звездчатки, пырей ползучий, метлица обыкновенная, просо куриное, виды мятлика, щетинника и др. В последние 2–3 года наблюдается преобладание в посевах подмаренника цепкого и овсюга. Из-за большого запаса семян в почве в значительном количестве в посевах зерновых культур наряду с устойчивыми произрастают и чувствительные к 2,4-Д и 2М-4Х сорняки: виды мари, лебеды, редька дикая, пастушья сумка, василек синий и др.

Численность сорняков на каждом конкретном поле различна и может колебаться от 150 до 1000 экземпляров и более на 1 м². Средние показатели выглядят следующим образом: 221 сорняк произрастает в посевах озимой пшеницы, 175–176 – ржи, 177 – ячменя, 178 – овса, что превышает экономические пороги вредоносности в несколько раз и приводит к потерям урожая на 15,9–16,4 %.

Усиливается засоренность, особенно многолетними сорняками, из-за систематического отказа во многих хозяйствах нашей республики от лущения стерни и зяблевой вспашки, невыполнения всего комплекса приемов подготовки почвы и технологии возделывания культур.

4.1.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов

Система мероприятий по интегрированной защите зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков предусматривает, в первую очередь, подбор оптимальных почв для размещения культуры, что в дальнейшем позволяет избежать многих неинфекционных и некоторых инфекционных заболеваний.

Для озимой и яровой пшеницы оптимальным является размещение на среднесуглинистых почвах с рН 6–7,5.

Озимая рожь менее требовательна и предпочитает легкие, средние супеси и суглинки. Культуру можно возделывать на рыхлых песчаных и на почвах с повышенной кислотностью (рН 5,3). Малопригодными являются тяжелые глинистые почвы.

Озимую тритикале можно возделывать на почвах со слабокислой и нейтральной реакцией (рН 5,5–7,0). Ячмень плохо

развивается на супесях и песчаных почвах, а также на кислых торфяных. Яровой ячмень хорошо растет при pH 6,8–7,5.

Овес менее требователен, чем другие яровые зерновые, и может произрастать на супесчаных, глинистых, суглинистых и торфяных почвах. Он лучше других переносит кислые почвы с pH 5–6.

Многолетние исследования показали, что важное значение для интегрированной защиты растений имеет севооборот. Монокультура зерновых вызывает специализацию возбудителей. На смену фузариозной и гельминтоспориозной корневым гнилям, с которыми можно бороться химическими средствами, приходит офиолезная гниль, в борьбе с которой необходимо освоение севооборотов.

Наиболее благоприятными предшественниками для озимых зерновых являются зернобобовые, ранний картофель, однолетние и многолетние травы. Яровую пшеницу рекомендуется размещать после кукурузы, картофеля, льна, свеклы, зернобобовых культур. Лучшими предшественниками для ячменя являются пропашные культуры: кукуруза, картофель, свекла.

Менее требовательной к предшественникам культурой является овес. Его можно высевать после яровой пшеницы, ячменя, льна. Оптимальным вариантом являются пропашные и зернобобовые культуры. Однако при высеве овса после свеклы необходимо учитывать, что свекловичная нематода может паразитировать и на данной зерновой культуре.

Важным моментом для интегрированной защиты зерновых культур является правильная система удобрений. Отмечена тенденция снижения повреждаемости зерновых культур внутрисктебельными вредителями при повышении доз азотных удобрений. Но чрезвычайно высокие дозы азота приводят к развитию мучнистой росы в посевах зерновых культур. При нарушении соотношения вносимых элементов минерального питания развитие корневых гнилей усиливается на 4,6–9,5 %.

Расчет оптимальных норм внесения удобрений производят, исходя из заданной урожайности, запаса питательных веществ в почве конкретного поля, потребности данной куль-

туры и сорта. Известкование полей способствует снижению запаса инфекционного начала гельминтоспориоза и численности проволочника.

Своевременное послеуборочное лущение стерни на глубину 10–12 см и последующая за ним зяблевая вспашка позволяют снизить численность проволочника на 60 %. При этом уничтожаются также падалица, личинки шведской мухи, которые на ней развиваются, сорняки и возбудители болезней.

При посеве зерновых культур необходимо учитывать оптимальные сроки посева. Важность их обусловлена следующими причинами:

- 1) степенью совпадения наиболее доступной фазы развития с периодом наибольшей численности и активности вредного объекта;
- 2) возрастом повреждаемого или заражаемого растения и в связи с этим изменением характера повреждения;
- 3) образованием у растения к моменту повреждения (поражения) тканей, препятствующих проникновению вредителя или возбудителя заболевания в растение или его отдельные органы. Например, ранние посевы ячменя и яровой пшеницы (в течение 3–5 дней оптимального срока) позволяют снизить повреждаемость растений вредителями в 2–3 раза, а также значительно уменьшить поражаемость ржавчиной и мучнистой росой. Однако преимущества раннего посева теряются в холодную и дождливую весну.

Оптимально ранние сроки посева культуры позволяют избежать поражения ее шведской мухой. Запоздывание со сроками уборки зерновых культур в условиях нашей республики приводит к интенсивному развитию фузариоза колоса.

Норма высева семян определяет густоту стояния и влияет на микроклимат агробиоценоза в целом. В более густом стеблестое уменьшается возможность откладки яиц шведской мухой. В нем происходит быстрый рост побегов, их огрубение в фазах кушение — трубкование, что укорачивает период времени, когда вредители могут откладывать яйца на молодые побеги. Рекомендуются повышать норму высева семян ячменя и яровой пшеницы на 20–30 кг/га, если они граничат с озимыми зерновыми или посев производится в более поздние сроки.

Большую роль в защите зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков играют устойчивые сорта. Зерновые культуры по-разному реагируют на поражаемость болезнями и вредителями. Например, в средней степени поражаются мучнистой росой, снежной плесенью, бурой и стеблевой ржавчиной такие сорта озимой ржи, как Пуховчанка и Радзіма. Выше среднего и в сильной степени подвержен данным заболеваниям сорт Верасень. Мучнистой росой и снежной плесенью средне поражается сорт Зуброўка. Относительно устойчивы к стеблевой, бурой ржавчинам, мучнистой росе сорта Ясельда, Спадчына.

У озимой пшеницы сорта Пошук, Капылянка в средней степени или ниже среднего поражаются бурой ржавчиной и мучнистой росой, в малой или средней степени твердой головней — сорта Капылянка, Гармония, Былина. К септориозу средне восприимчивы сорта Былина, Легенда, Кобра.

В малой или средней степени поражаются септориозом сорта озимой тритикале Мара, Михась, Модуль, Мально, Рунь. Сорт Идея относительно устойчив к бурой, стеблевой ржавчинам, мучнистой росе. Модуль в полевых условиях не поражался данными заболеваниями и головней.

Сорта ячменя Гостинец, Гонар, Визит в средней и высокой степени устойчивы к заболеваниям листового аппарата. Также устойчивы к пыльной головне сорта Антьяго, Талер, относительно подвержен этому заболеванию сорт Тюрингия.

Высокая устойчивость к бурой ржавчине отмечается у сорта яровой пшеницы Дарья, средняя — у сортов Ростань, Рассвет. Последние два сорта также средне устойчивы к корневым гнилям.

Значительно поражается корончатой ржавчиной сорт овса Эрбграф. Устойчивыми к данному заболеванию являются сорта Полонез, Стралец, Вандроўнік, Чакал. Высоко устойчивыми к стеблевой ржавчине являются сорта овса Буг, Эрбграф, Полонез, Стралец, Чакал. Средне восприимчивы к данной болезни сорта Багач, Вандроўнік.

Низкое обкашивание обочин дорог, меж позволяет избежать концентрации на них шведских мух, хлебных клещей, блох.

4.1.3. Система мероприятий по химической защите озимых зерновых

На полях, предназначенных для посева озимых зерновых культур, после раноубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (4,0–6,0 л/га); доминатор, 360 ВР (4,0–6,0 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее чем через 15 дней после обработки.

Против сорных растений, проволочников, хлебных пилльщиков, возбудителей болезней (в том числе спорыньи) после уборки стерневых предшественников проводится лущение и через 15 дней — зяблевая вспашка. Культивация зяби — по мере появления всходов сорняков.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний, передающихся с семенным материалом. Для защиты от снежной плесени в зоне слабого развития болезни рекомендованы максим, КС (2,0 л/т); максим форте, КС (2,0 л/т); раксил, КС (1,5 л/т); систива, КС (2,0 л/т); винцит, КС (2,0 л/т) и др.

В борьбе с возбудителями пыльной головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза, спорыньи эффективно протравливание препаратами максим, КС (2,0 л/т); кинто ДУО, ТК (2,0–2,5 л/т); ламадор, КС (0,2 л/т).

Обработка семян биопрепаратом агат-25 К, ТПС (55 г/т) сдерживает развитие корневых гнилей, спорыньи, снежной плесени.

В борьбе с однолетними двудольными (в том числе устойчивыми к 2М-4Х, 2,4-Д), а также злаковыми сорняками возможно опрыскивание почвы до всходов культуры гербицидами кугар, КС (0,75–1,0 л/га); куница, КС (0,75–1,0 л/га); рейсер, КЭ (1,0–2,0 л/га); марафон, ВК (3,5–4,0 л/га).

Химические обработки инсектицидами децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1,0–1,2 л/га); фьюри, ВЭ (0,07 л/га) в стадии 1–2 листа культуры (осенью) рекомен-

дуются проводить при массовом лёте вредителей (шведские мухи, зеленоглазка, гессенская муха, цикадки).

Осенью в стадии 3–5 листьев озимой пшеницы возможно опрыскивание посевов против однолетних двудольных (в том числе устойчивых к 2М-4Х, 2,4-Д), а также злаковых сорняков гербицидами марафон, ВК (3,5–4,0 л/га); гусар турбо, МД (0,075–0,1 л/га).

Весной, при температуре 5 °С и выше, в фазе кушения при наличии на полях сорных растений (метлица обыкновенная, ромашка непахучая, подмаренник цепкий и др., устойчивые к 2М-4Х, 2,4-Д) необходимо опрыскивание гербицидами гром, КС (0,75–1,0 л/га); алистер, МД (0,6–0,7 л/га); гусар турбо, МД (0,075–0,1 л/га).

При температуре 12–16 °С против однолетних двудольных сорняков (чувствительных к 2М-4Х, 2,4-Д) рекомендованы гербициды агритокс, 500 г/л в.к. (1,0–1,5 л/га); 2,4-Д, 720 г/л в.р.к. (1,0–1,2 л/га); на полях с подсевом клевера — агритокс, 500 г/л в.к. (1,0–1,5 л/га); базагран, 480 г/л в.р. (2,0–4,0 л/га).

При тех же температурных условиях при наличии на полях пырея ползучего в фазе 3–5 листьев и некоторых однолетних сорняков (в том числе устойчивых к 2М-4Х, 2,4-Д) возможно опрыскивание посевов гербицидом атрибут, ВГ (60 г/га) (как в чистом виде, так и в качестве прибавки к минимально рекомендованной дозе 2,4-Д и 2М-4Х).

При произрастании в посевах видов осота, горцев можно использовать в качестве добавки к минимально рекомендованной норме 2,4-Д и 2М-4Х гербицид лонтрел-300, ВР (0,16–0,2 л/га), а также его аналоги.

Против метлицы обыкновенной, овсюга и некоторых других злаковых сорняков в посевах пшеницы эффективны гербициды пума супер, 7,5, ЭМВ (0,8–1,0 л/га); овсюген супер, КЭ (0,4–0,6 л/га).

При поражении корневыми гнилями более 14 % озимых зерновых возможно опрыскивание посевов биопрепаратом агат-25 К, ТПС (30 г/га) в начале выхода в трубку. При появлении корневых гнилей, мучнистой росы, церкоспореллеза проводится опрыскивание фунгицидами феразим, КС (0,3–0,6 л/га); понезим, КС (0,6 л/га). Допускается совместное применение фунгицидов с ретардантами.

В начале выхода в трубку в борьбе со злаковыми трипсами эффективны краевые обработки до 50 м, так как наиболее высокая численность их наблюдается, как правило, на краях полей. Рекомендованы инсектициды золон, КЭ (1,5 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1,0–1,5 л/га). При запаздывании со сроками проведения данного мероприятия производится сплошное опрыскивание.

В фазе трубкования — начала колошения при превышении вредителями (пьявица, большая злаковая тля, злаковые листовёртки, трипсы, минирующие мухи) экономического порога вредоносности производится опрыскивание посевов инсектицидами децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); эфория, КС (0,2 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1,0–1,5 л/га); фьюри, ВЭ (0,07 л/га).

В фазе появления флаг-листа — колошения при появлении первых признаков заболевания на третьем сверху листе посевы нужно обрабатывать фунгицидами: против мучнистой росы — прозаро, КЭ (0,6–0,8 л/га); против септориоза, мучнистой росы, ржавчин — альто супер, КЭ (0,4 л/га); импакт, СК (0,5 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); фоликур БТ, КЭ (1,0 л/га).

Против фузариоза колоса в конце колошения, при цветении посевы можно обрабатывать фунгицидами альто супер, КЭ (0,4 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); фоликур, КЭ (1,0 л/га); фалькон, КЭ (0,5 л/га). При превышении ЭПВ большой злаковой тлей — инсектицидами децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); сэмпай, КЭ (0,2 л/га).

4.1.4. Система мероприятий по химической защите яровых зерновых

После уборки предшествующих культур для уничтожения многолетних сорняков проводятся те же мероприятия, что и при химической защите озимых зерновых.

В осенне-зимний период для выявления инфекции, зимующей на семенах, необходимо провести их фитоэкспертизу для выявления необходимости протравливания. Протравливание нужно проводить перед посевом заблаговременно (за 2 недели и более) против пыльной головни, корневых гнилей, плесневения семян, септориоза, ринхоспориоза, спорыньи. Эффективны против данных заболеваний следующие препара-

раты: винцит форте, КС (1,0–1,25 л/т); тебу 60, МЭ (0,5 л/т); поларис, МЭ (0,5 л/т); раксил, СП, 20 г/кг (1,5 кг/т). Обработка семян биопрепаратом агат-25 К, ТПС (55 г/т) сдерживает развитие корневых гнилей и спорыньи.

До всходов и в фазе 3–4 листа для уничтожения однолетних сорняков, находящихся в фазе «белых нитей», проводят боронование посевов.

С такими вредителями, как шведские мухи, зеленоглазка, гессенская муха, цикадки, борются с помощью тех же препаратов, что и для химической защиты озимых зерновых.

Засоренность посевов – один из главных факторов снижения урожайности яровых зерновых культур. Выбирая гербицид для обработки посевов, необходимо учитывать видовой состав сорняков, их чувствительность к препаратам.

В фазе 2–3 листа до образования флагового листа эффективно уничтожает однолетние двудольные сорняки (в том числе устойчивые к 2,4-Д, 2М-4Х) гербицид гранстар, 75 % с.т.с. (10–15 г/га), используемый с поверхностно-активным веществом (ПАВ) тренд 90 (200 мл/га) или гербицидом таме-рон, 75 % в.д.г. (15–20 г/га).

В фазе 2–3 листа для уничтожения видов горца, ромашки, пикульника, подмаренника цепкого, ярутки полевой и других однолетних двудольных сорняков можно использовать линтур, ВДГ (120–180 г/га); ларен про, ВДГ (10 г/га). При применении ларена не рекомендуется возделывать на следующий год свеклу кормовую, столовую, сахарную.

В этой же фазе метлица обыкновенная, ромашка непахучая, просо куриное и другие сорняки (на ранних стадиях развития) погибают при опрыскивании посевов (кроме овса) гербицидами кугар, КС (0,5–1,0 л/га); легато плюс, КС (0,5–1,0 л/га); гусар турбо, МД (0,075–0,1 л/га). При температуре 12–16 °С против однолетних двудольных сорняков, чувствительных к 2,4-Д, 2М-4Х (марь белая, редька дикая, василек синий, пастушья сумка), посевы можно обработать гербицидами агритокс, 500 г/л в.к. (1,0–1,5 л/га); 2,4-Д, 720 г/л в.р.к. (1,0–1,2 л/га); дикопур Ф, в.р. (0,7–1,0 л/га); на полях с посевом клевера – агритокс, 500 г/л в.к. (1,0–1,5 л/га); базагран, 480 г/л в.р. (2,0–4,0 л/га).

Если в посевах преобладают ромашка непахучая, сурепица обыкновенная, ярутка полевая, пастушья сумка, редька дикая, то их лучше обрабатывать базаграном, 480 г/л в.р. (2,0–4,0 л/га); диаленом супер, ВР (0,5–0,6 л/га).

В качестве добавки к минимально рекомендованной норме 2,4-Д и 2М-4Х можно использовать лонтрел-300, ВР (0,16–0,2 л/га) и его аналоги, которые эффективно уничтожают виды осота, ромашки и горца.

Кроме сорных растений, в фазу кушения посевы повреждают вредители: злаковые мухи, большой злаковый минер, листовые пилильщики (имаго), пьявица. Против них посевы обрабатывают инсектицидами борей, СК (0,12 л/га); бульдок, КЭ (0,3 л/га); каратэ зеон, МКС (0,2 л/га).

В начале выхода в трубку при поражении корневыми гнилями более 14 % растений посевы можно обработать биопрепаратом агат-25 К, ТПС (30 г/га).

При превышении вредителями (пьявица, большая злаковая тля, злаковые листовые пилильщики, трипсы, минирующие мухи) экономического порога вредоносности в фазе трубкования эффективно опрыскивание растений инсектицидами БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1,0–1,5 л/га); фьюри, ВЭ (0,07 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га).

Для предотвращения распространения болезней при появлении единичных пятен на втором сверху листе посевы необходимо обработать фунгицидами. В период трубкования – колошения развитие и распространение септориоза, мучнистой росы, видов ржавчины, ринхоспориоза, сетчатой и темно-бурой пятнистостей сдерживает опрыскивание препаратами альто супер, КЭ (0,4 л/га); импакт, СК (0,5 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); фоликур БТ, КЭ (1,0 л/га).

В фазе колошения возможно развитие фузариоза колоса и повреждение посевов большой злаковой тлей, шведскими мухами, зеленоглазкой. Против данного заболевания рекомендованы фунгициды альто супер, КЭ (0,4 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); фоликур БТ, КЭ (1,0 л/га); фалькон, КЭ (0,5 л/га). При превышении вышеперечисленными вредителями экономического порога вредоносности хороший эффект дает обра-

ботка посевов яровых зерновых инсектицидами децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); сэмпай, КЭ (0,2 л/га); фьюри, ВЭ (0,07 л/га); шарпей, МЭ (0,2 л/га).

4.2. КУКУРУЗА

4.2.1. Основные вредные объекты в посевах кукурузы

Вредители

Щелкуны. Основные повреждения наносят личинки — проволочники. В условиях Беларуси чаще всего встречаются на легких почвах блестящий и ивовый щелкуны, на тяжелых — темный, посевной, полосатый, на торфяных — полосатый или луговой. Зимуют личинки или взрослые жуки. Полный цикл развития щелкуна длится от 4 до 6 лет. Питаются личинки высеянными семенами, проростками, корнями растений. ЭПВ составляет 5–10 личинок на 1 м².

Шведская муха. В Республике Беларусь под этим названием объединены два вида мух: ячменная и овсяная. Ячменная муха более приспособлена к засушливым условиям и более плодовита. В условиях нашей страны дает три поколения. Зимуют в основном личинки третьего возраста в стеблях озимой пшеницы, ржи, пырея, на падалице зерновых и многолетних злаков. Часть личинок окукливается осенью и зимует в виде pupария.

Откладка яиц у самок шведской мухи резко приурочена к определенным фазам развития растений. Часть яиц откладывается на прекратившие рост или медленно растущие части растений, вторая часть — на почву, в трещины.

Личинки шведской мухи, отродившиеся из яиц, расположенных в почве, вблизи растений, успешно внедряются в их ткань, устремляясь в зону расположения конуса нарастания. Для этого личинка должна проникнуть сквозь свод из нежных, еще окончательно не сформировавшихся и не окрашенных листочков, плотно облегающих конус нарастания. Таким образом, если личинка шведской мухи достигнет конуса нарастания и травмирует его, то зачастую наблюдается полная остановка роста и гибель стебля кукурузы. В тех случаях, ког-

да конус нарастания разрушен не полностью, стебель продолжает расти, но очень медленными темпами. На таких растениях в более поздние периоды четко просматриваются дыры, царапины и разрывы, окруженные светлыми пятнами на тех участках листьев, которые были лизированы личинкой.

Ячменная минирующая муха. Лёт мух начинается в конце мая, а массово происходит в июне—июле. Самка откладывает яйца на листья кукурузы. Яйцо развивается 5–6 дней. Отродившаяся личинка прогрызает кожицу листа, внедряется в него и выедает листовую мякоть между верхней и нижней кутикулами, образуя мину. С засохших листьев переходит на здоровые и повреждает их. Развитие личинок завершается через 2–3 недели. Окукливаются они в листьях или почве.

Фаза куколки длится около двух недель. Мухи второго поколения появляются в августе, откладывая яйца на дикие злаки, на которых затем развиваются личинки и зимуют пупарии.

Наиболее благоприятны для развития данного вредителя влажные годы.

Луговой мотылек является многоядным вредителем, повреждая, кроме кукурузы, сахарную свеклу, подсолнечник, однолетние и многолетние бобовые, овощные и другие культуры. Гусеницы последнего возраста зимуют в поверхностном слое почвы в паутинистом коконе. Весной они окукливаются. Бабочкам необходимы дополнительное питание нектаром цветков и температура воздуха выше 16 °С. Наиболее благоприятными для развития данного вредителя являются теплые, влажные годы.

Самка откладывает яйца на нижней стороне листа, где они развиваются 3–10 дней, гусеницы — 2–4 недели, проходя 5 возрастов.

Гусеницы питаются надземными частями растений, объедая листья и стебли, или же скелетируют листья. Поврежденные части растений оплетаются паутиной. Уничтожив посевы на данном участке, гусеницы в поисках пищи переходят на соседние. Окукливаются они в почве. Перед окукливанием выдавливают в ней вертикальную норку, в которой плетут кокон, прикрепляя его шелковинками к частицам почвы.

Вредитель может залетать в южные области Беларуси из соседних России и Украины.

Болезни

Гниль проростков кукурузы. Возбудителем являются грибы родов фузариум, пенициллиум и др. Семена кукурузы, сильно пораженные ими, не дают всходов или же дают слабые ростки, которые, как правило, погибают, не достигнув поверхности почвы.

Пузырчатая головня кукурузы проявляется в виде пузыревидных вздутий различных размеров на листьях, стеблях, воздушных корнях, султанах, початках. Сначала вздутия представляют собой слизистые образования серовато-белого цвета, а затем превращаются в черно-оливковую пылящую массу спор. При поражении стебля растение искривляется, а его часть выше места поражения отмирает.

Источник инфекции — хламидоспоры, которые сохраняют свою вредоносность в течение осени, зимы и весны, а также зараженные семена.

Сорные растения

В посевах кукурузы произрастает 55 семейств сорняков, среди них доминирующими являются семейства мятликовых, маревых, гречишных. В последние 2–3 года наблюдается преобладание в посевах проса куриного, мари белой, горца вьюнкового, пырея ползучего.

Численность сорняков может колебаться от 150 до 1000 экземпляров на 1 м². Например, в посевах кукурузы общая численность сорных растений составляет 36,7 шт./м² (по данным маршрутного обследования РУП «Институт защиты растений» 2015 года). Много в посевах кукурузы и чувствительных к 2,4-Д и 2М-4Х сорняков: редька дикая, пастушья сумка, василек синий и др.

4.2.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов

В первую очередь необходимо подобрать оптимальные почвы для размещения кукурузы, что позволит в будущем избежать многих ее заболеваний.

Для кукурузы наиболее оптимальным является посев на темно-серых суглинистых и супесчаных, а также пойменных почвах с рН 6,0–6,5. Хорошие урожаи культуры можно получить на дерново-подзолистых, осушенных торфяно-болотных почвах.

Почвы, склонные к заболачиванию, а также с повышенной кислотностью (рН ниже 5) непригодны для возделывания культуры.

Многолетние исследования показали, что важное значение для интегрированной защиты растений имеет севооборот. Монокультура зерновых вызывает специализацию возбудителей болезней. На смену фузариозной и гельминтоспориозной корневым гнилям, с которыми можно бороться химическими средствами, приходит офиоблезная корневая гниль, в борьбе с которой необходимо освоение севооборотов.

Наиболее благоприятными предшественниками для кукурузы являются озимые зерновые, яровая пшеница, ячмень, овес, клевер, люцерна, кормовая и сахарная свекла, картофель. При условии выращивания после них промежуточных культур кукурузу можно высевать после рапса, гороха, раннего картофеля.

Из-за слабого использования кукурузой положительного действия конских бобов, озимой и яровой вики, льна, люпина, сераделлы размещать данную культуру после этих предшественников не рекомендуется. При посеве ее после свеклы ухудшается усвояемость фосфатов.

При достаточно высокой степени химизации кукурузу можно возделывать и в монокультуре. Однако при размещении кукурузы два и более года подряд в одном месте наблюдается медленное разложение пожнивных и корневых остатков, что затрудняет уход за культурой и может способствовать поражению вредителями.

При урожайности зеленой массы 500–600 ц/га данная культура поглощает из почвы 150–180 кг азота, 60–70 кг оксида фосфора и 160–180 кг оксида калия. Более половины всех питательных веществ усваивается во второй половине вегетации.

В зависимости от степени плодородия почвы в основную заправку рекомендуется применять 50–70 т/га подстилочного или же 70–90 т/га жидкого навоза.

В Республике Беларусь посев кукурузы производят с третьей декады апреля по 5–10 мая. Каждый день опоздания с посевом после оптимального срока снижает урожайность на 1 %, одна неделя – на 7 %, две – на 15 %, три – на 23 %.

Значительная роль в защите культуры от вредителей, болезней и сорняков отводится районированным сортам. Различные сорта по-разному реагируют на поражаемость болезнями и вредителями. По всей республике районированы следующие гибриды, выращиваемые на зерно и силос: Кубанский 257 СВ, Молдавский 257 СВ, Бемо 182 СВ, Евростар, Полесский 195 СВ, Матеус, Кремень 200 СВ, Аксур, Порумбень 348 МВ и др.

4.2.3. Система мероприятий по химической защите кукурузы

Для борьбы с вегетирующими многолетними сорняками (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий) после уборки предшественника применяют глифосатсодержащие гербициды раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (4,0–6,0 л/га); доминатор, 360 ВР (4,0–6,0 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га). Только через 15 дней после обработки может проводиться зяблевая вспашка.

После уборки стерневых предшественников для уничтожения сорных растений и проволочника можно провести лушение на глубину 6–8 см дисковыми орудиями или на 8–10 и 10–12 см корпусными орудиями или плоскорезами, через 15 дней – зяблевую вспашку.

В борьбе с семенной инфекцией (плесневение семян, гниль проростков, пузырчатая головня и др.) применяют обработку семян с инкрустацией протравителями скарлет, МЭ (0,4 л/т); корриолис, КС (0,25 л/т); ламадор, КС (0,2 л/т); премис 200, КС (0,25 л/га).

Семена кукурузы против проволочника, злаковых мух можно обрабатывать протравителями инсектицидного действия гаучо, КС (4,0–5,0 л/т); круйзер, СК (6,0–9,0 л/т); командор, ВРК (7,0 л/т).

Против однолетних двудольных и злаковых сорняков до посева, одновременно с посевом или до всходов культуры применяют опрыскивание почвы без заделки или с заделкой при сухом верхнем слое гербицидами примэкстра голд TZ, СК (3–4 л/га); дуал голд, КЭ (1,6 л/га).

При наличии в посевах многолетних злаковых сорняков можно использовать гербициды базис, 75 % в.р.г. (20–25 г/га) + ПАВ тренд 90 (200 мл/га); милагро экстра, МД (0,75 л/га); дублон, СК (1,5 л/га); титус, 25 % с.т.с. (40–50 г/га) + ПАВ тренд 90 (0,2 л/га), которые уничтожают также и однолетние двудольные и злаковые сорняки. Опрыскивание посевов нужно производить в фазе 2–6 листьев при высоте пырея ползучего 10–15 см, до начала кущения однолетних злаковых сорняков в фазе 2–4 листьев у двудольных.

Однако следует учитывать, что титус мало поражает перешую марь белую.

При наличии в посевах куриного проса эффективными являются люмакс, СЭ (3,0–4,0 л/га); титус, 25 % с.т.с. (40–50 г/га); базис, 75 % в.р.г. (20–25 г/га). Пырей ползучий можно подавить в посевах кукурузы гербицидами титус, 25 % с.т.с. (40–50 г/га); милагро экстра, МД (0,75 л/га).

Марь белая хорошо подавляется гербицидами базагран, 480 г/л в.р. (2,0–4,0 л/га); базис, 75 % в.р.г. (40–50 г/га).

Подмаренник цепкий чувствителен к базаграну, 480 г/л в.р. (2–4 л/га); титусу, 25 % с.т.с. (40–50 г/га); при борьбе с галинзой мелкоцветковой эффективен базис, 75 % в.р.г. (40–50 г/га).

В фазе 3–4 листа культуры против однолетних двудольных и злаковых (на ранних стадиях их развития) применяют каллисто, 48 % с.к. (0,15–0,25 л/га) + ПАВ корвет или атплюс (1,0 л/га). Препарат может подавлять развитие и некоторых многолетних двудольных сорняков (мята полевая, чистец болотный).

При высокой численности шведских мух, минирующих мух, злаковых тлей, цикадок и других вредителей в стадии 3–5 листьев кукурузы посевы можно обработать инсектицидами фуфанон, КЭ (0,5–1,2 л/га); новактин, ВЭ (0,7–1,6 л/га).

Однолетние двудольные сорняки, в том числе устойчивые к 2,4-Д, в этой же фазе можно уничтожить гербицидами диа-лен супер, ВР (1,0–1,5 л/га); прима, СЭ (0,4–0,6 л/га); серто плюс, ВДГ (0,2 кг/га) + ПАВ Даш (1,0 л/га); хармони, 75 % с.т.с. (0,015 кг/га).

Гербициды 2,4-Д, 720 г/л в.р.к. (1,0–1,2 л/га); 2М-4Х 750, в.р. (0,8 л/га); дикопур Ф, в.р. (0,7–1,0 л/га) хорошо уничтожают в посевах кукурузы однолетние двудольные сорняки, чувствительные к 2,4-Д и 2М-4Х, в этот же срок применения.

Многолетние двудольные (бодяк, осот) и некоторые однолетние двудольные (виды горца, ромашки) хорошо подавляет гербицид лонтрел-300, ВР (0,3 л/га). Его можно использовать для опрыскивания посевов как самостоятельно, так и в виде добавки к одному из перечисленных выше препаратов (хлорфеноксипроизводным).

В фазе 6–8 листьев – выметывания метелок при наличии в посевах лугового мотылька, кукурузного мотылька (более 2 гусениц/м²) рекомендована обработка инсектицидами каратэ зеон, МКС (0,2 л/га); арриво, КЭ (0,15 л/га); децис профи, ВДГ (0,05 кг/га).

4.3. ОДНОЛЕТНИЕ ЗЕРНОБОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

4.3.1. Основные вредные объекты в посевах зернобобовых культур

Вредители

Клубеньковые долгоносики распространены в Беларуси повсеместно. Наиболее многочисленны – полосатый и щетинистый. Зимует имаго на многолетних бобовых, под растительными остатками и в поверхностном слое почвы. Ранней весной, после перезимовки, жуки питаются листьями многолетних бобовых трав. При повышении температуры до 15 °С мигрируют на всходы зернобобовых культур, где питаются, выгрызая по краям листьев кусочки листовой пластинки овальной формы (фигурное объедание). Особенно опасно уничтожение семядольных листьев и точки роста, что приводит к гибели растений. Личинки долгоносиков пита-

ются бактериальной тканью клубеньков на корнях растений. За вегетацию развивается одно поколение. ЭПВ составляет 10–15 жуков/м².

Тли (гороховая, бобовая, люцерновая) питаются преимущественно на верхних частях растений, высасывая сок из листьев, цветков, плодов и стеблей. В результате повреждений листья скручиваются, стебли искривляются и задерживаются в росте, цветы не завязывают бобов, уменьшается количество клубеньков на корнях. Тли являются переносчиками вирусных болезней.

Зимуют оплодотворенные яйца на прикорневых частях стеблей многолетних бобовых растений и на падалице гороха. Заселение зернобобовых тлями происходит в фазе бутонизации в конце первой – середине второй декады июня. В средней полосе вырастает 4–10 (до 12) поколений.

Гороховая тля сильно повреждает горох, пелюшку, вику, кормовой люпин; бобовая – бобы, вику, фасоль, свеклу; люцерновая – желтый люпин, фасоль.

Гороховая плодоярка встречается повсеместно. Вредят гусеницы, которые внедряются внутрь бобов, где развиваются, уничтожая семена полностью или частично. Зимуют взрослые гусеницы у поверхности почвы на полях из-под зернобобовых, а также в местах их обмолота. Развиваются в одном поколении. ЭПВ составляет 6–7 бабочек на феромонную ловушку.

Ростковые мухи. Вред наносят личинки вредителя в фазе семядолей и первой пары листьев, повреждая корневую шейку и корень. Особенно опасны повреждения посевов поздних сроков. Поврежденные личинками мух растения вянут и засыхают. Зимует пупарий в почве. Развивается в трех поколениях. В годы массового размножения на поздних посевах приходится делать пересев на всей площади.

Стеблевая минирующая муха люпина распространена в Республике Беларусь повсеместно. Вред наносят личинки вредителя, которые развиваются внутри стеблей, образуя длинные спиралеобразные ходы. Поврежденные посевы преждевременно засыхают. В одном растении в среднем развивается 2–3,5 личинки, в отдельных – до 11. Зимует муха в фазе пупа-

рия в стеблях ромашки непахучей, где происходит развитие ее зимующего и трех летних поколений. В конце бутонизации — начале цветения вредитель заселяет растения, на которых развиваются второе и третье поколения мухи.

Болезни

Фомопсис люпина. Поражается желтый, узколистный, белый и многолетний люпины. Заболевание особенно вредоносно на желтом люпине. Поражаются как всходы, так и взрослые растения. На всходах болезнь вызывает корневую гниль и увядание листьев. Гриб распространяется внутри стебля по всему растению, нередко достигает точки роста. Стебель больного растения имеет мраморный рисунок, т. е. на фоне естественной зеленой окраски появляются чередующиеся светлые пятна, которые затем буреют, иногда растрескиваются, образуются язвы. На пораженных местах видно спороношение гриба в виде черных точек (пикнид). Пикниды хорошо заметны на всходах, черешках и листовых пластинках больных листьев. При сильном развитии болезни растения преждевременно засыхают. Повышенная влажность и особенно частые дожди способствуют распространению болезни в посевах люпина, нередко вызывая поражение всех растений. Основным источником инфекции — растительные остатки, семена.

Фузариозная корневая гниль распространена на полях при частом выращивании люпина. Проявляется на всходах и взрослых растениях. Загнивают корни, корневая шейка, семядоли. Проростки буреют, часто погибают до появления всходов на поверхности почвы. У более взрослых растений болезнь вызывает почернение и отмирание корневой системы или основания стебля. Растения отстают в росте и увядают, на пораженном стебле хорошо заметно розовое спороношение гриба. Источники инфекции — растительные остатки, зараженная почва и семена.

Фузариозное увядание развивается очагами с фазы розетки до цветения. Возбудитель проникает в сосудистые пучки, заполняет их, приводя к увяданию, а молодые растения — к карликовости и гибели. Во влажную погоду у корневой шейки

и основания стебля появляется белый или розовый налет — спороношение гриба. Основной источник инфекции — зараженная почва, где возбудитель способен сохраняться 5–7 лет.

Серая гниль в наибольшей степени развивается к концу вегетации растений, но нередко от болезни гибнут проростки и всходы. Поражаются стебли, листья, бобы и семена. Проявляется в виде бурых пятен типа мокрой гнили с серым налетом. Развитию болезни способствуют влажные погодные условия, загущенность и засоренность (плохая вентилируемость) посевов, расположение их на пониженных участках с тяжелыми почвами. Источники инфекции — семена, растительные остатки, склеротии гриба в почве и сорняки.

Бурая пятнистость листьев люпина (цератофороз) проявляется во всех фазах развития растений в виде округлых темно-коричневых со светло-зеленым окаймлением пятен на листьях, реже на стеблях. При сильном поражении растения преждевременно засыхают, бобы не завязываются. Основной источник инфекции — растительные остатки.

Мучнистая роса поражает все бобовые, при этом на каждой культуре паразитирует узкоспециализированная форма патогена. Проявляется в виде белого, позже серого налета с черными точками (плодовыми телами гриба) на листьях. В засушливые годы болезнь может приводить к опаданию листьев. Инфицированию способствует потеря тургора клетками растений. Основной источник инфекции — растительные остатки, многолетние бобовые растения.

Аскохитоз поражает горох, вику, кормовые бобы, проявляется на листьях, черешках, стеблях в виде светло-каштановых или коричневых пятен с темным или светлым центром и пикнидиальным спороношением на них. Пораженные листья опадают, стебли надламываются. Развитию болезни способствуют высокие температура и влажность воздуха. Источники инфекции — растительные остатки и семена.

Антракноз поражает люпин, вику и сераделлу. Проявляется во второй половине июня — начале июля на всех надземных органах в виде буроватых или красно-коричневых пятен. Пораженные ткани хрупкие, пятна на листьях выкрошиваются,

стебли надламываются. Развитию способствует прохладная сырая погода, подпокровный посев. Инфекция сохраняется с семенами (глубоко в тканях) и на растительных остатках. Зараженные семена обеззараживаются с трудом, протравливание не всегда эффективно.

Бактериоз поражает желтый и узколиственный люпины, горох, фасоль, бобы. На пораженных листьях образуются расплывчатые темные маслянистые пятна, нередко с каймой. На люпине поражает семена, семядольные листья, стебли и цветоносы. Источники инфекции — семена и растительные остатки.

Сорные растения

В посевах зернобобовых культур в нашей республике наиболее вредоносными являются мари белая, редька дикая, ромашка непахучая, просо куриное, щирица запрокинутая, осоты, пырей ползучий. Наиболее сильно сорными растениями угнетается люпин по причине его длительного пребывания в фазе розетки листьев. Так, при наличии в посевах 25 растений на 1 м² одной мари белой урожайность семян может снизиться на 35 %.

Довсходовое и послевсходовое боронования, междурядные обработки широкорядных посевов не обеспечивают необходимую чистоту от сорняков, что обязывает к сочетанию агротехнических мер борьбы с применением гербицидов.

4.3.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов

Участок для посева зернобобовых культур желательно выбирать умеренно увлажненный, хорошо вентилируемый воздушными потоками, чистый от сорной растительности. Застой грунтовых вод или вод атмосферных осадков стимулирует развитие корневых, белой и серой гнилей. Засоренность участков видами ромашки создает условия для поражения люпина стеблевой минирующей мухой, а молочаем — для поражения гороха ржавчиной.

Необходимо соблюдать пространственную изоляцию семенников (до 1 км) для профилактики вирусных заболеваний.

Размещать зернобобовые культуры предпочтительно на легкосуглинистых почвах с рН 6,0–6,5. Допустим посев на супесях или средних суглинках. Желательно подбирать высококультуренные участки с содержанием гумуса не ниже 1,6 %, а фосфора и калия — не ниже 120–150 мг/кг почвы. Отметим, что для видов люпина, в отличие от прочих зернобобовых, оптимальными являются более кислые почвы (рН_{ксл} 4,5–5,0), при этом для желтого люпина — с легким гранулометрическим составом. Недопустимо высевать люпин на свежепроизвесткованных участках.

Оптимальными предшественниками считаются озимые зерновые, идущие по пропашным, удобренным органикой, пропашные и яровые зерновые. Следует помнить, что у бобовых и свеклы имеется общий вредитель — свекловичная листовая, или бобовая, тля. Возвращать на прежнее место бобовые допустимо через 4–5 лет.

Сбалансированное минеральное питание и своевременное применение удобрений повышает продуктивность, стимулирует иммунитет растений, повышает их устойчивость к комплексу заболеваний и толерантность к вредителям и сорнякам. Зернобобовые культуры требовательны к фосфорно-калийному питанию и микроэлементам (молибден, бор). Дозы фосфора при среднем уровне обеспеченности им почвы должны составлять 40–70 кг/га, калия — 60–80 кг/га действующего вещества. Под люпин на почвах с рН выше 5,5 дозы калийных удобрений следует увеличивать в 1,3–1,5 раза.

Внесение азотных минеральных удобрений рекомендовано лишь в невысоких дозах (20–40 кг/га д.в.) при уровне планируемого урожая 25–35 ц/га зерна ранней весной, когда симбиотический аппарат слабо развит. Высокие дозы азотных удобрений снижают азотфиксацию, устойчивость растений к болезням (склеротиниоз, серая гниль), стимулируют рост и развитие сорной растительности.

Микроэлементы участвуют в ферментативных процессах усвоения симбиотически связанного азота атмосферы. В связи с этим рекомендуется либо обрабатывать семена микроудобрениями при протравливании из расчета по 500 г/т борной кислоты и молибденовокислого аммония, либо опрыскивать

растения на ранних стадиях развития (50–60 г/га д.в. бора и молибдена), что существенно повышает их устойчивость к болезням.

В борьбе с сорной растительностью большое значение имеет осенняя обработка почвы. Качественное и своевременное ее проведение создает условия для снижения вредоносности болезней и вредителей. В первую очередь, после уборки предшественника, если позволяют календарные сроки, желательно проводить обработку по типу полупара (лушение, глубокая вспашка, 1–3 культивации; все обработки проводятся с интервалом в 10–14 дней). При засоренности полей многолетними, трудноискоренимыми сорняками (пырей ползучий, виды осота, вьюнок полевой) до проведения любых механических обработок почвы следует провести обработку гербицидами сплошного действия и дожидаться полной их гибели (2–4 недели в зависимости от погодных условий).

Посев следует проводить в оптимально-ранние сроки (1–3 декада апреля), что снижает риск и степень поражения зернобобовых комплексом вредителей, болезнями. Оптимизация глубины заделки семян (для гороха — 4–8, люпина и вики — 1–1,5 см) способствует дружному появлению всходов, снижению засоренности посевов. Увеличение глубины заделки усиливает поражение растений корневыми гнилями, болезнями и вредителями всходов.

В борьбе с гороховой плодожоркой можно производить выпуск трихограммы из расчета 50 тыс. особей на гектар в период массового лёта и откладки яиц вредителем.

Сорта люпина узколистного Ашадны, Першацвет, Глатко устойчивы к фузариозу. Сорт гороха полевого Белоус устойчив к аскохитозу, средне поражается плодожоркой.

Боронование до всходов следует проводить не позже, чем семена наклюнутся (обычно 3–4 дня после сева). Сорняки должны находиться в фазе белых нитей. Более позднее боронование сильно травмирует проростки, особенно у люпина.

Боронование вегетирующих растений проводят в фазу 3–4 листьев. Этот прием улучшает воздушный режим почвы и снижает поражение растений корневыми гнилями.

Своевременная уборка снижает степень повреждения зернобобовых культур белой и серой гнилями, гороховыми плодояркой и зерновкой, препятствует инфицированию семян аскохитозом. Эти цели преследует и десикация посевов за 7–10 дней до уборки, эффективность которой возрастает во влажные, благоприятные для развития болезней годы.

Для борьбы с комплексом вредных организмов в послеуборочный период следует произвести уборку растительных остатков, зяблевую обработку почвы.

Соблюдение агроприемов возделывания зернобобовых в условиях современной плотности популяций вредных организмов и инфекционной нагрузки не обеспечивает гарантии сохранения выращенного урожая, что требует включения химических методов борьбы.

Следует помнить, что любое применение пестицидов должно быть регламентировано и производиться с учетом экономических порогов вредоносности и экологической обстановки местности.

Употреблять глифосатсодержащие препараты в осенний период рекомендуется при среднесуточной температуре не ниже 10 °С.

Протравливание семян зернобобовых необходимо производить заблаговременно (не позднее чем за 2 недели до посева, а лучше за месяц и более). Это связано с проникновением инфекционного начала отдельных патогенов (аскохитоз) глубоко в ткани семян, в результате чего протравливание непосредственно перед посевом не обеспечивает должного эффекта.

4.3.3. Система мероприятий по химической защите зернобобовых культур

При осенней подготовке почвы после уборки предшественников в фазе 3–5 листьев пырея ползучего, в фазе розетки осота и бодяка можно провести опрыскивание гербицидами раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (1,6–3,2 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (2,0–4,0 л/га) и другими аналогами.

Семенной материал необходимо протравливать против болезней (антракноз, аскохитоз, серая гниль, плесневение се-

мян, бурая пятнистость): винцит, КС (1,5–2,0 л/т); виннер, КС (2,0 л/т); иншур перформ, КС (0,5 л/т); кинто ДУО, ТК (2,0 л/т). Применение дивиденда можно сочетать с обработкой семян микроэлементами: борная кислота (300 г/т) + молибденовокислый аммоний (250 г/т).

Весной всходы зернобобовых, особенно видов люпина, развиваются медленно, что приводит к сильной засоренности посевов. После посева, до всходов, для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорняками можно обработать почву препаратами гезагард, КС (3,0–5,0 л/га); зенкор, ВДГ (0,3–0,5 кг/га); пивот, 10 % в.к. (0,5–0,8 л/га); прометрекс ФЛО, КС (3,0 л/га).

В фазе семядолей посевы повреждает ростковая муха. В борьбе с ней эффективны инсектициды БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,8 л/га); децис профи, ВДГ (0,02–0,03 кг/га).

У гороха в фазе первой пары настоящих листьев производят обработку против клубеньковых долгоносиков (при наличии в посевах 15 и более жуков на 1 м²) инсектицидами децис профи, ВДГ (0,02–0,03 кг/га); бульдок, КЭ (0,3 л/га).

Против однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к 2М-4Х, на горохе в фазе 2–3 листа можно производить химпрополку гербицидами базагран, 480 г/л в.р. (3,0 л/га); базагран М, 375 г/л в.р. (3,0 л/га).

На этой же культуре в фазе 1–3 листьев можно использовать против однолетних двудольных и злаковых, а также некоторых многолетних двудольных пульсар SL, ВР (0,75–1,0 л/га).

Однолетние и многолетние злаковые сорняки в фазе 3–4 листьев хорошо уничтожают фюзилад форте, КЭ (1,5–2,0 л/га); пантера, 4 % к.э. (1,0–1,5 л/га).

При первых признаках болезней (мучнистая роса, фомосис, антракноз, бурая пятнистость, серая гниль) в конце стеблевания – начале бутонизации посевы необходимо обрабатывать одним из фунгицидов: импакт, КС (0,5 л/га); прозаро, КЭ (0,8–1,0 л/га); страж, КС (0,5 л/га). На горохе применяют рекс ДУО, КС (0,6 л/га), титул ДУО, КЭ (0,32 л/га).

В начале появления первых колоний гороховой тли (фаза бутонизации – цветения) проводят краевые обработки посевов

одним из инсектицидов: децис профи, ВДГ (0,02 кг/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,8 л/га); моспилан, РП (0,2–0,25 кг/га). При пороговой численности вредителя (30–50 тлей на 10 взмахов сачком) проводят сплошные обработки этими же препаратами.

В начале цветения — завязывания бобов у растений люпина в борьбе со стеблевой минирующей мухой посевы при необходимости опрыскивают инсектицидами БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,8 л/га); децис профи, ВДГ (0,02 кг/га).

За 7–10 дней до уборки при побурении 80 % бобов для дружного созревания семян в сырые годы, сокращения периода вегетации следует провести десикацию препаратом реглон супер, ВР (2,0–3,0 л/га), а только на горохе (на зерно) при побурении 75–85 % бобов и влажности семян 20–25 % применяют для этих целей раундап, ВР (3,0–4,0 л/га); спрут, ВР (3,0–4,0 л/га); шквал, ВРК (3,0–4,0 л/га).

4.4. КОРМОВАЯ И САХАРНАЯ СВЕКЛА

4.4.1. Основные вредные объекты в посевах кормовой и сахарной свеклы

Вредители

Проволочники. Личинки разных видов жуков-щелкунов: черного, полосатого, посевного, темного, блестящего и другие повреждают всходы свеклы, выедавая прорастающие клубочки и перегрызая корешки молодых растений, а также продельвая ходы в корнеплодах, что в последующем сказывается на хранении свеклы.

Свекловичные блошки. Наибольший ущерб наносит обыкновенная свекловичная блошка. Период вредоносности длится от момента всходов свеклы до образования 2–3 пар настоящих листьев. Блошки выгрызают ткань листьев в виде округлых углублений, оставляя нетронутым эпидермис, который после подсыхания растрескивается. При этом задерживаются рост и развитие всходов и даже наблюдается гибель растений. ЭПВ — от 8 шт./м².

Матовый мертвoused. Повреждения наносят жуки и личинки, которые являются многоядными. Наибольший ущерб

вредитель наносит на крупнокомковатых, плохо разработанных почвах, заболоченных участках, загущенных и засоренных посевах.

Личинки дырчато выедают листья, жуки состригают точку роста и семядольные листочки, объедают их с краев. Наиболее чувствительна свекла к данному вредителю в фазе семядолей и первой пары листьев.

Зимуют жуки в верхнем слое почвы на засоренных участках, опушках лесов, под камнями, в пнях, во мху. ЭПВ — от 2 шт./м².

Свекловичная щитоноска наибольший ущерб наносит в фазе семядолей — 1–2 пары листьев. При этом снижается густота посевов и сахаристость корнеплодов. Щитоноска питается мякотью на семядолях и листьях, оставляя нетронутыми жилки, на которых образуются неправильной формы отверстия. Сильно поврежденные листья приобретают вид кружева. Наибольший вред щитоноски наносят тогда, когда выполотые сорняки не убираются с поля. С них личинки переходят на растения свеклы.

Зимуют жуки в растительных остатках, в подстилке лесополос, в садах, под кустарниками.

Свекловичная минирующая муха — наиболее вредоносное насекомое на посевах сахарной и кормовой свеклы в Беларуси. Встречается ежегодно, но наибольший ущерб наносит в годы с сухой и жаркой погодой. Вредят личинки, которые внедряются в лист и питаются паренхимой. При этом образуются широкие мины в виде пузыревидных полостей. В одном листе может находиться до пяти личинок и более. Поврежденный лист увядает, желтеет и засыхает. В условиях Беларуси вред наносит не только первая генерация мухи, вызывающая задержку роста свеклы, но и осеннее поколение, приводящее к значительному снижению содержания сахара в свекле.

Зимует pupарий в почве на глубине 3–10 см. ЭПВ — от 3–4 личинок на растение.

Свекловичная, или бобовая, тля, мигрируя на свеклу в конце мая — начале июня, дает за период вегетации 10–14 поколений. Вредитель сосредотачивается на молодых листьях свеклы с нижней стороны, высасывая из них соки. В резуль-

тате листья деформируются и, при сильном заселении тли, скручиваются. На семенниках, кроме листьев, тля заселяет верхушки стеблей. При значительных повреждениях урожай корней и сахаристость сильно снижаются, а качество семян ухудшается.

Листогрызущие совки (капустная, огородная, совка-гамма и др.) широко распространены в Беларуси. Гусеницы многоядны и повреждают, кроме свеклы, полевые и овощные культуры, а также многие сорняки. Гусеницы младших возрастов скелетируют листья, старших — прогрызают в пластинке листа сквозные отверстия или уничтожают его целиком, оставляя только толстые жилки. Гусеницы капустной совки старших возрастов нередко питаются головкой и шейкой корнеплодов (особенно в жаркое время года).

В отдельные годы значительные повреждения наносят гусеницы **подгрызающих совков** (озимой, восклицательной). Особенно сильно повреждается свекла поздних сроков сева, а также пересейная. Гусеницы перегрызают шейку корня у молодых растений на уровне поверхности почвы, в более крупных корнеплодах делают углубления.

Цикадки (полосатая, желтая, зеленая, шеститочечная и др.). Взрослые насекомые и личинки высасывают сок из листьев и клубочков, вследствие чего сильно снижается всхожесть семян. Очень много цикадок встречается на участках с обилием сорняков и на загущенных посевах, так как здесь для них складываются благоприятные кормовые и микроклиматические условия.

Зимуют яйца в листьях и стеблях всходов озимых, падалицы, многолетних кормовых и диких злаков.

Болезни

Корнеед всходов наиболее поражает свеклу в период прорастания семян до образования второй пары настоящих листьев, т. е. до линьки корня. Основные признаки болезни — побурение и загнивание корешка и корневой шейки всходов. В местах поражения ткань корневой шейки буреет, стебелек утончается, боковые корни не развиваются. Возбудители болезни сохраняются в почве, на растительных остатках и околоплодниках семян. Причиной болезни являются плохая

структура почвы, заплывание ее и образование корки, некачественная предпосевная обработка семян, избыток или недостаток влаги в почве.

Фузариозная гниль проявляется в начале лета. Пораженные листья увядают, а черешки у основания чернеют, корнеплоды отстают в росте, на них образуются обильные боковые корешки. На срезе корнеплода видны побуревшие и отмершие сосудисто-волокнистые пучки. Пораженные корнеплоды при хранении могут быть причиной возникновения кагатной гнили.

Церкоспороз. Наиболее характерные признаки болезни — округлые пятна с красноватой или темно-буровой каймой на взрослых, хорошо развитых листьях и черешках. На старых листьях кайма неясная, расплывчатая, светло-бурого цвета. Во влажную теплую погоду или после обильной росы на пятнах с нижней и верхней сторон листа образуется серовато-белый бархатистый налет.

В жаркую погоду больные листья быстро отмирают, заворачиваясь краями вниз к средней жилке и загибаясь вершиной вниз к основанию листа, образуя киль. Первыми погибают самые крупные листья, а затем листья следующих ярусов. Развитие болезни прекращается с наступлением похолодания. Ее появление в сентябре не опасно для посевов.

Заболевание сохраняется на пораженных растительных остатках и семенах.

Рамуляриоз. По своим симптомам заболевание напоминает церкоспороз, но при рамуляриозе пятна менее правильной формы, более светлые, без темно-бурой каймы, которая всегда присутствует при церкоспорозной пятнистости.

Источник инфекции — пораженные растительные остатки.

Обыкновенная парша поражает корнеплод. При этом на нем появляются неглубокие, поверхностные, темно-бурые, струпеэвидные корочки или трещины, которые быстро заживают и покрываются пробковой тканью. Болезнь сильно развивается на участках, где в избытке вносили солоmistый навоз.

Бурая гниль проявляется вначале на хвостовой части корнеплода или несколько выше. При сильном поражении по-

является бурый густой войлочный налет, который можно наблюдать даже на черешках листьев и поверхности почвы.

Кагатная гниль поражает корнеплоды во время зимнего хранения в кагатах (буртах). Процесс гниения начинается с осени. Болезнь сопровождается отмиранием и разложением корнеплода в результате действия около 100 видов грибов и бактерий. Развитию болезни способствуют повышенная или очень низкая температура, низкая влажность в кагатах.

Мучнистая роса. На пораженных листьях, стеблях, а затем и клубочках свеклы появляется белый паутинистый налет. Позже он уплотняется, а пораженные части растений становятся белесыми. Болезнь прогрессирует в сухую, жаркую погоду, когда свекла привядает и становится наиболее восприимчивой.

Источником инфекции являются растительные остатки на поверхности почвы, а также клубочки и головки маточной свеклы.

Вредоносность заболевания заключается в усилении транспирации растений, нарушении процесса синтеза сахаров, быстром старении листьев, резком падении урожая.

Ржавчина поражает свеклу на протяжении всего периода вегетации. Проявляется весной и летом на листьях, чаще с нижней стороны, реже на черешках в виде округлых пятен оранжевого цвета диаметром 2–7 см (уредостадия).

В форме телеитостадии патоген зимует вместе с растительными остатками.

Пероноспороз (ложная мучнистая роса) обнаруживается в первой-второй декаде мая или первой декаде июня (фаза смыкания ботвы). Поражает листья центральной розетки (реже черешки). Пораженные листья скручиваются краями вниз, становятся хрупкими с серовато-фиолетовым налетом, чаще всего с нижней стороны. Корнеплоды пораженных растений обладают меньшей устойчивостью к кагатной гнили.

Сорные растения

Начиная с 1992 года из-за нестабильных условий хозяйствования в посевах сельскохозяйственных культур отмечается уменьшение использования более дорогих гербицидов. Это обусловило распространение на посевах, в том числе

и свеклы, видов пикульника, горца, осота, ромашки, звездчатки, пырея ползучего, метлицы обыкновенной, проса куриного, видов мятлика, щетинника и др.

По рекомендациям РУП «Институт защиты растений» необходимо 65–70 % посевных площадей сахарной свеклы обрабатывать предпосевными и довсходовыми препаратами (дуал голд и др.), а затем по всходам применять препараты на основе фенмедифама и десмедифама (бетанальной группы). На 30–35 % посевных площадей рекомендуется применение только послевсходовых гербицидов (карибу, гербициды бетанальной группы и др.) методом дробного внесения.

Экономический порог сорняков в посевах сахарной свеклы составляет при этом 1–8 шт./м².

4.4.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов

Как и при защите от неинфекционных и инфекционных заболеваний других растений, для данной культуры важным является подбор оптимальных почв для размещения.

Для свеклы оптимальным является размещение на дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных почвах с рН не менее 5,0–5,8. Хорошие урожаи культуры можно получить на пойменных землях и освоенных торфяниках.

Сахарная свекла предпочитает суглинки с нейтральной или же слабокислой реакцией (рН 6,5–7,5), очень чувствительна к повышенной кислотности (рН < 6). На бедных песчаных почвах она развивается плохо, на тяжелых по гранулометрическому составу почвах корнеплоды ветвятся.

Большую роль для защиты растений играет севооборот. При монокультуре на полях преобладают узкоспециализированные вредные объекты. Лучшими предшественниками для свеклы являются озимые зерновые, яровые зерновые, зернобобовые, картофель.

Нельзя размещать свеклу после свеклы ранее чем через 3 года. При слабом поражении почв свекловичной нематодой интервал при размещении сахарной свеклы должен составлять 3–4 года, на умеренно пораженных почвах — не менее 5 лет.

При выборе участка под свеклу следует отметить видовой состав сорняков, так как пастушья сумка, ярутка полевая, горчица полевая, сурепка (в сильной степени), звездчатка средняя, щирица запрокинутая, горцы почечуйный и шероховатый, щавель кислый поражаются свекловичной нематодой.

Расчет оптимальных доз удобрений производят исходя из заданной урожайности, запаса питательных веществ в почве конкретного поля, потребности данной культуры и сорта.

При урожайности корнеплодов 300–400 ц/га и 150–200 ц/га листьев сахарная свекла поглощает из почвы 120–140 кг азота, 40–50 кг фосфора и 150–200 кг калия.

Кормовая свекла на одну тонну корнеплодов и соответствующее количество листьев выносит из почвы 2,5–3 кг азота, 0,9–1 кг оксида фосфора и 4,5–5 кг оксида калия. Кроме того, свекла страдает от недостатка в почве микроэлементов, особенно бора и марганца.

В зависимости от степени плодородия почвы в основную заправку рекомендуется применять 30–60 т/га навоза.

Районированные сорта самостоятельно создают определенную фитообстановку в агрофитоценозе, что вносит значительный вклад в дело защиты культуры от вредителей, болезней и сорняков. Реакция на поражаемость болезнями и вредителями у сортов различна.

По всей республике районирован сорт сахарной свеклы Белорусская односемянная 69. В Брестской, Гродненской, Гомельской, Минской и Могилевской областях районированы сорта Кораб, Нясвіжскі 2, Спартак, Марс, Империял, Ярыса, Ардан, Модус, Ангус, Эксперт, Гримм, Седора, Урал, Рекс, Новелла, Скорпион, Сигон и др.

Из сортов кормовой свеклы по всей республике районированы Маршал, Кюрос, Рекорд Поли, Центаур Поли, Вебра, Барбара, Даринка, Троя, Титан, Кракус, Вермон, Купава и др.

Относительно устойчивы к цветущности Кюрос, Центаур Поли, Вебра, Даринка, Троя, Титан.

Сразу же после уборки свеклы необходимо собрать ботву и произвести перепашку поля.

4.4.3. Система мероприятий по химической защите свеклы

Для уничтожения бодяка полевого, осота желтого, пырея ползучего поля нужно обрабатывать глифосатсодержащими гербицидами раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (4,0–6,0 л/га); доминатор, 360 ВР (4,0–6,0 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га) и другими аналогами. При этом у сорняков должно быть 2–3 листа. Зяблевую вспашку следует проводить только через 15 дней после обработки.

Уничтожению сорных растений, проволочников, хрушей после уборки стерневых предшественников способствует улучшение на глубину 6–8 см дисковыми орудиями (на 8–10 и 10–12 см – корпусными орудиями или плоскорезами). Через 15 дней после этого необходимо провести зяблевую вспашку.

Осенью и весной на бедных бором почвах совместно с основным удобрением необходимо внести 1,8–2 кг/га бора (д.в.). Это способствует меньшему поражению растений болезнями и устойчивости к повреждению вредителями.

За месяц или 10 дней до посева семена, не обработанные заводским способом, необходимо протравить с инкрустацией. Против комплекса болезней (в том числе корнееда) и некоторых почвообитающих вредителей эффективны фунгициды тачигарен, 70 % с.п. (6 кг/т); ТМТД, ВСК (10 л/т); инсектициды командор, ВРК (7 л/т); монтур форте, КС (0,1 л/пос. ед.).

Весной необходимо провести закрытие весенней влаги боронованием в два следа при первой возможности или культивацией с боронованием. Эти мероприятия эффективно уничтожают сорную растительность. Для борьбы с ней в весенний период можно использовать ряд почвенных и послевсходовых гербицидов.

До посева или до всходов против однолетних двудольных сорняков почву можно обработать гербицидами пирамин турбо, КС (2,0–2,5 л/га); пилот, ВСК (5,0–6,0 л/га); ютикс, СК (5,0–6,0 л/га); голтикс, КС (5,0–6,0 л/га).

До всходов культуры против однолетних двудольных и злаковых сорняков почву обрабатывают препаратом дуал голд, КЭ (1,6 л/га).

Посев нужно производить только районированными сортами при температуре 5–6 °С на глубине 8–10 см. Глубина высева 2–3 см. Это предохранит посевы от массового повреждения корнеедом и повреждения вредителями.

Боронование за 3–5 дней до всходов на уплотненных почвах эффективно для уничтожения сорняков и создания оптимального водно-воздушного режима, снижения повреждаемости корнеедом.

При достижении ЭПВ свекловичными блошками, матовым мертвоедом в фазе всходы – 2 настоящих листа посевы свеклы рекомендовано опрыскивать инсектицидами фастак, КЭ (0,1 л/га); каратэ зеон, МКС (0,15 л/га); БИ-58 новый, 40 % к.э. (1,0 л/га); арриво, КЭ (0,4 л/га).

Однолетние двудольные сорняки в фазе семядолей хорошо уничтожают гербициды бетанал 22, КЭ (1,0 л/га); бетанал прогресс ОФ, КЭ (1,0 л/га); бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,0 л/га); бицепс, КЭ (1,5 л/га). Опрыскивание посевов препаратами можно проводить в 2–3 срока с дозировкой, указанной выше: первая обработка в фазе семядолей сорняков, вторая и третья – по мере появления новых с интервалом 7–10 дней. Возможно внесение полной нормы однократно.

При наличии в посевах осота, ромашки, горцев выше-названные гербициды можно совмещать с лонтрелом-300, ВР (0,2–0,5 л/га) или его аналогами.

В борьбе с однолетними и многолетними однодольными сорняками рекомендованы противозлаковые гербициды тарга супер, 5 % к.э. (2,0 л/га); фюзилад форте, КЭ (2,0 л/га); араммо 45, к.э. (1,5–2,0 л/га); леопард, КЭ (1,0–2,0 л/га); пантера, 4 % к.э. (0,75–1,0 л/га). При этом в период обработки посевов пырей должен иметь 10–15 см роста, а просо куриное – 2–6 листьев.

Некорневая подкормка посевов борной кислотой, 17 % с.п. (2,0–2,5 кг/га) эффективна при защите от гнили сердечка и сухой гнили корнеплодов свеклы. Первую обработку нужно провести при смыкании рядков, вторую – спустя месяц после первой.

В период вегетации возможно повреждение посевов свеклы вредителями (свекловичная муха, свекловичная тля,

совки, луговой мотылек). При достижении этими вредителями ЭПВ необходимо применение инсектицидов. Против свекловичной мухи, свекловичной тли эффективны фастак, КЭ (0,1 л/га); фуфанон, КЭ (1,0–1,2 л/га); совок – децис профи, ВДГ (0,03–0,05 кг/га); шарпей, МЭ (0,4 л/га); лугового мотылька – децис профи, ВДГ (0,03–0,05 кг/га). Препараты можно совмещать с калийной солью, аммиачной селитрой или мочевиной (5–10 кг/га). При этом используют минимальные дозы инсектицидов.

Из болезней, которые в основном развиваются во второй половине вегетации, наиболее распространены церкоспороз, фомоз, мучнистая роса, пероноспороз, ржавчина. При появлении первых признаков этих заболеваний посевам рекомендуется обрабатывать фунгицидами рекс ДУО, КС (0,6 л/га); альто супер, КЭ (0,5–0,75 л/га); гризол экстра, КЭ (0,8–1,0 л/га); эхион, КЭ (0,75–1,0 л/га).

В период уборки для уменьшения пораженности кагатными гнилями необходима максимальная ее механизация, защита корнеплодов от подвяливания и подмораживания, проведение уборки в течение 20 дней. Хранить корнеплоды необходимо в кагатах при температуре 1–3 °С с ежемесячным контролем за их состоянием.

4.5. КАРТОФЕЛЬ

4.5.1. Основные вредные объекты в посевах картофеля

Вредители

Колорадский жук распространен в нашей стране повсеместно. Зимуют жуки в почве в основном на глубине 20–30 см. За период зимовки физиологически неподготовленные, с незначительными жировыми запасами особи погибают. Кроме того, сильные морозы в зимний период также приводят к значительной гибели жуков.

Их выход из мест зимовки начинается, когда почва на глубине нахождения вредителей прогреется до 14–15 °С, и продолжается до двух месяцев. Молодые жуки концентрируются в основном на ранних всходах картофеля и других пасленовых. Жуки и личинки грубо объедают листья.

Плодовитость вредителя высокая, в среднем 500–600 яиц. Отродившиеся личинки в течение первых 2–3 дней находят-ся, как правило, на нижней стороне куста, в дальнейшем заселяют верхний ярус листьев. Личинки имеют 4 возраста. Наиболее прожорливы личинки 3–4-го возрастов.

В Беларуси колорадский жук обычно имеет одно поколение, но в южной части в жаркие и сухие годы может развиваться и второе. Обитает он на посадках картофеля практически весь вегетационный период, причем на растениях встречаются все стадии развития вредителя: перезимовавшие жуки, яйцекладки, личинки всех возрастов и молодые жуки различных периодов выхода из почвы.

Проволочники — личинки разных видов жуков-щелкунов: черного, полосатого, посевного, темного, блестящего и др. Повреждают корни и столоны, а также клубни картофеля, проделывая в них ходы. Наибольший вред наносят в период недостатка в почве влаги, на кислых почвах.

Поврежденные проволочниками клубни поражаются мокрой и сухой гнилями.

Хрущи. Основной вред клубням наносят личинки западного и восточного майского хруща.

Развиваются они в почве в течение 3–5 лет, объедая корни и подземные части многих сельскохозяйственных культур. В клубнях картофеля личинки хрущей выедают ткань, в результате образуются округлые или продолговатые полости с неровными краями, что снижает товарные и пищевые качества картофеля, создает условия для проникновения в клубень различных микроорганизмов.

Озимая совка. Гусеницы подгрызают стебли картофеля на уровне почвы, выгрызают полости в клубнях. Поврежденные клубни загнивают.

Тли. Заселение картофеля тлями происходит во время весенне-летнего лета, интенсивность которого определяется погодными условиями вегетационного периода. Вредоносность тлей заключается не только в том, что они ослабляют картофель, питаясь соком, но и тем, что являются переносчиками вирусов Y, M, L, A. С возрастом восприимчивость растений к вирусной инфекции уменьшается, поэтому, чем

раньше начинается массовый лёт тлей, тем интенсивнее распространение передаваемых ими вирусов.

В Беларуси встречается свыше 40 видов тлей, из которых 25 — наиболее часто. Распространителями вирусной инфекции являются не только колонизирующие картофель тли (персиковая, крушинниковая, крушинная, обыкновенная картофельная, большая картофельная), но и неспецифические, случайно встречаемые на культуре (бобовая, капустная, гороховая, черемуховая, хмелевая, яблонно-злаковая и др.).

У всех видов тлей, питающихся на картофеле, циклы развития состоят из нескольких бескрылых и крылатых генераций.

Обитают тли главным образом на нижней стороне листьев, преимущественно среднего и нижнего ярусов.

Золотистая картофельная нематода. В Республике Беларусь наибольшее распространение получила нематода обычного патотипа P_1 . Это черви микроскопического размера, длиной около 1 мм, которые сохраняются в почве в цистах с плотной оболочкой коричневого цвета. Внутри они заполнены яйцами с личинками, количество которых достигает 200—900 шт. Жизнеспособность личинок в цисте может сохраняться свыше 10 лет. Вредитель поражает картофель и томаты. Весной при благоприятных температуре, влажности почвы из яиц вылупливаются личинки, которые внедряются в корни, где питаются и проходят стадии развития, превращаясь во взрослых самок и самцов.

Растения картофеля, сильно зараженные картофельной нематодой, слабо развиваются, отстают в росте, имеют угнетенный вид, обычно у них 1—3 чахлых стебля и мелкие листья. Больные растения образуют мало клубней, они обычно мелкие, а иногда и вовсе отсутствуют. В июле—августе на корнях растений обнаруживаются желтые или светло-коричневые самки картофельной нематоды. К осени они превращаются в цисты и отпадают от корней в почву. При большой степени заражения урожайность картофеля снижается на 60—80 %.

Стеблевая нематода поражает клубни картофеля. Это круглые паразитические черви, имеющие нитевидное тело с более узким передним и задним концами. Средняя длина

взрослых особей 1,2–1,3 мм, ширина – 0,3–0,4 мм. Личинки похожи на взрослых особей, но меньше по размеру.

Во время вегетации пораженные стеблевой нематодой растения не отличаются от здоровых. Первые признаки поражения проявляются на клубнях и могут быть обнаружены в период уборки. Слабое заражение можно наблюдать, лишь сняв с клубней кожицу. В местах проникновения паразита образуются белые пятна рыхлой ткани, в которой под микроскопом можно увидеть нематод и их яйца. При более сильном заражении на поверхности клубней развиваются свинцово-серые пятна, которые постепенно приобретают темно-коричневую окраску с характерным металлическим блеском. В отдельных местах кожа отстает и при надавливании легко проваливается, на ней появляются трещины, в которых видна светло-коричневая больная ткань. Клубни, пораженные нематодой, при хранении загнивают.

Наиболее подвержены поражению стеблевой нематодой сорта Белорусский ранний, Адretta, Комсомолец.

Болезни

Фитофтороз – заболевание, которое наиболее опасно для картофеля в Республике Беларусь. Фитофтороз проявляется в период вегетации (преждевременное отмирание ботвы) и при хранении (гнили клубней).

Первые признаки заболевания могут проявляться одновременно на растениях сортов картофеля всех групп спелости с момента смыкания ботвы в рядках (высота 15–20 см). На листьях образуются бурые расплывчатые, постепенно разрастающиеся пятна. Во влажную погоду или при росе по краям пятен, преимущественно на нижней стороне листьев, формируется серовато-белый налет спороношения гриба. На стеблях, цветоносах, черешках появляются бурые продолговатые пятна. Впоследствии все ткани этих органов буреют и засыхают. Клубни заражаются спорами, попавшими в почву, или при соприкосновении с пораженной ботвой, плохо хранятся и загнивают. В наибольшей степени подвержены заболеванию клубни с неокрепшей кожурой и механическими повреждениями.

В годы с сухим и теплым летом вначале болезнь поражает листья нижнего и среднего ярусов. При повышенной влажности (частые дожди, обильные ночные росы) и оптимальной для гриба температуре (14–18 °С) поражаются, в первую очередь, верхние листья, верхушки стеблей и цветоножки.

Альтернариоз (ранняя сухая пятнистость). Болезнь появляется на 1–2 недели раньше фитофтороза, а максимального развития достигает к концу августа. Оптимальные условия для ее проявления складываются при средней температуре в июле–августе выше 17 °С, относительной влажности воздуха 80 %, а также при выпадении кратковременных дождей или обильных ночных рос и выращивании восприимчивых сортов. Способствует развитию альтернариоза выращивание картофеля на легких по механическому составу почвах.

Возбудитель болезни поражает листья, стебли, черешки и реже клубни. При этом на листьях появляются угловато-округлые, темно-коричневые пятна с хорошо видимыми концентрическими кругами. Пораженная ткань сухая, часто выкрошивается. На черешках и стеблях образуются пятна в виде штрихов, вытянутых в длину до 4 см, или язв. На клубнях альтернариоз становится заметным через 2–3 недели после уборки, чаще всего на поверхности механических повреждений. Пораженные места твердые (глубина их 2–3 мм), темно-серые. Во влажных условиях на пораженных тканях формируется налет гриба из мицелия и крупных (до 260 мкм) одиночных темно-оливковых конидий.

Источником инфекции являются растительные остатки, зимующие в поле, больные клубни, а также почва, где возбудитель болезни длительно сохраняется.

Рак картофеля – это карантинное заболевание, являющееся одним из наиболее вредоносных в Беларуси. Распространено в основном на приусадебных участках при бессменной культуре неустойчивых сортов. Болезнь проявляется в виде наростов, возникающих на всех органах растения, за исключением корней, поэтому даже при сильном поражении столонов и клубней подземная часть куста имеет нормальный вид. Сначала они мелкие, с булавочную головку, а затем разрастаются и часто превышают размер клубня. Сливаясь, образуют

сплошную бугорчатую массу, напоминающую по виду соцветие цветной капусты. При поражении глазков на клубнях могут появиться простые или разветвленные листовидные наросты. На подземных частях растений молодые наросты имеют белую окраску, по мере старения делаются коричневыми, затем чернеют и загнивают. Пораженные клубни превращаются в бурую слизистую массу с неприятным запахом. На надземных частях растений, в пазухах листьев, на стеблях наросты зеленые. Листовые пластинки утолщаются и деформируются, а конечная доля листа превращается в сплошной нарост. Гипертрофируются соцветия, иногда — только тычинки.

Источниками инфекции являются больные клубни, почва, а также навоз в связи с тем, что возбудитель не теряет жизнеспособности после прохождения через пищеварительный тракт животных.

Парша обыкновенная. Вредоносность заболевания заключается в снижении всхожести картофеля, задержке роста и развития растений, снижении урожая и ухудшении качества продукции.

Данное заболевание на клубнях способствует поражению их фитофторозом и ризоктонией («белой ножкой»). Образование язв на месте глазков ухудшает семенные качества клубней.

Развитию обыкновенной парши способствуют сухая жаркая погода, внесение под картофель свежего навоза, больших доз извести в севообороте, несоблюдение севооборота, выращивание картофеля после поражаемых паршой предшественников (свекла).

Парша порошистая поражает все подземные органы картофеля: столоны, клубни, особенно корни. На них появляются округлые наросты, достигающие размера небольшого грецкого ореха, или небольшие желвачки, бородавки, язвочки. Вначале они светлоокрашенные, затем темнеют. На клубнях образуются округлые закрытые пустулы или бородавки диаметром до 0,5 см. Кожица на пустулах звездообразно растрескивается, под ней обнаруживается порошистая масса, состоящая из клубочков спор возбудителя. Споры могут сохранять жизнеспособность в почве до пяти лет. Порошистая парша наиболее часто встречается во влажные годы на тяжелых почвах; в сухие годы проявляется слабо.

Парша черная (ризоктониоз) наиболее сильно проявляется на тяжелых, глинистых и плохо аэрируемых почвах. Наиболее сильно картофель поражается при прохладной погоде (развитие гриба начинается при температуре 3–4 °С).

Основным источником инфекции являются зараженные клубни. За вегетационный период возбудитель вызывает на картофеле несколько типов поражения. Ризоктония поражает ростки картофеля, вызывая их загнивание и отмирание, что приводит к замедленному и неравномерному появлению всходов и изреживанию посадок картофеля. На ростках и корнях образуются хорошо заметные вдавленные бурые штрихи, пятна и язвы. У выживших всходов в дальнейшем загнивает основание стебля. При этом отток органических веществ из листьев в клубни затрудняется. У поверхности почвы образуются мелкие и уродливые клубни, а в пазухах листьев — клубнепобеги. Верхушечные листья скручиваются в виде лодочки вокруг центральной жилки, и растения становятся похожими на пораженные вирусами. Летом во влажную погоду на стеблях над поверхностью почвы появляется грязно-белый войлочный налет («белая ножка»). Ткань под этим налетом остается здоровой. На клубнях образуются легко соскабливающиеся черного цвета бородавочки, похожие на комочки приставшей почвы. Иногда на верхушках клубней около глазков образуются мокнувшие вдавленные пятна диаметром до 1–3 см. Эти пятна вместе с глазками проваливаются. Такие клубни совершенно непригодны для хранения и посадки. Заражение усиливается при запоздалой уборке, поскольку после отмирания ботвы образуется масса склеротиев.

Поражению картофеля черной паршой способствуют излишне ранние сроки посадки, недостаток калия в почве, глубокая посадка клубней, сокращение количества механических обработок междурядий и уплотнение поверхностного слоя почвы, высадка зараженных клубней, размещение картофеля после поражаемых ризоктонией культур — томата, свеклы, моркови, люцерны, люпина.

Парша бугорчатая (ооспороз). При заболевании на поверхности клубня образуются темные закрытые пустулы. В период уборки они могут быть незаметны и проявляются при

хранении, особенно весной. Пустулы округлые, цвета кожуры клубня, ограничены вдавленным пробковым слоем. Иногда может развиваться ямчатая форма заболевания, при которой на клубнях образуются округлые углубления диаметром 4–10 мм. Болезнь развивается наиболее быстро при температуре 4 °С и относительной влажности воздуха около 100 %. Развитию данного вида парши способствуют несоблюдение севооборота, поздняя уборка во влажную и холодную погоду, наличие трещин на клубнях в период хранения картофеля. Ооспороз особенно опасен для семенного картофеля, так как вызывает почернение глазков и отмирание почек, в результате чего они не прорастают.

Парша серебристая проявляется на клубнях в виде серебристо-серых пятен, усыпанных мелкими черными склероциями гриба. Наиболее заметны они весной в условиях высокой влажности и температуры воздуха во время хранения.

Семенные качества пораженных серебристой паршой клубней ухудшаются, у них понижается всхожесть, образуются слабые нитевидные ростки. Источником инфекции являются семенные клубни и почва.

Фомоз (пуговичная гниль, гангрена) поражает клубни и стебли, снижает семенные качества клубней, ведет к потерям урожая в период хранения. На стеблях у основания черешка фомозные пятна вначале светло-коричневые, затем бесцветные. К концу вегетации достигают 8–12 см и на них появляются пикниды в виде мелких черных точек. На клубнях в период хранения развиваются две формы фомозной гнили: язвенная (глубинная) и некрозная. Первая проявляется в виде вдавленных округлых пятен диаметром до 4–5 см (они напоминают след от пуговицы). Края их резко отграничены от здоровой ткани, а кожица на поверхности туго натянута. Она растрескивается при повышенной влажности. Пораженная ткань светло-бурого цвета с серым оттенком, легко отделяется от здоровой. Развитию фомозной гнили при хранении клубней способствуют высокая относительная влажность воздуха (более 80 %) и температура 8–14 °С, а также наличие на клубнях механических повреждений. Источниками инфекции

являются больные посадочные клубни и растительные остатки в почве.

Резиновая гниль распространена по всей территории Беларуси. Благоприятными для возбудителя условиями являются повышенная влажность и относительно высокая температура почвы в конце вегетации и в период хранения.

Возбудитель болезни проникает в клубни через механические повреждения, глазки, раскрытые чечевички, инфекционные некрозы. При этом на поверхности клубня образуются коричневые пятна. Ткани под пятном постепенно размягчаются, но сохраняют определенную эластичность. При разрезании клубня через пятно мякоть под ним розовеет, а со временем темнеет, приобретая окраску от серой до черной. Эта мякоть четко отграничена от здоровой. Иногда хорошо видна черная кайма. При повышенной температуре и влажности воздуха на поверхности пораженных тканей через 48 часов формируется налет мицелия гриба в виде мелких подушечек диаметром до 2–4 мм.

Заражению клубней в полевых условиях способствуют теплая дождливая погода, высокие дозы азотных удобрений, переуплотнение и ухудшение аэрации почвы вследствие применения гербицидов и уменьшения количества междурядных обработок. Повышенная влажность и относительно высокая температура в период хранения картофеля приводит к перезаражению клубней.

Источником инфекции являются высаженные в почву клубни с признаками резиновой гнили. Наличие в посадочном материале пораженных клубней приводит к значительным выпадам всходов, уменьшению высоты, количества стеблей и продуктивности растений.

Черная ножка распространена в Беларуси повсеместно и поражает стебли, клубни, корни картофеля. На стеблях наблюдается в течение всего периода вегетации, появляясь вскоре после всходов и достигая максимума во время цветения. Выпадение растений от черной ножки составляет 3–15 %, а в отдельные годы — значительно больше. Пораженные стебли у основания загнивают и легко выдергиваются из почвы, листья желтеют и свертываются лодочкой. При раннем раз-

витии черной ножки клубни не образуются, а при более позднем хотя и формируются, но многие из них поражаются в скрытой форме. Внешне они не отличаются от здоровых, но при хранении способствуют распространению мокрой гнили. Черная ножка развивается при высокой влажности воздуха, наличии в семенном материале пораженных клубней, резке их, посадке восприимчивых сортов, механическом повреждении клубней.

Основным источником болезни являются больные клубни. Из них инфекция попадает в стебли, столоны и молодые клубни. Она часто сохраняется в скрытом состоянии. Ее можно обнаружить, если свежесобранные клубни выдержать две недели в условиях повышенных влажности и температуры, а также серологическим и другими методами.

Кольцевая гниль вызывает увядание растений, кольцевую и ямчатую гнили клубней. В пораженном сосудистом кольце находятся бактерии, которые выступают из него при надавливании в виде слизистой желтоватой массы. Сильное заражение клубней приводит к полному разрушению сосудистой системы. Поражение может охватывать и прилегающие к сосудистому кольцу паренхимные ткани, а в случае проникновения сапротрофных бактерий окраска их приобретает темный цвет. Во время уборки картофеля при соприкосновении здоровых клубней с пораженными, ботвой, загрязненной тарой может произойти поверхностное поражение клубней, называемое ямчатой гнилью.

Основными источниками инфекции являются клубни с признаками кольцевой и ямчатой гнили, из которых бактерии через столоны проникают в сосудистое кольцо клубней нового урожая. Кроме того, заражение может происходить во время уборки при контакте с больными ботвой и клубнями. Поражению картофеля кольцевой гнилью способствуют повреждение кожуры, влажная погода во время уборки, наличие болезни в посадочном материале.

Клубневые гнили при хранении картофеля делятся на мокрые бактериальные и сухие грибные. К мокрым мягким гнилям относятся черная ножка, кольцевая гниль. При этих болезнях мякоть клубня распадается на отдельные клетки,

а позднее превращается в слизистую гниющую массу, которая при заселении сапротрофными бактериями приобретает резкий и неприятный запах. В таких случаях партии клубней могут быстро погибнуть, а потери картофеля доходят до 30–50 %. Заболевания клубней могут также вызвать сапротрофные и полусапротрофные бактерии, приводящие к возникновению твердой черной гнили без слизи и запаха.

К сухим гнилям относится фузариоз. Поражение клубней может быть в пределах от 4 до 50 %. На них появляются бурые пятна, под которыми мякоть становится рыхлой и сухой, а позднее в ней образуются полости, заполненные белым, желтым и оранжевым мицелием гриба. На поверхности образуются подушечки со спороношением. В сухих условиях полностью сморщиваются и высыхают.

Возбудители сухой фузариозной гнили проникают внутрь через повреждения кожуры во время уборки урожая. Болезнь сильно развивается на клубнях, пораженных возбудителями фитофтороза, парши и других заболеваний.

В условиях хранения картофеля заболевания часто сопутствуют друг другу. В этих случаях развиваются **смешанные гнили**. Так, внутри клубней, имеющих внешние признаки поражения фомозной гнилью, может развиваться мицелий фузариума (фузариозно-фомозная гниль). Этим же грибом могут заселяться клубни, пораженные черной ножкой и кольцевой гнилью (фузариозно-бактериальные гнили). Преобладание одного заболевания над другим определяется условиями хранения картофеля. Наиболее вредоносной формой клубневых гнилей является смешанная фузариозно-бактериальная, на долю которой приходится в среднем 65 % клубней из числа больных.

Сорные растения

В посевах картофеля в Республике Беларусь встречаются более 50 видов сорных растений, среди них доминируют как однолетние (марь белая, редька дикая, галинзога мелкоцветковая, виды горца, пикульника, ромашки, звездчатки, мятлика, шетинники, просо куриное и др.), так и многолетние сорняки (виды осота, полыни, одуванчика, пырей ползучий, чистец болотный, мята полевая и др.), являющиеся из-за низкой конку-

рентоспособности культуры в период от посадки до смыкания ботвы одним из наиболее серьезных факторов, препятствующих получению высоких и стабильных урожаев картофеля.

Средняя засоренность посадок картофеля составляет 85–124 сорняка/м². Известно, что при наличии 5 сорняков на 1 м² урожай клубней картофеля снижается на 2,4 %, 25 — на 10,9 %, 50 — на 19,4 %, 100 — на 31,5 % и при 200 сорняках на 1 м² — на 43 %.

4.5.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов

Картофель рекомендуется размещать на рыхлых почвах, что необходимо для хорошего развития столонов и молодых клубней. Для него подходят хорошо удобренные супесчаные и дерново-подзолистые суглинистые почвы.

Для семенных посевов можно использовать окультуренные торфяники.

Оптимальной кислотностью для картофеля является рН 5–6. На сильноокислых и щелочных почвах рост культуры ухудшается.

По данным опытов многих ученых, в среднем картофель выносит из почвы на каждые 100 ц клубней и соответствующего количества ботвы 50 кг азота, 90 кг оксида фосфора, 90 кг оксида калия, около 40 кг оксида кальция и 20 кг оксида магния. Недостаток в почве калия способствует развитию ризоктониоза.

При расчете доз удобрений на заданный урожай следует помнить, что под картофель применяют до 50–60 т/га навоза, а на слабоокультуренных почвах — до 80 т/га. Но при применении свежего (неперепревшего) навоза на посадках сразу же появляется парша обыкновенная.

Размещение картофеля на одном и том же поле рекомендуется проводить не ранее чем через 4–5 лет. Лучшими предшественниками для него являются яровые и озимые зерновые (если под них вносили органику), горох, вика, чечевица, бобы, люпин.

Хорошие предшественники — яровые зерновые, однолетние бобово-злаковые смеси, лен, многолетние травы (по пласту и обороту пласта), рапс.

При размещении картофеля после свеклы следует помнить, что у обеих культур имеется одинаковое заболевание — парша обыкновенная.

Кроме того, размещение картофеля после томатов, свеклы, моркови, люцерны, люпина может способствовать развитию ризоктониоза (черной парши).

На развитие парши обыкновенной может повлиять также внесение высоких доз извести.

Из сортов отечественной селекции наиболее устойчивыми к фитофторозу являются Сузорье (8 баллов по 10-балльной шкале), Альпинист (7), Ветразь (7), Выток (7), Здабытак (7), Синтез (7).

Против черной парши наиболее устойчивы (8 баллов) сорта Архидея, Атлант, Ветразь, Выток, Журавинка, Каприз, Лазурит, Росинка, Синтез, Талисман.

Сорта картофеля с разной степенью устойчивости к болезням и вредителям следует размещать на отдельных полях и соблюдать межсортовую изоляцию.

Семенные участки должны быть удалены от производственных посевов на расстояние не менее 500 м.

Важным мероприятием, способствующим увеличению урожайности и позволяющим отбраковать пораженные болезнями клубни, является переборка картофеля с последующим солнечным обогревом в течение 10–15 дней и проращиванием при температуре 12–15 °С.

4.5.3. Система мероприятий по химической защите картофеля

После уборки предшественника почвообитающие вредители, сорняки уничтожаются при лущении стерни и глубокой зяблевой вспашке.

Применение гербицидов сплошного действия: раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (4,0–6,0 л/га); доминатор, 360 ВР (4,0–6,0 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га) и других аналогов эффективно против многолетних сорняков (пырей ползучий, бодяк полевой, осот розовый). Зяблевая вспашка производится через 2 недели после применения гербицида.

Большие дозы известковых материалов в севообороте способствуют развитию парши обыкновенной. Поэтому во время

посадки картофеля на кислых почвах необходимо вносить известь небольшими порциями (не более 0,5 дозы гидролитической кислотности).

Весной при подготовке посадочного материала необходим ряд мероприятий, эффективных в борьбе с мокрыми и сухими гнилями, стеблевой нематодой, паршой, фитофторозом, ризоктониозом. Необходимы тщательная переборка посадочного материала, проращивание клубней ранних сортов (25–30 дней) с одновременной обработкой микроэлементами (борная кислота (50 г/10 л воды); марганцовокислый калий (10 г/10 л воды); медный купорос (20 г/10 л воды)) и обогрев по возможности всех остальных сортов.

Против фитофтороза, парши обыкновенной, ризоктониоза, гнилей весной перебранные клубни рекомендуется протравить одним из препаратов фунгицидного действия: ТМТД, ВСК (4,0–5,0 кг/т); максим, КС (0,2 л/т); протект, КС (0,1 л/т). В борьбе с тлей, колорадским жуком, проволочником и ризоктониозом эффективна обработка клубней препаратами престиж, КС (1,0 л/т), пикус, КС (0,15–0,3 л/т), койот, КС (0,15–0,25 л/т) и другими препаратами, содержащими имидаклоприд и рекомендованными на картофеле.

До основной посадки картофеля целесообразно высадить приманочные посевы (из расчета 0,15 га на каждые 100 га основных посевов), которые после появления на них колорадского жука обработать инсектицидами актара, ВДГ (0,06–0,08 кг/га); децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); золон, КЭ (1,5–2,0 л/га); суми-альфа, КЭ (0,15–0,25 л/га); фастак, КЭ (0,05–0,1 л/га); фьюри, ВЭ (0,07 л/га); бульдок, КЭ (0,15 л/га); моспилан, РП (0,06 кг/га).

В весенний период гербициды, в зависимости от засоренности и их особенностей, можно вносить сразу после посадки или за несколько дней до всходов (по вегетирующим сорнякам). Против однолетних двудольных и злаковых сорняков рекомендован ряд препаратов. Рейсер, КЭ (2,0–3,0 л/га) следует вносить не позднее двух-трех дней после посадки. Он подавляет развитие видов мари, ромашки, щетинника, проса куриного, ярутки, пастушьей сумки.

Опрыскивание почвы через 3–5 дней после посадки или за 2–3 дня до всходов картофеля проводят гербицидами гезагард, КС (3,0–4,0 л/га); прометрекс ФЛО, КС (3,0–4,0 л/га); стомп, 33 % к.э. (5 л/га); зенкор, ВДГ (0,75–1,0 кг/га); зонтран, ККР (1,1–1,4 л/га).

Однолетние двудольные сорняки до всходов можно обрабатывать гербицидами дикопур М, в.р. (0,75–1,5 л/га); агритокс, в.к. (0,9–1,7 л/га); гербитокс, ВРК (0,9–1,7 л/га).

Из агротехнических мероприятий до всходов культуры однолетние злаковые и двудольные сорняки уничтожает «слепое окучивание» или рыхление с одновременным боронованием. Через 8–10 дней действие необходимо повторить. При появлении всходов картофеля сорняки, а также возбудителей болезней уничтожают при окучивании с боронованием.

При наличии в полях однолетних двудольных и злаковых сорняков возможно опрыскивание картофеля при высоте ботвы 5 см гербицидами зенкор, ВДГ (0,75 кг/га); зенкор ультра, КС (0,85 л/га); зонтран, ККР (1,4 л/га); лазурит, СП (0,75 кг/га).

При высоте картофеля 10–15 см возможна обработка посевов против однолетних двудольных агритоксом, в.к. (1,4 л/га).

Пырей ползучий, просо куриное и некоторые другие злаковые сорняки при высоте пырея 10–15 см и наличии у проса куриного 2–6 листьев хорошо уничтожают граминициды: зеллек супер, КЭ (0,5–1,0 л/га); тарга супер, КЭ (2,0 л/га); пантера, 4 % к.э. (0,75–1,5 л/га). Препараты вносят независимо от фазы развития картофеля.

Титус, 25 % с.т.с. (50 г/га) + ПАВ тренд 90 (200 мл/га) эффективны в борьбе с однолетними и многолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорными растениями при высоте ботвы картофеля 5–25 см. Обработку проводить также при высоте пырея 10–15 см и наличии 2–4 листьев у двудольных сорняков. Обработка гербицидом может производиться двукратно (титус, 25 % с.т.с. (30 г/га) + ПАВ тренд 90 (200 мл/га) и титус, 25 % с.т.с. (20 г/га) + ПАВ тренд 90 (200 мл/га)). Вторая обработка проходит не позже чем через 14 дней после первой.

При массовом появлении личинок колорадского жука и озимой совки также необходима обработка указанными выше инсектицидами.

Предыдущее мероприятие при массовом появлении личинок колорадского жука можно заменить обработкой посевов биопрепаратами: бипестицид КСАНТРЕЛ, Ж (6 л/га); бацитурин, ж. (3,0 л/га); битоксибациллин, П (2,0–5,0 кг/га); боверин зерновой-БЛ, сыпучая масса (4,0 кг/га); фитоверм, 0,2 % КЭ (0,3–0,4 л/га). Раствор нужно готовить за 1–2 ч до обработки. При численности на 100 кустов до 800 особей проводят 1 обработку, до 1600 – 2, при более высокой численности можно проводить 3 обработки.

В период вегетации против фитофтороза, макроспориоза рекомендован ряд препаратов контактного действия: дитан НЕО ТЕК 75, ВДГ (1,2–1,6 кг/га); трайдекс (пеннкоцеб), ВДГ (1,2–1,6 кг/га). Применяются и препараты контактно-системного действия: акробат МЦ, ВДГ (2,0 кг/га); сектин феномен, ВДГ (1,0–1,25 кг/га); метаксил, СП (2,5 кг/га); ридомил голд МЦ, ВДГ (2,5 кг/га).

Для предотвращения перезаражения клубней болезнями через 7–8 дней после последней обработки можно провести уничтожение ботвы путем применения десикантов (реглон супер, ВР (2,0 л/га); голден ринг, ВР (2,0 л/га)) с последующим ее удалением.

На уплотненной и увлажненной почве с целью предупреждения удушения клубней и поражения их резиновой гнилью эффективно рыхление междурядий.

В период уборки для залечивания механических повреждений, предупреждения проникновения в клубни инфекции их необходимо просушить на воздухе в сухую погоду 3–4 ч, в дождливую – 2–3 недели во временных буртах. После тщательной переборки заложить на постоянное хранение, соблюдая при этом температурный режим (1–3 °С). Необходимо проводить активное вентилирование буртов и хранилищ.

Для уничтожения возбудителей болезней после посадки картофеля необходимы перекопка буртовых площадок, уничтожение послепереборочных остатков путем закапывания на глубину 1,5–2 м или дезинфекция куч 5%-ным водным раствором медного купороса.

4.6. ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ

4.6.1. Основные вредные объекты в посевах льна-долгунца

Вредители

Льняные блошки. Лен повреждают в основном три вида блошек: синяя, черная и коричневая — мелкие (1,8–2,0 мм) жуки синего, черного или светло-коричневого цвета с металлическим блеском. Из них наиболее распространены во всех зонах льносеяния и вредоносны первые два вида.

Вредитель развивается в одном поколении. Зимуют взрослые жуки на опушках леса, залежах, обочинах дорог, где под растительными остатками им обеспечен благоприятный микроклимат. Повреждают лен от момента появления всходов и до созревания.

В конце апреля — начале мая (при 10–11 °С) блошки пробуждаются. Первое время они живут на посевах озимых и полях многолетних трав, питаются сорняками, а затем, при появлении единичных всходов, переходят на лен.

У семядольных листьев повреждают паренхиму, выгрызая продолговатые углубления, объедают листья, повреждают точку роста.

Самка откладывает яйца в почву, у корня льняного растения. Отродившиеся личинки длиной 4–5 мм питаются тканями корня, вызывая снижение урожая и способствуя заражению льна грибными болезнями. Личинки развиваются в почве, окукливаются, из них выходят жуки летнего поколения, которые выгрызают паренхиму коры стебля на взрослых растениях льна, обнажая волокно, повреждают листья и бутоны. ЭПВ — 20 шт./м² в пасмурную, холодную погоду и 10 шт./м² в сухую, жаркую.

Льняная плодоярка. Бабочка мелкая, размах крыльев 14–16 мм, желтоватая, с более темной каймой и полосками на крыльях. Гусеница бело-розовая с бурой головой, длиной 4–7 мм.

В центральном районе льноводства развивается в неполных двух поколениях, так как второе поколение уходит на зимовку в стадии гусеницы. Бабочки появляются на льне со

второй половины июня. Самка откладывает на одно растение льна 2–4 яйца: на верхушечные молодые листья с верхней стороны и на чашелистики с внутренней. Отродившиеся из яиц гусеницы внедряются в зеленые коробочки льна, выедая семена. Перед окукливанием они прогрызают в стенке коробочки круглое отверстие, оставляя тонкую пленку, которую легко прорывает вылетающая бабочка.

Гусеницы в отдельные годы снижают урожай семян на 70–90 %. Поздние посевы, заселяемые вторым поколением плодожорки, повреждаются сильнее.

Льняной трипс. Взрослые трипсы темно-бурые, почти черные, личинки желтые, нимфы желтовато-серые.

Зимуют взрослые насекомые на льнище в почве на глубине до 40 см, вылетают после прогревания земли на глубине 20 см до 10 °С и первое время питаются нектаром на цветущих сорняках. На льне появляются в фазах быстрого роста – бутонизации, высасывая клеточный сок растений в верхушечной части. Самка откладывает в пазухи листьев почковидные яйца размером 0,3 мм. Из яиц отрождаются личинки, которые питаются соками льна до ухода в почву. На глубине 10–25 см происходит развитие личинок в пронимфы, а затем нимфы. Отродившиеся взрослые насекомые не выходят на поверхность, а остаются в почве на зимовку.

Вредят льну как взрослые особи, так и личинки. Производя уколы и высасывая сок из растений, вызывают скручивание и пожелтение листьев, отмирание точек роста, усиленное ветвление, опадение бутонов и завязей, уродливость соцветий. Поврежденные растения теряют тургор, отстают в росте, дают меньше семян и волокно низкого качества. ЭПВ – 5–8 шт./растение.

Долгоножка вредная. Во взрослом состоянии комарообразное насекомое достигает 25–30 мм, имеет длинные усики и коленчатые ноги. Личинки безногие, червеобразные, спереди суженные, землистого цвета, со складчатой блестящей кожей, длиной 46–50 мм, шириной до 7,5 мм, на заднем конце видны звездообразно расходящиеся выросты.

Личинки зимуют в почве на глубине 10–12 см, на льне появляются в первой половине июня. Особенно сильно стра-

дают поздние посевы льна, так как появление всходов не совпадает с периодом активной жизнедеятельности личинок. Окукливание проходит в почве на глубине 5–6 см. Взрослые особи обнаруживаются с конца июня до октября, массовый лёт их происходит в июле–августе. Самка откладывает яйца в поверхностный слой почвы (до 500–800) на луговинах или посевах клевера. Отродившиеся личинки живут там же, а с наступлением заморозков перемещаются глубже на зимовку.

Долгоножка вредная — широко распространенный фитофаг. Лучше всего развивается на влажных участках с тяжелой и кислой почвой, поэтому вредоносность ее проявляется очагами. Личинки подгрызают стебли льна у корневой шейки и поедают молодые растения, втянув их в норку, из-за чего посевы становятся изреженными.

Совка-гамма. Характерный признак бабочки — блестящие значки в виде греческой буквы «гамма» на передних темно-коричневых крыльях. Размах крыльев 45–50 мм. Гусеницы длиной 30–36 мм с тремя парами брюшных ног передвигаются, как пяденицы, изгибая центральную часть тела. Вдоль зеленого, суженного к голове тела гусеницы, по спине и бокам расположено 8 светлых полос.

Бабочки и куколки зимуют под растительными остатками на поверхности почвы, а куколки в коконах могут оставаться и на растениях. Бабочки первого поколения появляются в конце мая — начале июня. Самка откладывает на широколистные сорняки и культурные растения полусферические зеленоватые ребристые яйца размером 0,5–0,6 мм. Период развития гусениц делится на 5 возрастов: гусеницы первых двух питаются на растениях, на которых были отложены яйца; начиная с третьего возраста они становятся очень активными и прожорливыми и переходят в поисках пищи с одной культуры на другую; в пятом возрасте окукливаются в паутинном коконе.

Питаясь на льне, гусеницы объедают нижние части растения, оставляя лишь его одревесневшую часть, иногда только пеньки. Массовое размножение случается не часто (раз в 10–15 лет), поскольку сдерживается климатическими условиями, несовпадением фенологических фаз развития культур-

ных растений и стадий развития вредителя, большим количеством паразитов совки-гаммы.

В Беларуси может давать два поколения. ЭПВ — 3–5 гусениц/м².

Болезни

Фузариоз. Известны три типа фузариоза: фузариозное увядание, фузариозное побурение и фузариоз по ржавчине.

Фузариозное увядание — наиболее опасная болезнь, так как около половины посевов льна в той или иной степени поражено ею. Развивается от всходов до созревания и распространяется, главным образом, через почву, реже — с семенами.

При раннем поражении поникает верхушка стебля, растение увядает, буреет, при позднем — все растение или стебель с одной стороны буреет, корешок разрушается и темнеет, приобретая в сухом виде синевато-пепельный оттенок. Грибница проникает в лен через корни и, разрастаясь, образует споры в проводящих сосудах древесинной части стебля. Патоген препятствует одревеснению клеточных стенок сосудов и образованию нормальных лубяных пучков: элементарные волокна остаются тонкостенными, рыхло разбросанными в смятой паренхиме коры. В результате утрачивается механическая прочность стеблей, снижается качество волокна.

Развитию фузариозного увядания способствуют теплая влажная погода с температурой 22–24 °С, кислые почвы и низкий уровень агротехники. При сильном поражении взрослых растений урожай волокна снижается в 9 раз, а семян — в 6–7 раз. Болезнь распространяется очагами, которые постепенно сливаются, и урожай погибает полностью.

Фузариозное побурение и фузариоз по ржавчине проявляются в виде побурения верхней части стеблей и боковых веточек, розовых налетов на них и коробочках и образования розовых ободков спороношения вокруг пятен ржавчины. Стебель буреет сначала в верхней части, затем ниже, но корни льна остаются здоровыми. Заболевания, как правило, развиваются в конце вегетационного периода, инфекция передается в основном по воздуху, может переходить на лен с других растений.

Особенно быстро эти заболевания распространяются во влажную погоду и на полеглих посевах. При сильном поражении льна фузариозом по ржавчине почти вдвое уменьшается выход и качество длинного волокна, так как грибок проникает в ткани коры и разрушает волокна.

Нередко сорта, сравнительно устойчивые к фузариозному увяданию, страдают от фузариоза по ржавчине в результате поражения зимней стадией ржавчины.

Ржавчина. После фузариоза ржавчина — вторая по вредности и распространенности болезнь.

Все стадии возбудитель проходит только на льне. Весной заболевание проявляется у молодых растений на подсемядольном колене, семядолях, стебле и настоящих листьях в виде круглых желтовато-коричневых пятен — скоплений спермогониев и выпуклых лимонно-желтых подушечек эцидиального спороношения.

С фазы цветения до зеленой спелости на листьях, зеленых частях стеблей и чашелистиках появляются мелкие выпуклые ржаво-оранжевые подушечки летней стадии гриба (урединиостадии). В течение лета образуются несколько поколений урединиоспор, которые распространяются ветром и служат источником инфекции для других растений. По мере созревания льна и снижения температуры воздуха летняя стадия ржавчины сменяется зимней — телиостадией. Телиоспоры образуются под эпидермисом стебля, плодоножек и коробочек в виде плотных корочек, состоящих из цилиндрических клеток с темно-коричневыми толстыми стенками и светло-коричневым содержимым.

При сильном проявлении болезни все растение покрывается черными выпуклыми глянцевыми пятнами, которые остаются на тресте и волокне, резко снижая их качество и выход длинного волокна, особенно в том случае, если лен заражен также фузариозом по ржавчине. Телиоспоры прорастают следующей весной на растительных остатках. Сильнее ржавчина развивается в теплые и влажные годы, особенно на поздних посевах и на почвах, перенасыщенных азотом.

Антракноз — узкоспециализированный патоген льна. Встречается повсеместно и ежегодно. Особый вред заболевание на-

носит в холодные и влажные годы. Поражает листья, корни и основание молодого стебля. На них образуются язвочки и крупные язвы с оранжевым спороношением гриба, а при сильном поражении — перетяжки в области корневой шейки и корней, что вызывает пожелтение и гибель всходов.

После цветения заболевание проявляется в виде мелких серо-коричневых пятен на листьях, стеблях, коробочках (мраморность). При сильном заражении возбудитель заболевания проникает через стенки коробочек в семена, поражая или убивая зародыш.

Развитию болезни способствуют холодная затяжная весна, избыточная влажность почвы, большая глубина заделки семян, повышенная норма посева. Для заражения проростков в поле наиболее благоприятна влажность 60 % и температура 14–17 °С.

Крапчатость семядолей. На семядолях, подсемядольном колене и корешках проростков появляются кирпично-красные штрихи и точки. При сильном поражении отдельные крапинки сливаются в сплошной узор, семядоли становятся прозрачными и загнивают. Вокруг проростков развивается грязно-белая паутинистая рыхлая грибница, и они гибнут, не достигнув поверхности почвы. Слабо пораженные проростки дают всходы с крапчатыми семядолями, стеблестой изреживается, снижаются урожай и качество льнопродукции.

По вредоносности на семенах льна крапчатость занимает третье место после фузариоза и антракноза. Полевая всхожесть пораженных семян резко снижается.

Фомоз. Симптомы заболевания напоминают фузариозное увядание. Вначале на стебле появляются бурые расплывчатые пятна, в результате их быстрого разрастания стебель буреет. В зоне корневой шейки, а иногда и в середине стебля на посветлевших участках образуются темно-коричневые или черные пикниды, больные ткани разрушаются и размочаливаются. На корешках пораженных растений возникают перетяжки, корни утончаются и отмирают. При развитии заболевания в ранние периоды — до цветения — побуревшие растения погибают. После цветения пораженные растения не отмирают, а приобретают буровато-коричневый цвет, стебель размочали-

вается. Семена у пораженных растений теряют всхожесть или дают ослабленные растения.

По вредоносности фомоз аналогичен фузариозному увяданию. За счет гибели растений уменьшается густота стеблестоя, что приводит к недобору урожая соломы и семян. Побурение растений, разрушение и размочаливание тканей стебля ухудшают качество волокна.

Пасмо льна (септориоз) отмечается в Беларуси с 1973 года. Наиболее вредоносно при сильном поражении, когда пятна составляют более 25 % поверхности стебля. В таком случае номер соломки снижается на 0,25–0,5, выход волокна — до 3 %.

Признаки болезни обнаруживаются уже на всходах. В фазе «елочки» на семядольных листьях появляются резкие коричневые пятна, которые охватывают всю их поверхность. При подсыхании семядольный лист покрывается слегка выпуклыми темными точками (пикнидами) и опадает. Позднее на настоящих листьях возникают округлые коричневые пятна, которые также покрываются концентрическими кругами пикнид. С больных листьев пятна постепенно переходят на стебель, в результате чего он становится пестрым. Особенно ярко признаки пасмо проявляются перед уборкой.

По внешним признакам пасмо напоминает полиспороз, отличаясь от него мелкими темными точками пикнид на фоне пятен.

По мере развития болезни стебель буреет, отмирает и покрывается сероватым налетом спор на мицелии. В местах поражения размочаливается и надламывается.

Болезнь распространяется очагами. Жизнеспособность возбудителя сохраняется в почве и на растительных остатках до 7 лет. Основным источником распространения инфекции служат зараженные семена.

Полиспороз проявляется в виде изломов и пятнистости. Первые симптомы обнаруживаются на семядольных листочках и подсемядольном колене в виде бурых вдавленных пятен, переходящих на настоящие листья и стебли. На корневой шейке или подсемядольном колене образуются перетяжки, что приводит к излому корневой шейки и часто к гибели растений.

Иногда надломившиеся у основания растения продолжают расти. В фазе зеленой спелости стебель, боковые веточки и коробочки покрываются бурыми, вдавленными, шероховатыми пятнами, которые могут быть окружены темной каймой. Ткани коры в этих местах разрушаются и как бы присыхают к волокнам. Стенки волокон становятся хрупкими, и стебли в местах поражения ломаются. Пятнистость коробочек приводит к заражению семян.

Особенно сильно полиспоров развивается при резких понижениях температуры и в местах наиболее яркого освещения (в разреженных посевах и по краям поля).

Инфекция может переноситься ветром, водой, насекомыми. В стеблях льна возбудитель сохраняется 1,5 года, в семенах — до 2,5 лет.

Мучнистая роса появляется на льне в жаркую засушливую погоду в конце лета. Растения покрываются белым порошистым налетом, который образуется на верхней и нижней сторонах листовой пластинки. Постепенно пораженные части растений буреют. При раннем и сильном развитии мучнистой росы отмирают бутоны, а в коробочках образуются щуплые недоразвитые семена.

Вредоносность заболевания заключается в сокращении ассимилирующей поверхности листьев. Поглощая питательные вещества, гриб истощает растения, вызывая отмирание тканей. Грибница на зеленых частях посевов препятствует усвоению углерода воздуха и уменьшает интенсивность других физиологических процессов. В итоге снижаются урожай семян и качество волокна. Заболевание вредносно в отдельные годы.

Бактериоз. Возбудители — бактерии, близкие к *Clostridium* (*Bacillus*) *macerans* Schard. Они широко распространены в природе.

При хорошей аэрации корнеобитаемого слоя почвы бактерии способствуют повышению урожая льна, снабжая растения азотом из воздуха, переводя фосфаты в доступные для растений формы, а также вырабатывая стимуляторы роста.

На темноцветных, гумусовых, чрезмерно уплотненных или переизвесткованных почвах, в которых медленно разла-

гаются органические вещества и преобладают нерастворимые соединения, бактерии, не получая достаточного питания, переходят к паразитизму, вызывая заболевание льна. При наиболее опасной форме бактериоза у всходов отмирает точка роста и возникает узловатость корней. По внешнему виду узелки напоминают клубеньки бобовых растений, на самом же деле они образуются в результате отмирания боковых корешков. Эта форма бактериоза приводит к массовой гибели растений. Менее опасно частичное поражение проростков и всходов льна, связанное с зараженностью семян. Они не всходят или дают проростки, которые, загнивая, становятся прозрачными, а затем бурыми. Часто наблюдается ложное прорастание семян, когда из лопнувшей семенной кожуры появляются семядоли, а недоразвитый корешок остается в кожуре. При заражении проростков кончик корня у них отмирает и приобретает светло-оранжевую или коричнево-красную окраску, на корешке формируются малиново-красные штрихи и язвы, на семядолях — язвы, окруженные темно-красной каймой. Иногда красные штрихи стягивают корешок, наблюдаются и другие формы уродливости.

При более позднем заболевании льна бактериозом (в фазы бутонизации или цветения), что часто связано с засушливыми условиями, отмечается отмирание верхушек стебля, верхние листья краснеют или желтеют, нижняя часть растения остается зеленой и мощной. При выпадении дождей или подкормке бором могут образоваться дополнительные веточки, на которых и сформируются семена.

Кальциевый хлороз (карбонатный хлороз) — физиологическое заболевание, вызываемое резким недостатком некоторых микроэлементов (прежде всего, цинка, бора и железа). Чаше всего это явление связано с переизвесткованием почвы, когда при избытке кальция и pH почвы 6,0–7,0 многие микроэлементы переходят в недоступные для льна формы.

Основные симптомы заболевания — отмирание точки роста, ветвление, утолщение стебля, хлороз листьев, курчавость верхушки, карликовость растений, отмирание бутонов.

Болезнь чаще проявляется на легких по механическому составу почвах в жаркую сухую погоду. Внесение микроэлементов

тов (бора, цинка, меди) предупреждает ее развитие, снижает отрицательное действие извести (кальция).

Сорные растения

Ощутимый вред льноводству в настоящее время наносит сорная растительность. Например, по оценкам ученых-гербологов БелНИИЗР, при отсутствии мер борьбы с сорняками средние потери урожая льносолумы составляют 63–86 %, а льносемян — 72–77 %.

Длительное применение таких гербицидов, как 2М-4Х, 2,4-Д и их аналогов, создало проблему резистентности многих сорняков (виды горцев, ромашки, пикульника, осота, звездчатки и др.) к этим препаратам в посевах льна-долгунца. Вторую группу представляют виды, чувствительные к данным пестицидам: марь белая, пастушья сумка, редька дикая, василек синий и др.

За последние годы неотъемлемой частью полей севооборота стали многолетние сорняки, в частности пырей ползучий. Это связано, прежде всего, с сокращением предварительного лущения при осенней подготовке почвы, практически полным отказом от полупаровой обработки. Следует также отметить, что ряд агротехнических мероприятий выполняется не в оптимальные сроки, вследствие чего не выполняется одна из главных их функций — борьба с сорняками.

Так, по данным маршрутного обследования РУП «Институт защиты растений», в посевах льна-долгунца перед уборкой в среднем сорняков насчитывалось 119,7 шт./м², в том числе многолетних — 47,2 шт./м².

4.6.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов

Лен является культурой, требовательной к высокой окультуренности почвы, чистоте ее от сорняков, хорошей обеспеченности влагой. Поэтому система мероприятий по интегрированной защите льна предусматривает в первую очередь подбор почв для размещения этой культуры. Лучшими для льна-долгунца являются почвы с глубоким пахотным слоем, плодородные, окультуренные, слабокислые (рН не выше 6,0). Наиболее пригодны под лен средне- и слабосуглинистые,

песчано-суглинистые почвы с невысокой степенью оподзоленности. Супеси и пески малопригодны, так как они бедны питательными веществами и плохо удерживают влагу, а тяжелые почвы — из-за способности образовывать плотную корку, которая препятствует выходу на поверхность всходов. Не рекомендуется сеять лен и на кислых торфянистых, а также переизвесткованных почвах.

Благоприятные условия для получения высоких и устойчивых урожаев льна создаются только в экономически обоснованных освоенных севооборотах. Лен-долгунец относится к растениям, требовательным к предшественникам и правильному чередованию культур в севообороте. При бессменной культуре или частом (раньше чем через 5–6 лет) возвращении на один и тот же участок наступает льноутомление — снижение или полная гибель урожая вследствие накопления в почве патогенов — возбудителей фузариоза, антракноза и полиспороза. Льноутомлению способствуют также одностороннее истощение почвы и развитие специфических сорняков льна: плевел льняной, рыжик льняной, повилика и др. Лучшими в санитарном отношении предшественниками являются озимая рожь, ячмень по обороту пласта, овес, клевер по пласту (1–2 года пользования).

Расчет оптимальных доз удобрений производят исходя из планируемой урожайности, запаса питательных веществ в почве конкретного поля, потребности данной культуры и сорта. Для создания 1 ц волокна лен-долгунец выносит из почвы примерно 8 кг азота, 4 кг фосфора и 7 кг калия. При этом больше половины питательных элементов поглощается в фазе бутонизации. Полное минеральное удобрение под лен вносят в соотношении азот:фосфор:калий как 1:2:3 на почвах, бедных азотом, и 1:3:4 на почвах, богатых азотом.

Лен-долгунец — культура раннего срока сева. Как правило, она оказывается в лучших условиях для роста и развития, и зараженность растений льна фузариозом и полиспорозом в 1,5–2 раза меньше по сравнению с поздним сроком. К посеву следует приступать, когда почва на глубине посева семян прогреется до 7–8 °С, а ее влажность будет 40–60 % полной влагоемкости. В Беларуси эти условия совпадают с третьей де-

кадой апреля — первой декадой мая. Поздние посевы сильно поражаются ржавчиной и повреждаются льняной блошкой. Глубина заделки семян не должна превышать на суглинистых почвах 2 см, а на легких — 2,5 см, так как более глубокая заделка способствует развитию в посевах антракноза.

Загущенные посевы данной культуры сильнее поражаются фузариозным побурением, антракнозом, изреженные посевы — полиспорозом и ржавчиной.

Большую роль в защите культуры от вредителей, болезней и сорняков играют районированные сорта. По всей республике районированы следующие сорта: Могилевский, Белинка, Дашковский, Нива, К-65, Лира, Згода, Весна, Вита, Агата, Грант, Ализе, Дракар.

Относительно устойчивые к фузариозному увяданию сорта Могилевский, Дашковский, Нива, К-65, Вита с периодом повторного высева не менее 4–5 лет.

Недопустимы посевы льна некондиционными по зараженности семенами, перестой льна. После уборки необходимо производить сбор и уничтожение послеуборочных остатков, немедленное скирдование соломы.

4.6.3. Система мероприятий по химической защите льна-долгунца

Система защиты льна-долгунца основана прежде всего на широком применении комплекса организационно-хозяйственных мероприятий. Посевы необходимо размещать на дерново-подзолистых почвах с рН не выше 6,0, возделывать в специализированных севооборотах для предотвращения накопления в почве возбудителей заболеваний. Лучшими в санитарном отношении предшественниками являются озимая рожь, ячмень по обороту пласта, овес, а также пласт клевера (1–2 года пользования) с обязательной полупаровой обработкой почвы.

При осенней подготовке почвы после уборки предшественников в фазе развития пырея ползучего 3–5 листьев, осота и бодяка — в фазе розетки необходимо опрыскивание гербицидами раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (4,0–6,0 л/га); доминатор, 360 ВР

(4,0–6,0 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га). Расход рабочей жидкости не более 200 л/га. Через 15 дней проводится вспашка.

Для борьбы с сорняками, вредителями запасов, заболеваний необходимы тщательная очистка (СОМ-300 и др.), доведение по чистоте и всхожести до стандарта, проведение фитоэкспертизы семян.

За месяц – две недели до посева против возбудителей болезней (на семенах, в семенах, почве) следует провести протравливание семян с инкрустацией на машинах КПС-10, ПС-10, мобитокс супер. Рекомендован ряд протравителей: ТМТД, ВСК (3,0–5,0 кг/т); винцит, КС (1,5–2,0 л/т); витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (1,5–2,0 л/т); максим, КС (2,0 л/т).

В период предпосевной подготовки почвы (весной) для предупреждения физиологического заболевания (кальциевого хлороза) на почвах с рН 6,0 и выше перед последним боронованием или непосредственно перед посевом необходимо вносить микроэлементы путем опрыскивания почвы. Вносят цинк в виде сернокислого цинка, 22,5 % (4,0–8,0 кг/га); борную кислоту, 17 % р.п. (3,0–6,0 кг/га); комплексонат цинка на основе ОЭДФ (5,0–8,0 л/га в зависимости от величины рН (6,0–7,0)); комплексонат цинка на основе лигносульфатов ((10–20 л/га) в зависимости от рН почвы (6,0–7,0)). Комплексонат цинка на основе ОЭДФ содержит до 5 % цинка, оксиэтилидендифосфоновую кислоту, воду и щелочи, не связывается известью и почвенным комплексом. Комплексонат цинка на основе лигносульфаната – жидкость темно-бурого цвета, содержит 2 % цинка, лигнин и гуминовые кислоты. Мало связывается почвенным комплексом.

Сеять нужно в благоприятные ранние и сжатые сроки при температуре почвы 7–8 °С на глубине 5–10 см с соблюдением оптимальных норм (для товарных целей 18–22 млн/га), вносить в рядки с семенами гранулированный борный суперфосфат (50–70 кг/га).

Сразу после сева для предотвращения удушения растений, борьбы с болезнями в случае образования до всходов льна плотной корки (ливневые дожди, заплывание почвы, наступление жары) следует провести боронование поперек рядков сетчатыми боронами.

За 1–2 дня до появления всходов проводится краевая обработка полей шириной 30–50 м инсектицидами. При численности блох 20 экземпляров на 1 м² в пасмурную холодную и 10 экземпляров в сухую, жаркую погоду необходимо проводить сплошное опрыскивание препаратами децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); фастак, КЭ (0,1 л/га); суми-альфа, КЭ (0,15 л/га); брейк, МЭ (0,07 л/га).

В период начала всходов — всходов (до высоты 2,5–4 см) против кальциевого хлороза рекомендовано опрыскивание посевов комплексонатом цинка на основе ОЭДФ, комплексонатом цинка на основе лигносульфаната или раствором сернокислого цинка, 22,5 % (1,0 кг/га). Рекомендуется к раствору цинка и комплексоната добавлять борную кислоту, 17 % р.п. (0,3–0,5 кг/га).

В фазе «елочки» для снижения поражения возбудителями болезней (антракноз, пасмо, полиспороз) необходимо провести опрыскивание посевов фунгицидами амистар экстра, СК (0,5 л/га); абакус, СЭ (0,5 л/га); феразим, КС (1,0 л/га).

Против однолетних двудольных сорняков (ярутка полевая, марь белая, редька дикая, пастушья сумка) посевы можно опрыскивать при высоте льна-долгунца 4–10 см одним из гербицидов: агритокс, в.к. (0,7–1,2 л/га); дикопур М, в.р. (0,7–1,0 л/га); 2М-4Х 750, в.р. (0,5–0,75 л/га); хвосток экстра, ВР (1,3–1,7 л/га).

При наличии в посевах льна устойчивых к 2М-4Х сорняков (ромашка непахучая, горцы, пикульники, подмаренник и др.) в фазе «елочки» рекомендуются гербициды: базагран, 480 г/л в.р. (3,0–4,0 л/га); базагран М, 375 г/л в.р. (3,0–4,0 л/га); хармони, 75 % с.т.с. (10–25 г/га); секатор турбо, МД (0,05–0,1 л/га). Можно использовать их смеси: хармони + агритокс (10 г/га + 0,6 л/га); лонтрел-300 + агритокс (0,7 л/га + 0,6 л/га).

Однолетние и многолетние злаковые сорняки хорошо уничтожают противозлаковые гербициды: зеллек супер, КЭ (0,5–1,0 л/га); леопард, КЭ (1,0–2,0 л/га); таргет супер, КЭ (1,0–2,0 л/га); тарга супер, 5 % к.э. (1,0–2,0 л/га); шогун, КЭ (1,5 л/га). Опрыскивать посевы льна (фаза «елочки») следует при наличии 3–5 листьев у пырея ползучего, двух листьев — начала кушения у однолетних сорняков.

Против однолетних злаковых сорняков также эффективны гербициды арамо 45, к.э. (1,0–1,5 л/га); пантера, 4 % к.э. (0,75–1,0 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–1,0 л/га). Опрыскивать посевы льна необходимо при наличии двух листьев — начала кушения сорняков.

В период быстрого роста — бутонизации льна против льняного трипса, льняной плодовой гни, совки-гамма рекомендуется произвести опрыскивание посевов инсектицидами фуфанон, КЭ (0,4–0,8 л/га); рогор-С, КЭ (0,5–0,9 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,5–1,0 л/га).

Для ускорения созревания семян и снижения их зараженности болезнями за 10–14 дней до уборки можно провести опрыскивание в фазе ранней желтой спелости при побурении 85 % головок (десикация) препаратом реглон супер, ВР (1,0 л/га).

Через 10 дней после конца цветения при засоренности однолетними сорняками рекомендовано опрыскивание посевов глифосатсодержащими гербицидами клиник, ВР (2,0–3,0 л/га); куратор, ВР (2,0–3,0 л/га); раундап, ВР (2,0–3,0 л/га). При наличии в посевах многолетних сорняков нормы расхода препаратов увеличиваются: спрут, ВР (3,0 л/га); раундап, ВР (4,0 л/га); куратор, ВР (4,0 л/га).

Перед уборкой льна необходима тщательная очистка льноуборочных машин, сушильных пунктов. Для обеззараживания складов, тары за 1 месяц до загрузки семян рекомендованы формалин, 2%-ный раствор, 1,0 л/м²; хлористая известь, 4%-ный раствор, 1,0 л/м².

Уборку необходимо проводить в оптимальные сроки для сохранения качества волокна и уменьшения семенной инфекции (фузариозное увядание и побурение, пасмо, полиспороз).

В период хранения уничтожать грызунов можно путем разбрасывания отравленных приманок: шторм, 0,005%-ные восковые брикеты (0,3–2,0 брикета в каждый приманочный ящик).

Необходимо соблюдать правила хранения протравленных семян на льносебестоимостях и в хозяйствах. Семена должны храниться в мешках при высоте кладки 6–8 мешков в зимний период и 4–6 — в теплое время года.

4.7. ОЗИМЫЙ И ЯРОВОЙ РАПС

4.7.1. Основные вредные объекты в посевах рапса

Вредители

Рапсовый пилильщик — опасный вредитель крестоцветных кормовых и овощных культур. Способен периодически размножаться в массовом количестве. Вред наносят ложногусеницы, которые беспорядочно выгрызают мякоть листьев, оставляя на растениях лишь толстые жилки и стебли, а на семенниках объедают также бутоны, цветы и зеленые стручки.

Зимуют взрослые ложногусеницы в почве на глубине 7–15 см внутри кокона. Развивается вредитель в двух поколениях. Первое вредит в конце июня — июле, второе — в конце июля — августе.

Рапсовый цветоед — основной специализированный вредитель семенников крестоцветных культур. Распространен повсеместно.

Зимуют взрослые жуки в почве, под различными растительными остатками вдоль дорог, под пологом кустарников. Ранней весной выходят из мест зимовки и питаются на цветах плодовых деревьев и травянистых растений. При образовании на семенниках крестоцветных растений бутонов и при установлении среднедекадной температуры воздуха 11 °С жуки переселяются в эти посевы. Самки прогрызают отверстия в бутонах и откладывают по одному или несколько яиц, приклеивая их к тычинкам. Отрождающиеся личинки уничтожают генеративные органы цветка и пыльцу. ЭПВ в фазу бутонизации составляет 3 жука на растение при 10%-ном заселении.

Крестоцветные блошки являются одними из самых опасных вредителей молодых растений всех крестоцветных культур. Особенно опасны волнистая, светлоногая, выемчатая и синяя блошки. Это мелкие (1,8–3,5 мм) прыгающие жуки с одноцветными (черные, синие или зеленые с металлическим блеском) или двухцветными (черные с желтой извилистой продольной полоской) надкрыльями. Вред наносят жуки, которые выскабливают мелкие ямки по краям листа. Часто

объединенные листья засыхают, и растение погибает. Зимуют взрослые жуки под растительными остатками в поле, на опушке леса под листьями, в верхних слоях почвы. Появляются они ранней весной и живут все лето. Наиболее опасны в период всходов. При массовом появлении на всходах в сухую погоду жуки могут полностью уничтожить посевы рапса в течение 1–2 дней.

Крестоцветные кормовые культуры повреждаются также капустной молью, капустной и репной белянками, капустной совкой, весенней и летней капустными мухами, капустной тлей, стеблевым капустным и семенным скрытнохоботниками, которые в меньшей степени вызывают снижение урожайности рапса либо имеют цикличность развития, когда они вредоносны лишь в отдельные годы. ЭПВ – 4–6 жуков/м².

Болезни

Альтернариоз распространен повсеместно. Он проявляется, главным образом, в виде темно-коричневой, почти черной, или светло-серой округлой пятнистости на стеблях, листьях и стручках во время их развития и созревания семян. Заболевание вызывает преждевременное формирование растений, что проявляется в образовании недоразвитых семян и в растрескивании стручков. В результате потери урожая составляют более 20 %.

Источники инфекции – растительные остатки, семена, а также все крестоцветные культуры.

Склеротиниоз (белая гниль стеблей) распространен во всех хозяйствах республики, которые выращивают рапс. На листьях и стеблях вначале появляются слизистые пятна, а затем развивается обильный ватообразный белый налет. Пораженные листья отмирают, а стебли и веточки изламываются. В сухую погоду налет исчезает, пораженная ткань стеблей светлеет, обесцвечивается. В местах поражения внутри стебля и стручков формируются черные склеротии, различные по величине и форме.

Источники инфекции – склеротии, прорастающие после зимовки с образованием апотециев. Сумкоспоры выбрасываются при высокой относительной влажности воздуха (90 %)

в период цветения озимого рапса. Возбудитель болезни поражает более 360 видов растений.

В годы эпифитотийного развития склеротиниоза на рапсе урожай семян снижается до 40 % и они теряют посевные качества.

Серая гниль проявляется во влажную погоду на стеблях, соцветиях и стручках в виде пятен, покрывающихся серым пушистым налетом. Позже в этих местах образуются мелкие черные склероции. При заболевании стебля растения желтеют и увядают. В пораженных стручках семена недоразвиты.

Источники инфекции — семена, растительные остатки.

Фомоз — повсеместно распространенное заболевание рапса. Проявляется на всходах и взрослых растениях. На всходах болезнь вызывает почернение нижней части стебля. Позже места поражения светлеют и становятся серыми. На пораженной поверхности появляются пикниды. Стебелек высыхает, становится трухлявым, растение погибает.

При поражении стебля заболевание проявляется обычно в виде разрастающихся по всей поверхности изъязвлений. Из пораженного на уровне почвы стебля болезнь может распространяться на корневую систему, вызывая корневую сухую гниль. Больные растения отстают в росте, имеют хлоротичный вид, часто полегают, подвывают и усыхают. На листьях и стручках фомоз вызывает серые сухие пятна с пикнидами.

Источник инфекции — семена, растительные остатки.

Ложная мучнистая роса (пероноспороз) — распространенное заболевание рапса. Проявляется осенью и весной на листьях, стеблях и стручках озимого и ярового рапса. На листьях с верхней стороны появляются желтоватые пятна, а с нижней, как и на стеблях и стручках, — светло-фиолетовый налет.

Источники инфекции — заболевшие растительные остатки, а также пораженные с осени растения озимого рапса.

Черная ножка проявляется на всходах. В местах поражения корневая шейка утончается и гнивает. Растения теряют тургор и желтеют, а позже полегают и усыхают. Корневая система у пораженных растений развивается плохо, поэтому они легко выдергиваются из почвы.

Черная ножка проявляется, если в период всходов на поверхности почвы, особенно на тяжелой по механическому составу, после дождя образуется корка, задерживающая доступ воздуха к корням рапса.

Инфекция сохраняется на растительных остатках в почве.

Бактериоз корней поражает озимый рапс в период перезимовки. Развитие заболевания начинается с осени образованием в области корневой шейки полостей. Внешние признаки поражения проявляются в начале вегетации. У больных растений розетка листьев легко отделяется от главного корня, корни ослизняются и размочаливаются, что приводит к гибели посевов.

Поражению рапса бактериозом способствуют большие дозы азотных удобрений под посев, зимы с резкими колебаниями температур.

Источники инфекции бактериоза — корневые остатки пораженных крестоцветных растений.

Снежная плесень в посевах озимого рапса развивается очагами. Рано весной на ослабленных растениях выступает белый, розовый или серый пушистый налет. Отдельные периферийные розеточные листья загнивают и отмирают. Пораженные листовые пластинки как бы приклеиваются к поверхности почвы мицелием грибов. Позднее такой же налет можно обнаружить вокруг корневой шейки здоровых растений, у основания черешков розеточных листьев и на почве. Если на поверхности налета формируются темно-коричневые мелкие, округлые склероции, значит заболевание вызвано грибами из рода тифула. Белый и розовый мицелий образуют грибы из рода фузариум.

Поражению снежной плесенью озимого рапса способствуют частые оттепели зимой, низкие температуры воздуха и почвы весной в период возобновления вегетации. Поражаются этой болезнью также посевы, расположенные на торфяниках, в низинах, на северных склонах, около лесных массивов.

Сорные растения

В посевах рапса произрастают более 60 видов сорных растений. Более 20 из них встречаются практически на каждом

поле: пырей ползучий, мятлик однолетний, просо куриное, марь белая, ромашка непахучая, пастушья сумка, виды горца, осота, ромашки, пикульника, фиалка полевая, торица полевая, звездчатка средняя, редька дикая, незабудка полевая и др. Общая засоренность в среднем по Беларуси посевов озимого рапса составляет 260 шт./м², ярового — 230 шт./м². Агрофитоценоз рапса представлен двудольно-злаковым типом засорения. На долю однодольных сорняков в посевах озимого рапса приходится 35 % от общего количества, двудольных — 63 %, в посевах ярового рапса — соответственно 22 и 77 %. В ходе исследований установлено, что яровой рапс очень чувствителен к конкуренции сорняков в начальный период своего развития. Засоренность его посевов широко распространенным сообществом сорняков (марь белая, ромашка непахучая, горец шероховатый, горец выюнкковый, пастушья сумка, горец птичий, редька дикая) в количестве 10 шт./м² способствует снижению урожая семян на 21 % по сравнению с чистым посевом. Увеличение же плотности засорения от 100 до 200 шт./м² снижает урожай ярового рапса более чем на 50 %. Уровень засорения озимого рапса от 130 до 260 шт./м² способствует снижению урожая от 23 до 37 %.

Рапс медленно растет в начальный период своего развития, поэтому важно исключить конкуренцию сорных растений в наиболее ранние сроки (до посева культуры или в фазе всходов — 3–4 листьев). Критический период вредоносности сорняков в посеве озимого рапса сохраняется в течение всего осеннего периода развития культуры, и если в это время проводить мероприятия по борьбе с сорняками, то потери семян от засоренности будут максимально сокращены.

Потери урожая рапса от сорняков могут достигать 30 % (по озимому) или же 51 % (по яровому).

Вредоносность сорных растений неодинакова для ярового и озимого рапса. Например, фитоценотический порог вредоносности сорных растений в посевах ярового рапса составляет 8–9 шт./м², озимого — 50 шт./м².

4.7.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов

Интегрированную систему защиты рапса от вредных объектов следует начинать с борьбы с неинфекционными заболеваниями. Для этого производим подбор оптимальных почв. Наиболее пригодны для возделывания рапса почвы со средним содержанием гумуса, не имеющие кислой реакции среды и свободные от уплотнения. Яровой рапс можно высевать при широком диапазоне уровня рН, однако оптимальная кислотность должна составлять 6,0–6,5.

Особенно хорошо удастся рапс на почвах, имеющих уровень стояния грунтовых вод от 50 до 70 см. На болотистых и почвах с застойной влагой высевать культуру не рекомендуется. Плохо удастся рапс на бедных влагой песчаных почвах, особенно в засушливые годы. Рапс, возделываемый на торфяниках, имеет низкое содержание масла в семенах.

Большое значение для возделывания рапса имеет правильное включение его в севооборот. Здесь имеют значение как подбор предшественника для культуры, так и доля рапса в севообороте.

Так как крестоцветные культуры являются одновременно и растениями-хозяевами свекловичной нематоды, общая площадь их возделывания в хозяйстве не должна превышать 25 % пашни. Озимый рапс высевают преимущественно после зерновых. Яровой рапс можно возделывать после яровых зерновых культур, однолетних и многолетних трав, картофеля. В пяти-, шести- и семипольные севообороты с одним рапсовым участком свеклу не включают. В восьмипольные севообороты допускается включение одного поля сахарной свеклы.

Не рекомендуется высев рапса после капусты, гороха, льна, подсолнечника. При низкой его доле в посевах склеротиниоз, кила капусты, вертициллезное увядание едва проявляются, а при 33 % в севообороте — сильно поражают посевы.

Основная обработка почвы под рапс производится дифференцированно в зависимости от предшественника, типа почвы, степени ее засоренности, метеорологических условий.

Одним из условий получения высоких урожаев рапса является особенно тщательная предпосевная подготовка почвы.

Перед вспашкой необходимо внести фосфорные и калийные удобрения, придающие устойчивость растениям при поражении болезнями и вредителями. Для получения высоких урожаев на среднеобеспеченных питательными веществами почвах вносят 60–90 кг/га оксида фосфора и 80–120 кг/га оксида калия. Органические удобрения целесообразно использовать под предшественники рапса.

Рапс очень отзывчив на азотные удобрения. Они вносятся обычно перед посевом в предпосевную культивацию в дозе 80–120 кг/га. Для оптимизации азотного питания азот лучше всего вносить в два этапа: первая доза (40–50 кг/га д.в.) вносится до посева, вторая — при наступлении у рапса фазы 4–6 листьев.

При посеве озимого рапса под основную или предпосевную обработку почвы вносится не более 30 кг д.в. азота на 1 га. Весной необходимо произвести две подкормки азотом: первую — при наступлении физиологической зрелости почвы (90–120 кг/га д.в.) и вторую через 2–3 недели после первой (30–40 кг/га д.в.). Лучшей формой удобрений для рапса является аммиачная селитра.

Глубина заделки семян на легких песчаных почвах составляет 2–2,5 см, на суглинистых — 1,5–2,0 см. Посевная норма ярового рапса — 100–120 всхожих семян на 1 м², но не более 140. Оптимальная густота растений озимого рапса составляет 60–80 растений на 1 м². Для получения такой плотности рекомендуется высевать 0,9–1,2 млн всхожих семян на 1 га.

В Республике Беларусь районированы следующие сорта озимого рапса: Козерог, Элвис, Добродей, Лидер, Прогресс, Колантэ, Геркулес и др.

У ярового рапса районированы по всей республике сорта Ханна, Явар, Антей, Неман, Гермес, Анатоли, Рубин, Прамень, Юра, Ларисса, Смила, Олимп и др.

4.7.3. Система мероприятий по химической защите рапса

Против всех видов сорных растений эффективно в период их вегетации опрыскивание по стерне глифосатсодержащими гербицидами раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (1,6–3,2 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (2,0–4,0 л/га) и их аналогами.

Для защиты всходов рапса от пероноспороза, альтернариоза, черной ножки и некоторых других болезней заранее, но не позднее чем за 2 недели до сева, семена необходимо протравить суспензией препарата (10 л воды на 1 г семян): винцит форте, КС (1,25 л/т); виннер, КС (2,0 л/т); скарлет, МЭ (0,3–0,4 л/т).

В борьбе с вредителями всходов можно использовать протравители круйзер рапс, СК (11–15 л/т); агровиталь, КС (4,5 л/т), которые успешно уничтожают крестоцветных блошек.

В борьбе с однолетними злаковыми и двудольными сорняками используют гербициды, которые нужно немедленно заделывать в почву: трефлан, КЭ (1,5–2,0 л/га); трифлурекс, 48 КЭ (2,5 л/га).

Эти же сорняки можно уничтожить и гербицидами бумизан 400, КС (1,5–2,0 л/га); султан, КС (1,2–1,8 л/га); султан топ, КС (1,3–1,8 л/га); сириус квин, КС (1,5 л/га); теридокс, КЭ (2,0–2,5 л/га). В этом случае препараты не заделывают в почву и применяют после посева.

В фазе всходов при наличии 4–6 жуков крестоцветных блошек на 1 м² посевы рапса необходимо обработать одним из инсектицидов: альтерр, КЭ (0,1–0,15 л/га); каратэ зеон, КЭ (0,1–0,15 л/га); борей, СК (0,08–0,12 л/га); децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га).

Первое поколение рапсового пилильщика и некоторые другие вредители сильно повреждают рапс в фазе 3–4 листьев. Опрыскивать посевы следует при наличии на одном растении 1–2 ложногусениц рапсового пилильщика при их 10%-ном заселении препаратами моспилан, РП (0,06 кг/га); децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); каратэ зеон, КЭ (0,1–0,15 л/га); фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га).

При доминировании в семенных посевах рапса видов осота, ромашки, горца рекомендуется послевсходовое (в фазе 3–4 листьев) применение гербицида лонтрел-300, ВР (0,3 л/га).

В борьбе с однолетними (10–12 см у сорняков) и многолетними (в фазе 3–5 листьев) злаковыми сорняками эффективны граминициды фюзилад форте, КЭ (2,0 л/га); тарга супер, 5 % к.э. (1,0–1,5 л/га); леопард, КЭ (0,5–1,0 л/га).

В фазе активного роста стебля посевы озимого рапса можно обработать регуляторами роста моддус, КЭ + ПАВ ат-плюс (1,0 л/га + 1,0 л/га); карамба турбо, КС (1,0–1,2 л/га), что увеличивает его зимостойкость.

Для защиты семенных посевов рапса от рапсового цветоеда (при плотности 3 жука на растение и более, при 10%-ном заселении растений), второго поколения рапсового пилильщика и других вредителей рекомендован ряд инсектицидов: моспилан, РП (0,06 кг/га); децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); каратэ зеон, КЭ (0,1–0,15 л/га); фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га). Первое опрыскивание против цветоеда проводят в начале бутонизации, второе – спустя 7–8 дней (до цветения).

При появлении на посевах первых признаков фомоза, альтернариоза (черная пятнистость), склеротиниоза, серой гнили в фазе конца цветения посевы необходимо обработать фунгицидами импакт, КС (0,5 л/га); колосаль Про, КМЭ (0,4–0,6 л/га); альто супер, КЭ (0,4 л/га).

Для равномерного созревания семян и уничтожения сорняков при влажности семян не выше 25 % и естественном созревании около 80 % всех стручков за 5–10 дней до уборки рекомендована десикация посевов: реглон супер, ВР (3,0 л/га); баста, ВР (1,5–2,0 л/га). На яровом рапсе для этих целей рекомендован раундап, ВР (3,0 л/га).

4.8. МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВЫЕ ТРАВЫ

4.8.1. Основные вредные объекты в посевах многолетних бобовых трав

Вредители

Клеверные семяеды-апионы. Клевер повреждают, главным образом, три вида семяедов: желтоногий клеверный семяед флавипис, клеверный семяед априкапс и семяед аестивум. Жуки выедают небольшие дырочки, или «язвочки», в листьях, а личинки развиваются в головках клевера, нанося значительный вред.

В среднем потери семян клевера лугового составляют 35 %, а клевера ползучего и гибридного – свыше 50 %. Зимую-

ют жуки в основном на клеверищах, прилегающих к ним обочинах дорог под растительными остатками. Пробуждаются в конце апреля — начале мая. Личинки питаются содержимым цветков, съедая их за свою жизнь 5–11 штук. В одном соцветии (головке) питается 5–7 и более личинок. Окукливаются они в цветоложе, выгрызая внутреннюю камеру.

Клеверные стеблевые долгоносики-апионы. Широко распространены два вида: клеверный и зеленоватый стеблеед. Клеверный повреждает клевер гибридный, зеленоватый — клевер луговой. Зимуют жуки в тех же местах, где и клеверные семяеды-апионы. Пробуждаются и заселяют посевы в апреле—мае. В конце второй — начале третьей декады мая в фазе стеблевания клеверов начинают откладывать яйца в углубления, выгрызаемые самкой. Личинки отрождаются и внедряются в стебель, где развиваются до жука. В одном растении может питаться одновременно несколько личинок. Урожай семян снижается на 7–18 %, сена — на 10–25 %.

Фитономусы. Вредят клеверный листовой, малый клеверный и люцерновый листовой фитономусы. Жуки выедают дырочки в листьях и ямки в стеблях. Однако основной вред причиняют личинки, которые выгрызают пазушные почки, объедают снаружи бутоны, цветки, стебли, скелетируют листья или выедают в них дырочки.

Жуки зимуют под растительными остатками в поверхностном слое почвы на клеверных и люцерновых полях, обочинах канав, дорог и опушках леса. Из мест зимовки жуки выходят в апреле—мае. Яйца откладывают по одному или группами под эпидермис листа, в почки за прикрывающие чешуи и в стебли.

Клубеньковые долгоносики. Многолетние бобовые повреждают клеверный, мотыльковый, клеверный корневой, серый щетинистый, желтоногий, узколобый и большой люцерновый долгоносики.

Жуки этих видов «фигурно» объедают листья по краям, особенно вредоносны в засушливую весну. Личинки выедают содержимое клубеньков и ямки на корнях.

Зимуют в стадии половозрелых жуков мотыльковый и желтоногий; узколобый и люцерновый — в стадии неполово-

зрелых жуков и личинок на участках с многолетними бобовыми травами под растительными остатками в поверхностном слое почвы. Жуки пробуждаются в конце апреля и повреждают листья, при массовом заселении почти полностью их уничтожают. Личинки питаются корешками и азотфиксирующими клубеньками. Одна личинка уничтожает до 6 клубеньков. ЭПВ в фазу всходов — 10–15 жуков/м².

Клопы (люцерновый, луговой и некоторые другие). Люцерновый клоп зимует в фазе яйца внутри стеблей люцерны и многих сорных растений (марь белая, тысячелистник, шетинник и др.). В мае отрождаются личинки, массовое появление которых совпадает с периодом бутонизации люцерны. Личинки высасывают сок молодых листьев, почек, бутонов и завязей — вредят аналогично взрослым клопам. Бутоны и завязи опадают, верхушки стеблей увядают и засыхают. Урожай семян снижается (особенно в засуху) на 15–85 %. Луговой клоп вредит так же, как и люцерновый. Зимует взрослое насекомое на опушках леса или под растительными остатками многолетних трав.

Тли. Большой вред причиняют гороховая и люцерновая тли. Зимуют яйца в прикорневой части многолетних бобовых трав. В мае появляются личинки, из которых развиваются самки-основательницы. Они расселяются на другие растения. В течение летнего сезона самки тли рожают личинок без оплодотворения. На многолетних бобовых травах развивается одно-два поколения, затем появляются крылатые самки-расселительницы, которые перелетают на однолетние зернобобовые культуры. Осенью на многолетних бобовых травах появляются самцы и самки. Самки после оплодотворения в сентябре-октябре откладывают яйца.

Болезни

Рак (склеротиниоз). Заболевание заметно с возобновлением вегетации клевера после таяния снега. Побуревшая розетка легко отделяется от главного корня. В сырую погоду на корневой шейке растений хорошо заметна белая хлопьевидная грибница. С наступлением тепла и по мере подсыхания почвы на пораженных органах появляются белые, затем чернеющие склероции. В стадии склероциев возбудитель сохраняет жизне-

способность 5–6 лет. Склеротиниоз распространен в основном в северных районах Беларуси на тяжелых суглинистых почвах. Источниками инфекции являются зараженная склероциями почва, дикорастущие виды клевера, сорняки.

Бурая пятнистость. Первые признаки болезни появляются на листьях растений первого года жизни, вышедших из-под покрова, в виде бурых, почти черных округлых пятен диаметром 1–3 мм, на отрастающих растениях — во второй декаде мая. Болезнь имеет ежегодное распространение во всех агроклиматических зонах республики. Благоприятствуют развитию болезни умеренный температурный режим и повышенная влажность.

Источники инфекции — пораженные растительные остатки, дикорастущие виды клевера, плохо очищенные семена.

Аскохитозом поражаются листья, стебли, всходы. Листья покрываются темно-коричневыми неправильно-округлыми пятнами диаметром 2–9 мм со слабо выраженной концентрической зональностью. При сильном поражении пятна сливаются, и листья преждевременно засыхают. На них хорошо заметны с верхней стороны погруженные в ткань округлые темно-коричневые пикниды. Зимуют пикниды на растительных остатках, а также розеточных листьях растений клевера, поразившихся аскохитозом в первый год жизни. Весной споры разносятся ветром, дождем, заражая всходы, а на растениях второго года жизни происходит нарастание инфекции. Первые признаки болезни на отрастающих растениях появляются в конце второй — начале третьей декады мая. Возбудитель развивается в широком диапазоне температуры и влажности: для заражения растений достаточно кратковременных осадков или обильных рос. Низкая требовательность возбудителя к экологическим условиям обуславливает широкое ежегодное распространение болезни во всех агроклиматических зонах Республики Беларусь.

Аскохитоз ухудшает качество сена и снижает урожай примерно на 20 %.

Антракноз. Заболевание поражает стебли, черешки и пластинки листьев, цветки, семена. Наиболее отчетливо прояв-

ляется на стебле и черешках. Пятна различные по величине, 0,5–3 см длиной, иногда захватывающие целые междоузлия и обуславливающие перелом стеблей и черешков, вначале желтовато-бурые с темными краями, впоследствии чернеющие, вдавленные, приобретающие характер язв. На пораженных листовых пластинках первоначально появляется сетчатость вследствие побурения жилок, затем — угловатое побурение тканей. Поражение соцветия проявляется в побурении тканей обертки и чашечек, на которых во влажную погоду появляются бело-желтые спорокучки гриба. Лепестки больных растений имеют сине-фиолетовую окраску и вследствие потери тургора выглядят опаленными.

Растения поражаются во всех стадиях развития начиная от формирования прикорневой розетки. Зимует возбудитель болезни на растительных остатках в виде псевдопикнидий, которые созревают в третьей декаде апреля — первой декаде мая, в зависимости от температуры. Во влажные годы болезнь широко распространена в посевах клевера во всех агроклиматических зонах страны. На клевере первого года жизни заболевание проявляется очагами. Источником инфекции являются больные семена, инфицированность которых колеблется по годам от 1,0 до 5,0 %.

Пероноспороз проявляется в виде легкого хлороза на верхней стороне листьев. С нижней стороны налет спороношения гриба нежного беловато-серого, едва заметного, затем серовато-фиолетового цвета. Инфекция сохраняется в виде ооспор в пораженных органах или эндофитного мицелия, зимующего в живых тканях узла кущения, а также в оболочке семян. Болезнь распространена повсеместно. Способствуют ее развитию прохладная погода, а также частые и обильные дожди.

Мучнистая роса. Наиболее страдает от данного заболевания клевер гибридный. Для развития болезни благоприятна повышенная температура воздуха днем и пониженная ночью. Образуется беловатый налет на верхней и нижней сторонах листа, состоящий из мицелия и спороношения гриба. Позднее образуются многочисленные плодовые тела — клейстокарпии. Кроме листьев, болезнь поражает стебли, а иногда и чашечки. Пораженные листья желтеют и преждевременно засыхают.

На клевере луговом мучнистая роса встречается локально, чаще к концу вегетации. На клевере гибридном развитие болезни ежегодно носит эпифитотийный характер.

Сорные растения

Наибольший ущерб посевам клевера наносят преобладающие сорняки: ромашка непахучая (из-за того, что трудно отделить семена при очистке клевера), подорожники, осот полевой, бодяк полевой, шавели, одуванчик, мятлик однолетний, пырей ползучий.

4.8.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов

Клевер луговой хорошо растет на дерново-подзолистых почвах, серых лесных, а также черноземных почвах с pH 6–7. Он не переносит кислых почв. При pH ниже 4,5 выпадает. Посевы данной культуры неустойчивы на супесчаных почвах, подстилаемых песками. Клевер гибридный к почвам не особенно требователен, но предпочитает суглинистые и супесчаные с pH 6–7. Однако переносит и кислотность pH 4–5. Клевер белый (ползучий) произрастает на почвах с pH 4,5–8, но избегает очень кислых и сухих.

Содержание фосфора и калия должно быть средним (130–150 мг/кг почвы), участки желательно располагать с южным или юго-западным уклоном.

На формирование 1 т сена клевер луговой потребляет из почвы (кг): фосфора – 5–6; калия – 16–17. Применение полных доз удобрений способствует уменьшению развития ржавчины. Для придания устойчивости к заболеваниям обязательно рекомендуется применять микроэлементы: молибден, бор, медь. Молибден особенно важен, так как улучшает образование клубеньков на корнях клевера, что способствует лучшей фиксации азота из воздуха, повышает облиственность растений, размер и качество урожая.

Место клевера в севообороте определяется видом покровной культуры. Подсев можно производить под озимую рожь или пшеницу, овес, ячмень. Иногда клевер подсевают под покров вико-овсяной или горохо-овсяной смесей, убираемых на зеленый корм. В каждом хозяйстве следует выбирать такие

культуры, которые обеспечивают хороший рост растений под покровом и, следовательно, уменьшают развитие заболеваний. Следует учитывать, что на поля, где появился рак, клевер возвращается через 7 лет.

В Беларуси районированы следующие сорта клевера лугового: Слуцкий раннеспелый местный, Цудоўны, Тернопольский 2, Долголетний, Витебчанин, Мерея, Долина, Янтарны и др.

У гибридного клевера районированы сорта Турский 1, Красавик; у ползучего — Нямуняй, Волат, Лирепа, Духмяны.

Раннее скашивание зараженного клевера способствует уменьшению развития аскохитоза, ржавчины.

При посеве клевера лугового весной под озимые зерновые на него не оказывает отрицательного влияния осенняя обработка такими гербицидами, как кварц супер, кугар, линтур. В этом случае не возникает необходимости дополнительного внесения гербицидов весной. Подсев клевера можно проводить также через 1–2 дня после весенней обработки диаленом, диаленом супер.

Для ликвидации очагов развития болезней и вредителей рекомендуется проводить скашивание дикорастущих клеверов и других бобовых. При подкашивании семенников красного клевера в начале образования бутонов отпадает необходимость химической борьбы с долгоносиком-семяежом, а последующее цветение клевера совпадает с периодом наибольшей активности опылителей.

С целью профилактики заражения растений болезнями рекомендуется производить уборку трав в оптимальные сроки на низком срезе и без потерь.

Для уничтожения проволочника и личинок клубенькового долгоносика на клеверищах до вспашки рекомендуется проводить обязательное дискование дернины в 2–3 следа.

Хранение семян следует осуществлять только в очищенном виде в сухих продезинфицированных помещениях.

4.8.3. Система мероприятий по химической защите многолетних бобовых культур

Важнейшим профилактическим средством защиты растений являются соблюдение правильного чередования культур

и размещение их в полях севооборота. Бобовые травы возвращать на прежнее место можно не ранее чем через 5–6 лет, после рапса — не ранее чем через 3 года. Необходимо соблюдать пространственную изоляцию от посевов бобовых культур и участков из-под бобовых прошлогодного посева (не менее 2–3 км) из-за накопления там вредителей и болезней. Почвы должны быть со средним содержанием фосфора и калия (130–150 мг/кг), участки желательно располагать с южным или юго-западным уклоном.

После уборки предшествующей культуры проволочника однолетние и многолетние сорняки уничтожаются при проведении агротехнических мероприятий: лущение стерни на глубину 6–8 см, повторное лущение через 3–4 недели на глубину 10–12 см, зяблевая вспашка на глубину пахотного горизонта.

Вегетирующие многолетние злаковые (пырей и др.) и двудольные сорняки (осот, бодяк) можно обрабатывать глифосатсодержащими гербицидами раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (1,6–3,2 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (2,0–4,0 л/га) после уборки предшествующей культуры. Вспашку проводить через 15 дней.

Перед посевом рекомендуется нитрагинизация семян для компенсации повреждения вредителями и болезнями (клубеньковые долгоносики, тли, аскохитоз, антракноз, бурая пятнистость, пероноспороз и др.) сапронитом (250 мл на гектарную норму высева семян).

Для повышения устойчивости растений к болезням (антракноз, аскохитоз, бурая пятнистость) на почвах, нуждающихся в микроэлементах, необходимо внести молибден — при рядковом внесении по 50 кг молибденизированного суперфосфата на 1 га, при некорневой подкормке — молибдат аммония, 52 % (0,1–0,2 кг/га). Борные удобрения вносят в почву из расчета 0,7–2,0 кг д.в. бора на 1 га, при некорневой подкормке используют борную кислоту (0,5–1,0 кг/га).

Беспокровные посевы и зерновые с подсевом клевера лугового при кущении покровной культуры и наличии первого тройчатого листа у трав обрабатывают против однолетних, некоторых многолетних двудольных сорняков гербицидами

базагран, 480 г/л в.р. + 2М-4Х 750, в.р. (2,0 + 0,7 л/га); 2М-4Х 750, в.р. (0,6–1,0 л/га); дикопур М, в.р. (1,0 л/га); агритокс, в.к. (0,8–1,2 л/га). Беспокровные посевы и зерновые с подсевом клевера ползучего обрабатывают базаграном, 480 г/л в.р. (2,0–4,0 л/га); агритоксом, в.к. (0,8–1,2 л/га). Беспокровные посевы и зерновые с подсевом клевера гибридного опрыскивают гербицидом базагран, 480 г/л в.р. (3,0–4,0 л/га); при опрыскивании им люцерны норма расхода составляет 2,0 л/га.

Через 3–4 недели после уборки покровной культуры посевы клевера ползучего на семена против многолетних и однолетних злаковых сорняков можно обработать гербицидами тайфун, КЭ (2,0–3,0 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–2,0 л/га).

На семенных посевах люцерны до начала весеннего отрастания культуры для уничтожения однолетних двудольных и злаковых сорняков эффективен гербицид зенкор, ВДГ (1,4 кг/га); зенкор ультра, КС (1,4 л/га); зонтран, ККР (1,0–1,5 л/га).

Весной в течение 2–3 недель от начала отрастания при бороновании семенных посевов клеверов и люцерны уничтожаются клубеньковые долгоносики, галлицы, склеротиниоз (рак) клевера, сорняки.

В период весеннего отрастания до начала стеблевания культуры семенных посевов клеверов лугового, ползучего и гибридного однолетние двудольные сорняки можно уничтожить гербицидом базагран, 480 г/л в.р. (3,0–4,0 л/га).

При высоте культуры 10–15 см для опрыскивания семенных посевов люцерны второго года вегетации рекомендованы гербициды зенкор, ВДГ (1,4 кг/га) или зенкор ультра, КС (1,4 л/га) (против однолетних двудольных и злаковых) и базагран, 480 г/л в.р. (1,5–2,0 л/га) (против однолетних двудольных).

В конце стеблевания – бутонизации эффективно опрыскивание посевов клевера лугового, оставляемых для получения семян, без подкоса при наличии 18 жуков клеверного семяеда на 1 м² и в начале откладки яиц инсектицидами брейк, МЭ (0,1 л/га); каратэ зеон, МКС (0,2 л/га); суми-альфа, КЭ (0,2–0,3 л/га); фастак, КЭ (0,15–0,2 л/га). При угрозе эпифитотийного развития болезней (антракноз, аскохитоз, бурая пят-

нистость) к инсектицидам добавляются фунгициды абсолют, КЭ (1,0 л/га); тилт, КЭ (1,0 л/га); григоль, КЭ (1,0 л/га).

Те же препараты используются при опрыскивании семенных посевов клевера гибридного инсектицидами против клеверных семяеда, стеблевых долгоносиков и других вредителей (при наличии 4 жуков семяеда на 1 м² и в начале откладки яиц).

Для уничтожения клубеньковых долгоносиков, клеверных семяеда, клопов, тли необходимо проводить обязательное подкашивание клевера ползучего на высоте 6–10 см с одновременной уборкой зеленой массы и с немедленным последующим опрыскиванием инсектицидами при наличии 6 жуков/м². Повторное опрыскивание провести через 5–7 суток рано утром или поздно вечером (время, безопасное для опылителей). Инсектициды можно использовать те же, что и на клевере луговом.

Через 7–10 дней после первого укуса люцерны для уничтожения повилики и некоторых других сорняков посевы рекомендовано обрабатывать гербицидами пивот, 10 % в.к. (1,0 л/га); пилараунд, 360 г/л в.р. (0,6–0,8 л/га).

После ранневесеннего подкашивания семенных посевов клевера ползучего многолетние и однолетние злаковые сорняки эффективно уничтожают граминициды тайфун, КЭ (2,0–3,0 л/га); фюзилад форте, 15 % к.э. (0,75–2,0 л/га).

Опрыскивание семенников клевера лугового инсектицидами в конце стеблевания – начале бутонизации после подкашивания проводят против клеверных семяеда (при наличии 30 жуков на 1 м²) и других вредителей. При угрозе эпифитотийного развития болезней (антракноз, аскохитоз, бурая пятнистость) к инсектицидам добавляются фунгициды. Инсектициды и фунгициды применяются те же, что и при первом укусе.

Убирать травы необходимо в оптимальные сроки на низком срезе отдельным способом. Для дружного созревания и подсушивания семенники клевера при спелости головок на 85–90 % можно обработать десикантом реглон супер, ВР (3,0–4,0 л/га); раундапом, ВР (6,0–8,0 л/га); куратором, ВР (6,0–8,0 л/га); шквалом, ВРК (6,0–8,0 л/га).

4.9. МНОГОЛЕТНИЕ ЗЛАКОВЫЕ ТРАВЫ

4.9.1. Основные вредные объекты в посевах многолетних злаковых трав

Вредители

Колосовые мухи — самые распространенные вредители тимофеевки луговой. Индикатором лёта является начало цветения черемухи (конец апреля — первая декада мая). Заселение растений обычно происходит в начале массового лёта при максимальной дневной температуре выше 15 °С и среднесуточной — выше 8,5 °С. Самки откладывают по одному яйцу на верхнюю сторону листа ближе к основанию. Вредят личинки, которые проникают через влагалище листа к формирующемуся султану. Они питаются колосовыми и цветочными чешуйками, оголяя стержень, и обычно заканчивают развитие до начала выколашивания тимофеевки, затем падают в почву, где в коконах зимуют. Массовый уход личинок на окукливание совпадает с выколашиванием тимофеевки. Численность колосовых мух и их вредоносность выше на полях многолетнего пользования.

Пустоцветный трипс появляется на полях многолетних злаковых трав в конце фазы выхода в трубку. Основные повреждения наносит в фазе выколашивания (выметывания), вызывая череззерницу, пустоколосость. В Республике Беларусь развивается в двух поколениях. Развитие первого происходит в семенных посевах, второго — после скашивания трав на сено, сенаж. Характер питания вредителя аналогичен ржаному трипсу.

Ржаной трипс заселяет посевы в начале фазы выхода трав в трубку. Весь цикл развития и питания (имаго и личинки питаются соком растений) проходит за влагалищами листьев. Вызывает частичную белоколосость, преждевременное усыхание листьев.

Зимуют трипсы в стерне под растительными остатками на полях многолетних трав, обочинах дорог и канав, опушках леса.

Костровый комарик в условиях Беларуси развивается в 3–4 поколениях. Развитие одной генерации продолжается

18–22 дня. Вылет комарика наблюдается в фазе выметывания костреца безостого. Самки откладывают яйца за цветочную чешуйку. Вредят личинки. В фазе выметывания они уничтожают завязь, вызывая пустоколосость, а при повреждении в период формирования зерновки — щуплость семян и снижение их посевных качеств. Основная масса таких семян остается в поле во время уборки. Зимуют диапаузирующие личинки вместе с семенами на поле и складе.

Болезни

Сколекотрихоз. Весной (конец мая) на листьях и влагалищах между жилками появляются вначале точечные, затем продолговатые бурые пятна, нередко сливающиеся и приводящие к гибели всего листа или его части. Наиболее поражает семенники ежи сборной по всей стране. При выметывании метелки поражаются стебли ее колосков, которые при сильном развитии болезни засыхают, семена не развиваются или становятся щуплыми. Зимует мицелий гриба в растительных остатках и живых растениях.

Гельминтоспориозом заболевают семена, всходы, листья, корневая шейка и корни злаковых трав. На овсянице луговой и костреце безостом появляется темно-бурая пятнистость. Кострец безостый заболевает ранней весной, в начале отрастания розетки или выхода в трубку, овсяница луговая — в фазах трубкования — колошения. На листьях появляются мелкие темно-коричневые удлиненно-овальные пятна с желтым окаймлением. Кроме овсяницы луговой и костреца безостого гельминтоспориоз поражает тимофеевку луговую, ежу сборную, житняк широкополосый, райграс пастбищный и высокий, канареечник тростниковидный, мятлик луговой, бекманию обыкновенную, овсяницу красную и тростниковидную. При этом урожай семян и качество корма снижаются. При увеличении развития болезни в фазе цветения на 1 % урожай семян овсяницы луговой может снижаться на 9 кг/га, в фазе созревания — на 2 кг/га, костреца безостого — на 5 и 2,8 кг/га соответственно. Поражение гельминтоспориозом овсяницы луговой вызывает снижение содержания незаменимых аминокислот в зеленой массе на 2–31 %, костреца безостого — на 6–46 %.

На овсянице луговой и костреце безостом в отдельные годы встречается сетчатая пятнистость, в отличие от темно-бурой имеющая сетчатый рисунок.

Возбудитель гельминтоспориоза сохраняется мицелием в семенах, живых зимующих растениях, а также в растительных остатках, находящихся на поверхности почвы и на глубине до 10 см. На глубине 20–25 см гриб теряет жизнеспособность.

Ринхоспориоз поражает ежу сборную во всех фазах развития. Болезнь проявляется на листьях и влагалищах в виде пятен. Споры, образующиеся на пятнах, разносятся ветром и во влажную погоду быстро поражают соседние растения. При поражении основания листа или его средней части верхняя часть поникает, сгнивает или засыхает. Болезнь развивается только во влажный период. Инфекция сохраняется в форме мицелия в живых растениях и растительных остатках.

Гетероспориоз поражает только тимopheевку луговую. На листьях образуются многочисленные мелкие (2–3 мм) светло-бурые пятна с пурпурной каймой. Болезнь развивается с момента отрастания злака и прогрессирует в течение периода вегетации. Возбудитель сохраняется мицелием в живых растениях, растительных остатках, а также конидиями в поле на поверхности семян. Посев такими семенами вызывает поражение всходов.

Чехловидная болезнь вредоносна в северных районах нашей страны на посевах старовозрастной тимopheевки луговой. В первой половине мая на стеблях и соцветиях появляется беловатый налет, который затем уплотняется. При этом образуется грибное ложе — стромма (2–8 см). Стромма перехватывает стебель, как бы душит его, генеративные побеги не развиваются, соцветия не образуются. Заболевание проявляется через год. Инфекция сохраняется мицелием в живых растениях и в пораженных стеблях.

Ржавчина. Культивируемые злаки поражаются линейной (стеблевой), корончатой, желтой и бурой ржавчиной. На листьях, стеблях, влагалищах, а иногда и чешуйках в период стеблевания проявляются ржаво-бурые, позднее — темно-бурые или черные пустулы. Все виды ржавчины обладают способностью в течение лета давать несколько генераций уре-

Мятлик луговой предпочитает умеренно увлажненные плодородные почвы с кислотностью, близкой к нейтральной, но хорошо удаётся и на слабокислых (рН 5,5–7). Для двукисточника тростникового необходимы такие же условия произрастания, но данный злак легко переносит подтопление.

Тимофеевка луговая хорошо растет на различных почвах. Она не удаётся лишь на песчаных, заболоченных и засоленных участках. Оптимальная кислотность для данной культуры 5,5–6,0.

Лисохвост луговой хорошо растет на почвах с рН 6,5–7,5.

Место в севообороте. Размещение посевов многолетних трав следует производить на участках, где их не было 4–5 лет.

В полеводстве тимофеевку луговую чаще всего высевают в смеси с клевером луговым, люцерной посевной или другим бобовым растением. Поэтому она занимает то поле в севообороте, которое отведено многолетним травам. В чистом виде ее высевают при семенной культуре. В этом случае посевы размещают после картофеля или корнеплодов, хорошо удобренных навозом, или в специальных севооборотах.

Удобрения. Многолетние злаковые травы хорошо отзываются на последствие органических удобрений, которые вносят или под покровную культуру (озимые), или же под предшественник покровной культуры, например под пропашные, после которых высевают яровые с подсевом трав.

Дозы минеральных удобрений определяются планируемым урожаем, но следует помнить, что для реализации высокого потенциала злаков интенсивного типа необходимо вносить ежегодно не менее 120 кг д.в. азота, 45–60 кг д.в. фосфора и 90–120 кг д.в. калия на 1 га. Полную дозу фосфорных и 40 % азотных и калийных удобрений вносят ранней весной, остальную часть — равными долями после первого и второго укосов.

На образование 1 ц сена тимофеевка луговая выносит из почвы 1,3–1,4 кг азота, 0,6–0,8 кг оксида фосфора и 1,9–2,0 кг оксида калия; при семенной культуре для создания 1 ц семян и соответствующего количества надземной массы — 22,7 кг азота, 6,3 кг оксида фосфора и 25,6 кг оксида калия.

доспор, легко разносимых ветром, вследствие чего болезнь быстро прогрессирует, и к концу вегетации наблюдается массовое накопление инфекции. Ржавчина ослабляет ассимиляцию растений, снижает урожай, качество сена и семян.

Кормовые злаки, пораженные ржавчиной, могут служить источником распространения болезни и на хлебные злаки. Промежуточными хозяевами некоторых ржавчинных грибов являются барбарис, слабительная крушина, василистник и сорняки из бурачниковых. Эти растения и их пораженные остатки — источники инфекции. Все перечисленные болезни присущи как культивируемым злаковым травам, так и дикорастущим.

Сорные растения

Наибольший ущерб в посевах многолетних трав наносят ромашка непахучая, виды пикульника, осота, мятлик однолетний, щавели, подорожники, пырей ползучий.

4.9.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов

Отношение к почвам. Овсяница тростниковая нетребовательна к почвенным и климатическим условиям, обладает высокой зимостойкостью, выдерживает подтопление грунтовыми водами, но не выносит длительного затопления; овсяница красная предпочитает нейтральные или слабокислые среднеувлажненные почвы; овсяница луговая не переносит кислых почв.

Двукосточник тростниковый так же, как и овсяница тростниковая, наивысшие урожаи дает на почвах влажных, с близким стоянием грунтовых вод, однако в культуре вполне удовлетворительно развивается и на умеренно влажных, суглинистых почвах.

Кострец безостый и ежа сборная предпочитают связные некислые супеси и дерново-подзолистые легкие суглинки. Кострец плохо растет на тяжелых глинистых почвах, однако хорошо — на пойменных и торфяно-болотных почвах, где благодаря своим корневищам быстро распространяется. Для ежи оптимальная кислотность 6,2–7.

Мятлик луговой предпочитает умеренно увлажненные плодородные почвы с кислотностью, близкой к нейтральной, но хорошо удается и на слабокислых (рН 5,5–7). Для двустичника тростникового необходимы такие же условия произрастания, но данный злак легко переносит подтопление.

Тимофеевка луговая хорошо растет на различных почвах. Она не удается лишь на песчаных, заболоченных и засоленных участках. Оптимальная кислотность для данной культуры 5,5–6,0.

Лисохвост луговой хорошо растет на почвах с рН 6,5–7,5.

Место в севообороте. Размещение посевов многолетних трав следует производить на участках, где их не было 4–5 лет.

В полеводстве тимофеевку луговую чаще всего высевают в смеси с клевером луговым, люцерной посевной или другим бобовым растением. Поэтому она занимает то поле в севообороте, которое отведено многолетним травам. В чистом виде ее высевают при семенной культуре. В этом случае посе́вы размещают после картофеля или корнеплодов, хорошо удобренных навозом, или в специальных севооборотах.

Удобрения. Многолетние злаковые травы хорошо отзываются на последствие органических удобрений, которые вносят или под покровную культуру (озимые), или же под предшественник покровной культуры, например под пропашные, после которых высевают яровые с подсевом трав.

Дозы минеральных удобрений определяются планируемым урожаем, но следует помнить, что для реализации высокого потенциала злаков интенсивного типа необходимо вносить ежегодно не менее 120 кг д.в. азота, 45–60 кг д.в. фосфора и 90–120 кг д.в. калия на 1 га. Полную дозу фосфорных и 40 % азотных и калийных удобрений вносят ранней весной, остальную часть — равными долями после первого и второго укосов.

На образование 1 ц сена тимофеевка луговая выносит из почвы 1,3–1,4 кг азота, 0,6–0,8 кг оксида фосфора и 1,9–2,0 кг оксида калия; при семенной культуре для создания 1 ц семян и соответствующего количества надземной массы — 22,7 кг азота, 6,3 кг оксида фосфора и 25,6 кг оксида калия.

На 1 ц сена овсяница луговая потребляет из почвы 1,4–1,5 кг азота, 0,8–1,0 кг оксида фосфора и 2,4–2,7 кг оксида калия. У ежи сборной данные показатели составляют соответственно 2,3–2,5, 0,4–0,5, 3,6–3,8 кг.

Организационно-хозяйственные мероприятия. Перед закладкой семенников посев злаковых трав следует размещать на расстоянии 200 м от старовозрастных посевов злаковых трав и посевов зерновых (ячменя, пшеницы) с целью исключения опасности заражения новых посевов ржавчиной, гельминтоспориозом и другими заболеваниями.

В борьбе с гельминтоспориозом для костреца безостого и овсяниц луговой, красной, тростниковидной нужно не использовать ячмень, пшеницу в качестве предшественников. Райграс пастбищный, ежу сборную, мятлик луговой не включать в качестве компонентов в смесях для выращивания с овсяницей луговой и кострцом безостым.

Сорта. В Беларуси районированы следующие сорта многолетних злаковых трав: тимофеевки луговой — по всей республике Майская 1, Белорусская 1308, Белорусская местная, Волна, Лифля, Билбо; сорт Лишка районирован только по Минской, Витебской, Могилевской областях.

Сорт ежи сборной Амба районирован только по Витебской области. По всей республике районированы сорта Магутная, Приекульская 30.

Повсеместно районированы сорта двукисточника тростникового Первенец, Приокский, костреца безостого — Моршанский 760, лисохвоста лугового — Хальяс, мятлика болотного — Швелне, полевицы гигантской — Гуода, овсяницы красной — Шилис, овсяницы луговой — Дотнурская 1, Зорка, мятлика лугового — Данго.

Сорта овсяницы тростниковой Балтика, Зарница также районированы по всей Беларуси, а ФРРСЦ-1 — только по Минской и Могилевской областям.

У райграса пастбищного сорта Пашавы, Дуэт районированы по всей республике, Липринта — только по Брестской, Витебской, Липresso — только по Брестской, Калибра — только по Могилевской областям.

4.9.3. Система мероприятий по химической защите многолетних злаковых культур

Необходимы лущение стерни на 6–8 см дисковыми орудиями, вспашка на глубину пахотного слоя, лущение на 8–10 и 12–14 см корпусными орудиями или плоскорезами для уничтожения однолетних и многолетних сорняков, почвообитающих вредителей.

После уборки предшественника возможно опрыскивание многолетних и однолетних злаковых и двудольных сорняков (пырей, виды полыни, осота и др.) глифосатсодержащими гербицидами раундап, ВР (4,0–6,0 л/га); гладиатор, ВР (1,6–3,2 л/га); торнадо, ВР (4,0–6,0 л/га); ураган форте, ВР (2,0–4,0 л/га). В этом случае вспашка проводится не ранее чем через 15 дней.

Для защиты от семенной и почвенной инфекции протравливание с увлажнением (5 л воды на 1 т семян) кондиционных семян злаковых трав рекомендовано проводить заблаговременно (за 1–2 месяца до посева, но не позднее чем за неделю, при влажности семян выше 15 % — за 5 дней до посева).

При наличии в посевах однолетних двудольных сорняков положительные результаты дает опрыскивание в фазе кущения семенников многолетних трав в год посева под покров зерновых или без покрова гербицидами хвосток экстра, ВР (2,0–3,0 л/га); гербитокс, ВРК (1,0–1,5 л/га); агритокс, в.к. (1,0–1,5 л/га).

Для уничтожения этих сорняков в фазе 2–3 листьев до начала трубкования рекомендуется опрыскивание тимopheевки луговой одним из гербицидов, указанных выше.

На данной культуре можно в фазе 1–2 листьев проводить опрыскивание диаленом супер, ВР (0,6 л/га).

Опрыскивание костреца безостого и лисохвоста лугового в год посева под покровом яровых зерновых и без покрова против однолетних двудольных сорняков в фазе 1–2 листьев до начала трубкования возможно гербицидами хвосток экстра, ВР (2,0–3,0 л/га); гербитокс, ВРК (1,0–1,5 л/га); агритокс, в.к. (1,0–1,5 л/га).

В фазе кущения проводится опрыскивание ежи сборной при посеве под покров зерновых и без покрова при наличии однолетних двудольных сорняков теми же гербицидами.

Весной посевы многолетних злаковых трав 1–2-го года пользования в меньшей степени повреждаются вредителями и поражаются болезнями. Необходимо выделить на семенные цели посевы первых лет жизни. Подкормка семенников осуществляется элементами минерального питания по потребности культуры.

В начале вегетации весной семенные посевы многолетних трав 2-го года жизни против однолетних двудольных сорняков можно обработать гербицидом хвостокс экстра, ВР (3,0–5,0 л/га).

В борьбе с однолетними двудольными сорняками, в том числе устойчивыми к 2,4-Д и 2М-4Х, в фазе кущения рекомендуется проводить опрыскивание семенных посевов многолетних злаковых трав диаленом супер, ВР (0,6 л/га).

В фазе выхода в трубку тимopheсвки (начало цветения чермухи) возможен массовый лёт колосовых мух. При наличии более 30 особей на 100 взмахов сачком необходимо обработать посевы в год сбора семян инсектицидами децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); суми-альфа, КЭ (0,15 л/га).

В год сбора семян мятлика лугового, овсяницы луговой, костреца безостого, райграса пастбищного при массовом появлении трипсов, клопов и других вредителей эффективную опрыскивание посевов инсектицидами актеллик, КЭ (1,0–1,5 л/га); сэмпай, КЭ (0,15 л/га); суми-альфа, КЭ (0,15 л/га).

Наибольший вред кострецу безостому в период выметывания наносят костровый комарик, костровые мухи-семяеды, злаковые трипсы. В год сбора семян при массовом появлении этих вредителей рекомендована обработка посевов инсектицидами актеллик, КЭ (1,0–1,5 л/га); суми-альфа, КЭ (0,15 л/га).

В фазе колошения райграса пастбищного, выметывания костреца безостого и овсяницы луговой возможно опрыскивание посевов в год сбора семян при первых признаках появления гельминтоспориоза фунгицидами гриколь, КЭ (0,5 л/га); тилт, КЭ (0,5 л/га); эхион, КЭ (0,5 л/га).

В период вегетации против вредителей, болезней (чехловидная болезнь) и сорняков необходимы своевременное обкашивание обочин дорог и канав, ранние повторные укосы травостоя тимофеевки луговой.

Эти же мероприятия, а также отдельная уборка краевых полос эффективны в борьбе со спорыньей.

В период уборки при сильной степени повреждения трав клещами помогает скашивание их на высоте 5–10 см.

Большую роль в профилактике гельминтоспориоза и других пятнистостей играет своевременная уборка семенников. Она предпочтительна в сухую погоду, после чего положительные результаты дают воздушно-тепловой обогрев семян, сушка до стандартной влажности (15 %), сортировка.

В годы использования семенников сразу после уборки необходимо провести сгребание стерни и вывоз с полей растительных остатков. На полях, вышедших из-под трав, немало почвообитающих вредителей, возбудителей болезней уничтожаются при дисковании дернины в 2–3 следа на глубину 10–12 см.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные вредные объекты в посевах зерновых культур.
2. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посевов зерновых культур?
3. Как осуществляется система мероприятий по химической защите озимых зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков?
4. Как осуществляется система мероприятий по химической защите яровых зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков?
5. Назовите основные вредные объекты в посевах кукурузы.
6. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посевов кукурузы?
7. Опишите систему мероприятий по химической защите кукурузы от вредителей, болезней и сорняков.
8. Назовите основные вредные объекты в посевах однолетних зернобобовых культур.
9. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посевов однолетних зернобобовых культур?
10. Опишите систему мероприятий по химической защите однолетних зернобобовых культур от вредителей, болезней и сорняков.

11. Назовите основные вредные объекты в посевах кормовой и сахарной свеклы.

12. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посевов кормовой и сахарной свеклы?

13. Перечислите мероприятия по химической защите кормовой и сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков.

14. Назовите основные вредные объекты в посадках картофеля.

15. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посадок картофеля?

16. Как осуществляется система мероприятий по химической защите картофеля от вредителей, болезней и сорняков?

17. Назовите основные вредные объекты в посевах льна-долгунца.

18. Опишите систему учета фитосанитарного состояния посевов льна-долгунца.

19. Как осуществляется система мероприятий по химической защите льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков?

20. Назовите основные вредные объекты в посевах озимого и ярового рапса.

21. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посевов озимого и ярового рапса?

22. Изложите систему мероприятий по химической защите озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков.

23. Назовите основные вредные объекты в посевах многолетних бобовых трав.

24. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посевов многолетних бобовых трав?

25. Опишите систему мероприятий по химической защите многолетних бобовых трав от вредителей, болезней и сорняков.

26. Назовите основные вредные объекты в посевах многолетних злаковых трав.

27. Каким образом осуществляется система учета фитосанитарного состояния посевов многолетних злаковых трав?

28. Как осуществляется система мероприятий по химической защите многолетних злаковых трав от вредителей, болезней и сорняков?

ЛИТЕРАТУРА

Основная

Болезни и вредители сельскохозяйственных культур. Вредители крестоцветных, овощных, плодовых и ягодных культур : учеб.-метод. пособие / сост. : М.Л. Снитко [и др.]. Горки, 2014.

Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений ; сост. : Л.В. Плешко [и др.]. Минск, 2014.

Злотин, А.З. Селекция насекомых / А.З. Злотин // *Итоги науки и техники.* 1990. Т. 10 : Энтомология. С. 96–167.

Интегрированная защита растений : метод. указания к лабораторно-практическим занятиям / Н.И. Протасов [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. Горки, 2008.

Интегрированная защита растений : учеб. / Ю.А. Миренков [и др.]. Минск, 2008.

Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь ; Ин-т защиты растений НАН Беларуси ; под ред. С.В. Сороки. Минск, 2005.

Кажарский, В.Р. Фитосанитарный контроль и прогноз как теоретическая основа интегрированной защиты растений / В.Р. Кажарский. Горки, 2008.

Кауфман, Б.З. Преферентное поведение беспозвоночных / Б.З. Кауфман. Петрозаводск, 1995.

Кипятков, В.Е. Мир общественных насекомых / В.Е. Кипятков. Л., 1991.

Козлов, М.В. Влияние антропогенных факторов на популяции наземных насекомых / М.В. Козлов // *Итоги науки и техники: ВИНТИ.* 1990. Т. 13 : Энтомология. С. 166.

Козлов, С.Н. Гербология : учеб.-метод. пособие / С.Н. Козлов, П.А. Саскевич, В.Р. Кажарский. Минск, 2015.

- Миренков, Ю.А.** Агроэкологические основы применения химических средств защиты растений : курс лекций / Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич. Горки, 2009.
- Миренков, Ю.А.** Защита полевых культур от вредителей, болезней и сорной растительности : учеб.-метод. пособие / Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич. Горки, 2009.
- Миренков, Ю.А.** Интегрированная защита полевых культур : учеб. пособие / Ю.А. Миренков, А.Р. Цыганов, П.А. Саскевич. Горки, 2005.
- Миренков, Ю.А.** Химические средства защиты растений / Ю.А. Миренков, П.А. Саскевич, С.В. Сорока. Несвиж, 2011.
- Монастырский, А.Л.** Массовое разведение насекомых для биологической защиты растений / А.Л. Монастырский, В.В. Горбатовский. М., 1991.
- Мэгарран, Э.** Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. М., 1992.
- Общая фитопатология :** учеб. / К.В. Попкова [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2005.
- Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур :** сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию ; рук. разработ. : Ф.И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. 2-е изд., испр. и доп. Минск, 2013.
- Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур :** сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию ; рук. разработ. : Ф.И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. Минск, 2012.
- Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала :** сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси ; рук. разработ. : В.Г. Гусаков [и др.]. Минск, 2010.
- Практикум по общей фитопатологии :** учеб. пособие / П.Н. Головин [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. СПб., 2002.
- Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии :** учеб. пособие / В.А. Шкаликов [и др.] ; под ред. В.А. Шкаликова. М., 2004.
- Саскевич, П.А.** Агробιοлогическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь : монография / П.А. Саскевич, Ю.А. Миренков, С.В. Сорока. Несвиж, 2008.

Слепченко, Л.Г. Энтомология : пособие / Л.Г. Слепченко, Д.М. Бояр. Минск, 2007.

Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. материалов / НИИЗиС НАН Беларуси ; сост. : М.А. Кадыров, Д.В. Лужинский, А.Н. Киселева ; под общ. ред. М.А. Кадырова. Минск, 2005.

Сорока, С.В. Химический метод защиты растений и обеспечение экологической безопасности его применения в сельском хозяйстве Беларуси / С.В. Сорока, А.Ф. Скурят, П.М. Кислушко. Минск, 2005.

Тамарина, Н.А. Основы технической энтомологии / Н.А. Тамарина. М., 1990.

Химическая защита растений : учеб. / Н.И. Протасов [и др.]. Минск, 2004.

Химические и биологические средства защиты сельскохозяйственных культур от вредителей : учеб.-метод. пособие / С.Н. Козлов [и др.]. Горки, 2010.

Чернышев, В.Б. Экологическая защита растений / В.Б. Чернышев // Защита растений. 1994. Вып. 8. С. 46–47.

Чернышев, В.Б. Экология насекомых : учеб. / В.Б. Чернышев. М., 1996.

Чикин, Ю.А. Общая фитопатология. Часть 1 : учеб. пособие / Ю.А. Чикин. Томск, 2001.

Энтомология. Часть 2 : учеб.-метод. пособие / сост. К.М. Онуфрейчик [и др.]. 2-е изд., доп. и перераб. Горки, 2009.

Дополнительная

Андрианова, Н.С. Экология насекомых / Н.С. Андрианова. М., 1970.

Бондаренко, Н.В. Биологическая защита растений / Н.В. Бондаренко. М., 1986.

Бондаренко, Н.В. Практикум по общей энтомологии : учеб. пособие / Н.В. Бондаренко, А.Ф. Глушенко. 2-е изд., перераб. и доп. Л., 1985.

Буга, С.Ф. Защита растений : учеб. пособие / С.Ф. Буга, Н.И. Протасов, В.Ф. Самерсов ; под ред. А.Л. Амбросова. Минск, 1983.

Войтова, Л.Р. Практикум по фитопатологии : учеб. пособие / Л.Р. Войтова. Минск, 1988.

Злотин, А.З. Техническая энтомология : справ. пособие / А.З. Злотин. Киев, 1989.

Мазохин-Поршняков, Г.А. Почему насекомые летят на свет? / Г.А. Мазохин-Поршняков // Энтномол. обзор. 1960. Т. 39. С. 52–58.

Осмоловский, Г.Е. Энтомология / Г.Е. Осмоловский, Н.В. Бондаренко. 2-е изд., перераб. и доп. Л., 1980.

Попкова, К.В. Общая фитопатология : учеб. / К.В. Попкова. М., 1989.

Родигин, М.Н. Общая фитопатология : учеб. пособие / М.Н. Родигин. М., 1978.

Сельскохозяйственная энтомология / А.А. Мигулин [и др.] ; под ред. А.А. Мигулина, Г.Е. Осмоловского. М., 1976.

Тишлер, В. Сельскохозяйственная экология / В. Тишлер. М., 1971.

Яковлева, Н.П. Фитопатология. Программированное обучение : учеб. пособие / Н.П. Яковлева. М., 1983.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СИСТЕМАТИКА ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Отдел	Класс, подкласс	Группа порядков	Порядок	Семейство	Род
Царство <i>Protozoa</i>					
<i>Plasmodiophoromycota</i>	<i>Plasmodiophoromycetes</i>	—	<i>Plasmodiophorales</i>	<i>Plasmodiophoraceae</i>	<i>Plasmodiophora</i> , <i>Spongospora</i>
Царство <i>Chromista</i>					
<i>Oomycota</i>	<i>Oomycetes</i>	—	1. <i>Saprolegniales</i>	<i>Saprolegniaceae</i>	<i>Saprolegnia</i> , <i>Aphanomyces</i>
			2. <i>Peronosporales</i>	1. <i>Pythiaceae</i>	<i>Pythium</i> , <i>Phytophthora</i>
				2. <i>Peronosporaceae</i>	<i>Plasmopara</i> , <i>Peronospora</i> , <i>Pseudoperonospora</i> , <i>Bremia</i>
				3. <i>Albuginaceae</i>	<i>Albugo</i>
Царство <i>Mycota (Fungi)</i>					
<i>Chytridiomycota</i>	<i>Chytridiomycetes</i>	—	<i>Chytridiales</i>	1. <i>Olpidiaceae</i>	<i>Olpidium</i>
<i>Zygomycota</i>	<i>Zygomycetes</i>	—	1. <i>Mucorales</i>	2. <i>Synchytriaceae</i>	<i>Synchytrium</i>
				2. <i>Entomophthorales</i>	<i>Mucoraceae</i>
<i>Ascomycota</i>	1. <i>Archaeoscomycetes</i>	—	<i>Entomophthoraceae</i>	<i>Entomophthora</i>	
	2. <i>Hemiascomycetes</i>	—	<i>Taphrinales</i>	<i>Taphrinaceae</i>	<i>Taphrina</i>
	3. <i>Euascomycetes</i>	1. <i>Plectomycetidae</i>	<i>Saccharomycetales</i>	<i>Saccharomycetaceae</i>	<i>Saccharomyces</i> , <i>Endomyces</i>
			<i>Eurotiales</i>	<i>Eurotiaceae</i>	<i>Eurotium</i> , <i>Eupenicillium</i> , <i>Euaspergillus</i>

Отдел	Класс, подкласс	Группа порядков	Порядок	Семейство	Род
		2. <i>Pyrenomycetidae</i>	1. <i>Erysiphales</i>	<i>Erysiphaceae</i>	<i>Sphaerotheca</i> , <i>Erysiphe</i> , <i>Podosphaera</i> , <i>Microsphaera</i> , <i>Uncinula</i> , <i>Phyllactinia</i>
			2. <i>Clavicipitales</i>	<i>Clavicipitaceae</i>	<i>Claviceps</i> , <i>Epichloe</i>
			3. <i>Hypocreales</i>	1. <i>Hypocreaceae</i>	<i>Hypocrea</i>
				2. <i>Nectriaceae</i>	<i>Dialonectria</i> , <i>Calonectria</i> , <i>Gibberella</i>
			4. <i>Sphaeriales</i>	<i>Polystigmaceae</i>	<i>Polystigma</i> , <i>Phylachora</i>
			5. <i>Diaportales</i>	1. <i>Gnomoniaceae</i>	<i>Gnomonia</i>
				2. <i>Valsaceae</i>	<i>Valsa</i>
				3. <i>Diaportaceae</i>	<i>Gnomerella</i>
		3. <i>Discomycetidae</i>	1. <i>Phacidiales</i>	1. <i>Euphacidiaceae</i>	<i>Rhytisma</i> , <i>Coccomyces</i> , <i>Lophodermium</i>
			2. <i>Helotiales</i>	1. <i>Sclerotiniaceae</i>	<i>Sclerotinia</i> , <i>Monilinia</i>
				2. <i>Dermateaceae</i>	<i>Pseudopeziza</i>
			3. <i>Pezizales</i>	<i>Pezizaceae</i>	<i>Peziza</i>
	4. <i>Loculoascomycetes</i>	—	1. <i>Myriangiales</i>	<i>Myriangiaceae</i>	<i>Elsinoe</i>
			2. <i>Dothideales</i>	<i>Mycosphaerellaceae</i>	<i>Mycosphaerella</i>
			3. <i>Pleosporales</i>	<i>Pleosporaceae</i>	<i>Pleospora</i> , <i>Venturia</i> , <i>Ophiobolus</i> , <i>Pyrenophora</i>
<i>Basidiomycota</i>	1. <i>Basidiomycetes</i>	—	1. <i>Thelephorales</i>	<i>Stereaceae</i>	<i>Stereium</i>
	1.1. <i>Homobasidiomycetidae</i>		2. <i>Ramariales</i>	<i>Clavariaceae</i>	<i>Typhula</i>
			3. <i>Polyporales</i>	<i>Polyporaceae</i>	<i>Fomes</i> , <i>Serpula</i>
	1.2. <i>Heterobasidiomycetidae</i>	—	<i>Auriculariales</i>	<i>Corticiaceae</i>	<i>Hypochnus</i> , <i>Heliobasidium</i>

Отдел	Класс, подкласс	Группа порядков	Порядок	Семейство	Род
	2. <i>Ustilaginomycetes</i>	—	1. <i>Exobasidiales</i>	<i>Exobasidiaceae</i>	<i>Exobasidium</i>
			2. <i>Ustilaginales</i>	1. <i>Ustilaginaceae</i>	<i>Ustilago, Sorosporium, Sphacelotheca</i>
				2. <i>Tilletiaceae</i>	<i>Tilletia, Urocystis, Entyloma, Neovossia</i>
	3. <i>Urediniomycetes</i>	—	<i>Uredinales</i>	1. <i>Pucciniaceae</i>	<i>Uromyces, Puccinia, Gymnosporangium, Tranzschelia</i>
				2. <i>Phragmidiaceae</i>	<i>Phragmidium</i>
				3. <i>Melampsoraceae</i>	<i>Melampsora</i>
				4. <i>Cronartiaceae</i>	<i>Cronartium</i>
	1. <i>Hyphomycetes</i>	—	<i>Hyphomycetales</i>	1. <i>Moniliaceae</i>	<i>Monilia, Oospora, Oidium, Botrytis, Verticillium, Penicillium, Aspergillus, Trichoderma, Ramularia, Trichothecium, Cercospora, Mastigosporium</i>
				2. <i>Dematiaceae</i>	<i>Cladosporium, Fusicladium, Helminthosporium, Drechslera, Bipolaris, Alternaria, Cercospora</i>
				3. <i>Tuberculariaceae</i>	<i>Fusarium, Tubercularia</i>
<i>Deuteromycota</i>	2. <i>Coelomycetes</i>	—	1. <i>Melanconiales</i>	<i>Melanconiaceae</i>	<i>Gloeosporium, Aureobasidium, Colletotrichum, Marssonina, Cylindrosporium, Sphaceloma</i>
			2. <i>Sphaeropsidales</i>	1. <i>Nectroidaceae</i>	<i>Polystigmata</i>
				2. <i>Sphaeropsidaceae</i>	<i>Phoma, Cytotheca, Phomopsis, Sphaeropsis, Ascochyta, Septoria, Diplodia, Phyllosticta</i>
	3. <i>Agonomycetes</i>	—	<i>Myceliales</i>	—	<i>Rhizoctonia, Sclerotium</i>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Раздел 1. ЭНТОМОЛОГИЯ	5
1.1. МОРФОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ	5
1.1.1. Голова и ее придатки	5
1.1.2. Грудь и ее придатки	10
1.1.3. Брюшко и его придатки	13
1.2. ФИЗИОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ	15
1.2.1. Кожные покровы и их производные	15
1.2.2. Производные кожи	17
1.2.3. Полость тела, расположение внутренних органов. Жировое тело	17
1.2.4. Нервная система насекомых	20
1.2.5. Органы чувств у насекомых	25
1.2.6. Поведение насекомых	27
1.2.7. Мышечная система	28
1.2.8. Пищеварительная система	29
1.2.9. Кровеносная система	32
1.2.10. Органы дыхания	32
1.2.11. Органы выделения	33
1.2.12. Органы размножения	35
1.3. БИОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ	36
1.3.1. Развитие насекомых	36
1.3.2. Назначение и характеристика фаз развития насекомых	39
1.3.3. Способы размножения насекомых	49
1.3.4. Жизненный и годичный циклы насекомых	51
1.3.5. Диапауза как регулятор жизненного цикла	52
1.4. СИСТЕМАТИКА НАСЕКОМЫХ	55
1.5. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ НАСЕКОМЫХ	68

Раздел 2. ФИТОПАТОЛОГИЯ	79
2.1. ПОНЯТИЕ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ	79
2.2. НЕИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ	84
2.2.1. Болезни растений, вызываемые недостатком элементов питания в почве	85
2.2.2. Болезни растений, вызываемые неблагоприятными условиями влажности	90
2.2.3. Болезни растений, вызываемые неблагоприятными температурными условиями	91
2.2.4. Болезни растений, связанные с загрязнением окружающей среды	94
2.2.5. Болезни растений, вызываемые другими абиотическими и биотическими факторами	95
2.3. ИНФЕКЦИОННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ	96
2.3.1. Понятие о паразитизме возбудителей болезней растений и его формах	96
2.3.2. Специализация возбудителей болезней растений	98
2.3.3. Грибы как возбудители болезней сельскохозяйственных культур	99
2.3.4. Бактерии — возбудители болезней сельскохозяйственных культур	124
2.3.5. Вирусы — возбудители болезней сельскохозяйственных культур	129
2.3.6. Микоплазмы и актиномицеты — возбудители болезней сельскохозяйственных культур	135
2.3.7. Сопряженность патологических процессов при инфекционных и неинфекционных болезнях	137
2.3.8. Понятие об иммунитете растений	138
2.4. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ БОЛЕЗНЕЙ	140
Раздел 3. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ	155
3.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	155
3.2. АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ МЕТОД	157
3.3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД	166
3.4. АВТОЦИДНЫЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОДЫ	183
3.4.1. Автоцидный метод	183
3.4.2. Генетический метод	192

3.5. ФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД	194
3.6. МЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД	197
3.7. КАРАНТИН РАСТЕНИЙ	198
3.8. СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ МЕТОД	203
3.9. ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД	210
Раздел 4. СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЕ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР	218
4.1. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ	218
4.1.1. Основные вредные объекты в посевах зерновых культур	218
4.1.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов	225
4.1.3. Система мероприятий по химической защите озимых зерновых	229
4.1.4. Система мероприятий по химической защите яровых зерновых	231
4.2. КУКУРУЗА	234
4.2.1. Основные вредные объекты в посевах кукурузы	234
4.2.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов	236
4.2.3. Система мероприятий по химической защите кукурузы	238
4.3. ОДНОЛЕТНИЕ ЗЕРНОБОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ	240
4.3.1. Основные вредные объекты в посевах зернобобовых культур	240
4.3.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов	244
4.3.3. Система мероприятий по химической защите зернобобовых культур	247
4.4. КОРМОВАЯ И САХАРНАЯ СВЕКЛА	249
4.4.1. Основные вредные объекты в посевах кормовой и сахарной свеклы	249
4.4.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов	254
4.4.3. Система мероприятий по химической защите свеклы...	256

4.5. КАРТОФЕЛЬ	258
4.5.1. Основные вредные объекты в посевах картофеля	258
4.5.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов	269
4.5.3. Система мероприятий по химической защите картофеля.....	270
4.6. ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ	274
4.6.1. Основные вредные объекты в посевах льна-долгунца ...	274
4.6.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники и сортов	283
4.6.3. Система мероприятий по химической защите льна-долгунца	285
4.7. ОЗИМЫЙ И ЯРОВОЙ РАПС	289
4.7.1. Основные вредные объекты в посевах рапса	289
4.7.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов.....	294
4.7.3. Система мероприятий по химической защите рапса.....	295
4.8. МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВЫЕ ТРАВЫ	297
4.8.1. Основные вредные объекты в посевах многолетних бобовых трав	297
4.8.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов.....	302
4.8.3. Система мероприятий по химической защите многолетних бобовых культур	303
4.9. МНОГОЛЕТНИЕ ЗЛАКОВЫЕ ТРАВЫ	307
4.9.1. Основные вредные объекты в посевах многолетних злаковых трав.....	307
4.9.2. Фитосанитарное состояние посевов в зависимости от организации севооборотов, приемов агротехники, сортов.....	310
4.9.3. Система мероприятий по химической защите многолетних злаковых культур.....	313
ЛИТЕРАТУРА	317
ПРИЛОЖЕНИЕ. Систематика фитопатогенных грибов	321

Учебное издание

**Коготько Людмила Георгиевна
Стрелкова Елена Владимировна
Саскевич Павел Александрович и др.**

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Учебное пособие

Редактор, технический редактор *И.В. Счеснюк*
Корректор *Е.Г. Шкляревская*
Дизайн обложки *И.В. Дворникова*

Подписано в печать 15.07.2016. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 19,12 + 0,7 (вкл.). Уч.-изд. л. 15,29 + 0,37 (вкл.).
Тираж 400 экз. Заказ 81.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Республиканский институт профессионального образования.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/245 от 27.03.2014.
Ул. К. Либкнехта, 32, 220004, Минск. Тел.: 226 41 00, 200 43 88.

Отпечатано в Республиканском институте
профессионального образования. Тел. 200 69 45.

ISBN 978-985-503-583-2



9 789855 035832



С. А. Курбанов

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ СПО

2-е издание, исправленное и дополненное

Рекомендовано Учебно-методическим отделом среднего профессионального образования в качестве учебного пособия для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования

**Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru**

Москва • Юрайт • 2019

УДК 631(075.32)

ББК 40я723

К93

Автор:

Курбанов Серажутдин Аминович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, почетный работник агропромышленного комплекса России, заведующий кафедрой земледелия, почвоведения и мелиорации факультета агротехнологии и землеустройства, проректор по учебной работе Дагестанского государственного аграрного университета имени М. М. Джембулатова.

Рецензенты:

Гимбатов А. Ш. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства и кормопроизводства Дагестанского государственного аграрного университета имени М. М. Джембулатова;

Бородычев В. В. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, член-корреспондент РАН, директор Волгоградского филиала Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова.

Курбанов, С. А.

К93 Земледелие : учеб. пособие для СПО / С. А. Курбанов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 251 с. — (Серия : Профессиональное образование).

ISBN 978-5-534-08133-6

В учебном пособии изложены теоретические и практические основы современного земледелия, почвоведения, мелиорации и агрохимии. Рассмотрены основные приемы экологизации и биологизации вышеуказанных наук при использовании почв, построении севооборотов, обработке почвы, применении мелиораций и удобрений. Даны основы агроландшафтных систем земледелия.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и профессиональным требованиям.

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

УДК 631(075.32)

ББК 40я723



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-534-08133-6

© Курбанов С. А., 2009

© Курбанов С. А., 2016, с изменениями

© ООО «Издательство Юрайт», 2019

Оглавление

Введение.....	7
---------------	---

Часть 1 ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Глава 1. Почва и ее происхождение.....	13
1.1. Понятие о почве	13
1.2. Общая схема почвообразовательного процесса.....	13
1.3. Факторы почвообразования	15
1.4. Почвенный профиль, его строение и морфологические признаки	18
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	25
Глава 2. Состав, свойства и режимы почвы.....	26
2.1. Минералогический и химический состав почвообразующих пород и почв	27
2.2. Органическая часть почвы.....	28
2.3. Поглотительная способность и реакция почв	32
2.4. Общие физические и физико-механические свойства почвы	35
2.5. Водный режим почвы	38
2.6. Воздушный режим почвы.....	42
2.7. Тепловой режим почвы	43
2.8. Плодородие почвы и способы его регулирования.....	46
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	48
Глава 3. Основные типы почв России и их использование	49
3.1. Закономерности распространения почв и их классификация	49
3.2. Почвы таежно-лесной зоны	50
3.3. Почвы лесостепной и степной зон.....	55
3.3.1. Лесостепная зона	55
3.3.2. Степная зона	59
3.4. Почвы зоны сухих степей и полупустынь.....	62
3.4.1. Почвы зоны сухих степей	62
3.4.2. Почвы зоны полупустынь	64
3.5. Интразональные почвы	65
3.5.1. Засоленные почвы и солоды	65
3.5.2. Почвы пойм.....	69
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	70

Глава 4. Бонитировка почв и оценка земель	72
4.1. Земельный кадастр и земельный фонд России	72
4.2. Бонитировка почв	74
4.3. Агропроизводственная группировка почв	75
4.4. Качественная и экономическая оценка земли.....	76
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>77</i>

Часть 2 ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Глава 5. Факторы жизни и законы земледелия	81
5.1. Требования растений к факторам жизни	81
5.2. Законы земледелия	85
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>88</i>
Глава 6. Сорные растения и борьба с ними	89
6.1. Сорные растения и их вредоносность	89
6.2. Биологические особенности сорных растений	94
6.3. Классификация сорных растений.....	96
6.4. Меры борьбы с сорняками	99
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>107</i>
Глава 7. Севообороты	108
7.1. Основные понятия и определения	108
7.2. Предшественники основных культур севооборотов	114
7.3. Классификация севооборотов.....	118
7.4. Принципы построения севооборота и их оценка.....	123
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>126</i>
Глава 8. Обработка почвы.....	127
8.1. Задачи обработки почвы и технологические операции при ее обработке	127
8.2. Физико-механические свойства почвы и их влияние на качество обработки	130
8.3. Приемы обработки почвы.....	132
8.3.1. Приемы основной обработки почвы	132
8.3.2. Приемы мелкой и поверхностной обработки почвы	140
8.4. Понятие о системе обработки почвы	147
8.4.1. Принципы построения системы обработки почвы.....	148
8.4.2. Системы обработки почв в севообороте	149
8.5. Обработка почвы под яровые культуры	154
8.6. Обработка почвы под озимые культуры.....	159
8.7. Предпосевная и послепосевная обработка почвы.....	163
8.8. Особенности обработки почвы при орошении	166
8.9. Контроль качества приемов обработки почвы	169
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>171</i>

Глава 9. Агротехнические основы защиты пахотных земель от эрозии	172
9.1. Эрозия, ее виды и условия проявления	172
9.2. Защита почв от водной эрозии	175
9.3. Защита почв от ветровой эрозии	178
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>182</i>

Глава 10. Основы мелиорации земель	183
10.1. Понятие о мелиорации и ее типах	183
10.2. Общие сведения об орошении	185
10.3. Способы орошения и техника полива культур	186
10.4. Общие сведения об осушении	190
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>192</i>

Часть 3 ОСНОВЫ АГРОХИМИИ

Глава 11. Питание растений и классификация удобрений	195
11.1. Химический состав и питание растений	195
11.2. Классификация удобрений	197
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>199</i>

Глава 12. Удобрения и их характеристика	200
12.1. Минеральные удобрения	200
12.1.1. Азотные удобрения	200
12.1.2. Фосфорные удобрения	201
12.1.3. Калийные удобрения	203
12.1.4. Комплексные удобрения	204
12.2. Органические удобрения	205
12.2.1. Навоз	206
12.2.2. Другие виды органических удобрений	209
12.3. Косвеннодействующие удобрения	210
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>212</i>

Глава 13. Система удобрений	213
13.1. Система удобрений и ее составные части	213
13.2. Способы внесения удобрений	214
13.3. Эффективность применения удобрений	216
<i>Вопросы для самопроверки знаний</i>	<i>218</i>

Часть 4 СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Глава 14. Системы земледелия	221
14.1. История развития систем земледелия	221
14.2. Методологические принципы разработки современных систем земледелия	227

14.3. Основные звенья современных систем земледелия.....	229
Вопросы для самопроверки знаний	233
Словарь терминов	234
Рекомендуемая литература	250
Новые издания по дисциплине «Земледелие»	
и смежным дисциплинам	251

Введение

Агрономия (от греческого «agros» — поле и «nomos» — закон) — комплекс наук о возделывании сельскохозяйственных растений, повышении плодородия почвы и урожайности, рациональном использовании сельскохозяйственных угодий. Современная агрономия дифференцирована на ряд самостоятельных наук: земледелие, агрохимия, мелиорация, растениеводство, селекция и семеноводство и др. Теоретической основой этих дисциплин служат такие естественные науки, как почвоведение, ботаника, физиология растений, генетика, экология и др.

Земледелие — важнейшая агрономическая наука, изучающая общие приемы возделывания сельскохозяйственных культур, способы наиболее рационального использования земли и повышения плодородия почвы. Земледелие, как базовая отрасль сельскохозяйственного производства, призвана обеспечить производство достаточного количества продуктов питания для населения, кормов для животноводства и сырья для перерабатывающей промышленности при высоком их качестве, наименьших затратах труда и средств и низкой себестоимости продукции.

Главное средство производства в земледелии — почва и зеленое растение. Превращение кинетической энергии Солнца с помощью зеленых растений в потенциальную энергию органического вещества — главная особенность сельскохозяйственного производства, отличающая его от других видов производства. Солнечная энергия поступает на Землю неравномерно как по периодам года, так и в том числе суток, что обуславливает сезонность труда земледельца, а также важность своевременного проведения полевых работ.

Различные виды и сорта растений обладают неодинаковой способностью усваивать энергию Солнца и создавать то или иное количество органического вещества. Имеются различия и в качестве продукции. Человечество всегда стремилось к максимальному накоплению и разумному расходованию энергии органических соединений в виде различных продуктов земледелия. Но растениеводческая продукция не может долго храниться и поэтому ежегодно должна создаваться заново, что определяет непрерывность сельскохозяйственного производства.

Продуктивность земледелия во многом зависит от правильного подбора возделываемых культур и сортов, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям местности, от структуры посевных площадей, от обеспеченности другими земными факторами жизни,

которые они получают, как правило, из почвы и из приземного слоя атмосферы.

К. А. Тимирязев (1843—1920) главной задачей научного земледелия считал изучение требований культурных растений и разработку способов их удовлетворения. Эти способы (обработка почвы, внесение удобрений, мелиорация, выбор предшественника и др.) должны быть направлены, прежде всего, на развитие растений в нужном для земледельца направлении, например для получения максимального количества семян хорошего качества, для развития вегетативных органов, для получения корнеплодов и т. д.

Несмотря на многообразие культурных растений, возделываемых человеком, все они требуют оптимальных условий для жизни и, прежде всего благоприятных почвенных условий, т. е. плодородной почвы. Если земля является необходимым условием для всякого производства, то в сельском хозяйстве она выступает как основное его средство, отличающееся от других средств своей территориальной ограниченностью, что обязывает земледельца сохранять и непрерывно улучшать ее.

Изучение почв, их происхождение, строение и состав, закономерности географического распространения, возникновение и развитие плодородия, взаимосвязи с внешней средой, использование в народном хозяйстве составляют задачу *почвоведения*. Знания о почве служат фундаментом для системы обработки почвы, применения удобрений, мелиораций, защиты почв от эрозии.

Одна из задач рационального использования земли — такое размещение культурных растений, при котором они могли бы создавать наибольшее количество органического вещества, а с каждого гектара можно было бы получить, возможно, больше продукции, не снижая плодородия почвы.

Важным средством повышения плодородия почвы является общие приемы агротехники: научно обоснованные севообороты, система обработки почвы, мероприятия по борьбе с сорняками, которые рассматриваются в центральной главе данного учебного пособия — земледелии.

Поддержание и повышение почвенного плодородия одна из важнейших задач, стоящих перед специалистами агропромышленного комплекса (АПК). Основной путь повышения плодородия почвы и, как следствие, повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, является использование удобрений, особенно органических.

Классик российской агрохимической науки академик Д. Н. Прянишников (1865—1948) так охарактеризовал предмет и задачи *агрохимии*: «Задачей агрохимии является изучение круговорота веществ в земледелии и выявлении тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растениях, которые могут повышать урожай или изменять его состав. Главным способом вмешательства в этот круговорот является применение удобрений».

Возможность оперативного регулирования пищевого режима почвы и растений с помощью удобрений выдвигает агрохимию в число тех прикладных наук, которые в большей степени определяют прогресс в земледелии, поэтому отдельная глава учебного пособия посвящена удобрениям и способам их применения с учетом ресурсосбережения и экологической безопасности.

В учебном пособии изложены так же основные сведения о свойствах и типах основных почв страны, о требованиях культурных растений к основным факторам жизни и методах их регулирования, более подробно излагаются практические приемы земледелия в разных почвенно-климатических зонах. Отдельная глава посвящена мелиорации земель, способам их орошения и осушения.

Важный резерв повышения эффективности земледелия — внедрение экологически безопасных технологий, предусматривающих совершенствование систем обработки почвы, их минимализацию и дифференциацию в различных почвенно-климатических условиях, применение умеренных, экологически и экономически обоснованных доз минеральных удобрений и средств защиты посевов, а также рациональные методы и приемы использования высокопроизводительной техники, обеспечивающие ресурсосбережение и получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур.

Земледелие — комплексная учебная дисциплина, опирающаяся на такие общепрофессиональные агрономические дисциплины, как ботаника, физиология растений, почвоведение, агрометеорология, сельскохозяйственные машины, интегрированная система защиты растений и др.

В результате изучения дисциплины «Земледелие» студент должен освоить:

трудовые действия

- владения методами оценки качества проводимых полевых работ;
- методами защиты почв от эрозии;
- методами экспериментальных исследований в земледелии;

необходимые умения

- определять видовой состав сорняков и разрабатывать интегрированную систему защиты по борьбе с сорняками;
- составлять схемы севооборотов, технологии ресурсосберегающих обработок почвы и систему мероприятий по защите почв от эрозии;

необходимые знания

- законов земледелия, факторов жизни растений и методах регулирования;
- биологические особенности сорняков и методы защиты растений от них;
- научных основ севооборотов, принципов их построения, введения и освоения;
- способов обработки почвы и защиты почв от эрозии и дефляции;
- научных основ адаптивно-ландшафтных систем земледелия и методы их проектирования.

Часть 1

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ



Глава 1

ПОЧВА И ЕЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ

1.1. Понятие о почве

Почвоведение как наука сформировалась в XIX столетии. Основоположником научного почвоведения был выдающийся русский ученый Василий Васильевич Докучаев (1846—1903), определивший почву как «дневные — или близкие к ним горизонты горных пород (все равно каких), которые были более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов — живых и мертвых, что и сказывается известным образом на составе, структуре и цвете таких образований. Где этого условия нет, там нет и естественных почв, а есть или искусственная смесь, или горная порода». Этим он подчеркивал особенность почвы как самостоятельного природного тела, образовавшегося в результате изменения верхней части земной коры под воздействием выше перечисленных факторов.

Академик В. Р. Вильямс (1863—1939) развил биологическое учение о почве и ее плодородии и конкретизировал определение почвы как «рыхлый поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений». Этим он подчеркивал важнейшее свойство почвы, присущее только ей, ее плодородие.

Почва — основное и незаменимое средство сельскохозяйственного производства, богатство любой страны, так как она обеспечивает человека продуктами питания, животноводство — кормами, а промышленность — сырьем. Сельское хозяйство целиком построено на использовании почвы, поэтому знание ее происхождения, состава, свойств, распространения и путей повышения плодородия — необходимое условие повышения уровня сельскохозяйственного производства.

1.2. Общая схема почвообразовательного процесса

Много миллионов лет потребовалось для того, чтобы горные породы, покрывающие Землю, превратились в почву. Горные породы, из которых формируется почва, называют почвообразующими, или материнскими. Образование почв из горных пород происходит под воздействием двух процессов, протекающих на земной поверхности — выветривания и почвообразования.

Выветривание — процесс разрушения горных пород и образования рыхлых обломочных пород. В зависимости от факторов, разрушающих горные породы, различают физическое, химическое и биологическое выветривание.

Физическое выветривание это процесс механического дробления горных пород под воздействием температуры, воды, ветра, не вызывающее изменение химического состава. В дневные часы солнечные лучи нагревают поверхностные слои горной породы, которые в ночные часы быстро охлаждаются, что приводит к образованию в них трещин. В образовавшиеся трещины попадает атмосферная влага, которая при замерзании увеличивается в объеме и раскалывает породу. Из-за физического выветривания горная порода разрушается на обломки различной величины, называемые рыхляком.

Магическое выветривание это процесс разрушения горной породы под влиянием воды, углекислого газа и кислорода воздуха, с изменением химического состава и образованием новых минералов, отсутствующих в первичных породах.

Биологическое выветривание связано с возникновением жизни на Земле. Микроорганизмы создают условия для произрастания низших растений (водорослей, мхов, лишайников). По сравнению с микроорганизмами они сильнее изменяют состав породы, накапливают органическое вещество и создают условия для поселения высших растений и животных организмов.

Почвообразовательный процесс начинается с того момента, когда на рыхляке горной породы поселяются живые организмы и происходит накопление органического вещества.

В результате жизнедеятельности поселившихся на породе живых организмов происходит использование основных (NPK) и других элементов питания и концентрация их в своем теле в форме сложных органических соединений. После отмирания живых организмов их органические остатки накапливаются в верхних слоях земной поверхности и служат источником питания и энергии для микроорганизмов. Часть остатков минерализуется и становится доступной для новых поколений растений, часть — превращается в новые органические вещества и накапливается в виде **гумуса**. То есть, происходит круговорот элементов питания, который, по предложению В. Р. Вильямса, был назван малым биологическим круговоротом веществ (рис. 1).

Накопление гумуса в верхних слоях и взаимодействие гумусовых веществ с минеральной частью породы приводит к образованию особого природного типа — почвы. Гумус содержится только в почвах и отсутствует в почвообразующих породах.

Таким образом, в основе почвообразовательного процесса лежит биологический круговорот веществ, благодаря которому почвообразующая порода приобретает качественно новое свойство — **плодородие**.

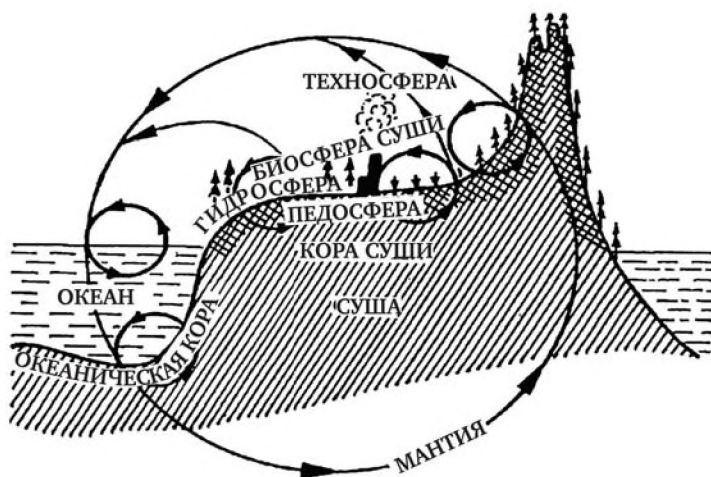


Рис. 1. Малый биологический круговорот веществ

1.3. Факторы почвообразования

Учение о факторах почвообразования создал В. В. Докучаев, который показал, что почва формируется под влиянием следующих факторов: климат, растительный и животный мир (биологический фактор), почвообразующая порода, рельеф местности и возраст почв. При этом он считал все факторы равнозначными и незаменимыми. В дальнейшем В. Р. Вильямс выделил еще один фактор почвообразования — производственную деятельность человека (антропогенный фактор).

Биологический фактор. Ведущая роль в почвообразовании и формировании плодородия почв принадлежит трем группам живых организмов — зеленым растениям, микроорганизмам и почвенным животным. Каждая из этих групп организмов выполняет свою роль, но только при их совместной деятельности почвообразующая порода превращается в почву. Доминирующее положение в почвообразовании принадлежит зеленым растениям, которые извлекают из породы зольные элементы и азот, синтезируют в процессе фотосинтеза органическое вещество, которое вместе с зольными элементами через опад попадает в почву.

Роль различных видов растительности существенно отличается и это основная причина многообразия почв в природе.

Микроорганизмы (бактерии, грибы, водоросли и лишайники) первыми поселяются на горной породе, активно участвуя в ее биологическом выветривании. Им принадлежит главная роль в процессах раз-

ложения растительных остатков зеленых растений и минерализации их до простых солей доступных растениям.

Они участвуют в процессах гумификации и минерализации гумуса, в разрушении и почвообразовании почвенных минералов, влияют на состав почвенного воздуха, регулируя в нем соотношение между кислородом и CO_2 (углекислый газ или диоксид).

В образовании почвы участвуют и почвенные животные, представленные нематодами, насекомыми, дождевыми червями, муравьями, кротами, грызунами и др. Все они используют органические остатки в виде пищи, способствуют ее разложению, ускоряют гумификацию растительных остатков, улучшают физические свойства почвы. Особую роль играют дождевые черви, которые пропускают через себя до 600 т мелкозема в год. Установлено, что многие почвы на 50, иногда на 89 % состоят из полуразрушенных агрегатов, созданных червями.

Климат — многолетний режим погоды, зависящий от географической широты, высоты над уровнем моря, формы рельефа, удаленности от морей и океанов. Сильнее всего на почвообразование влияют температура, атмосферные осадки и ветер. Главными показателями климата является тепло- и влагообеспеченность территорий. В качестве показателя теплообеспеченности принята сумма среднесуточных температур выше 10°C за вегетационный период:

Термический пояс	Сумма температур воздуха выше 10°C
Холодный (полярный)	400...600
Умеренно-холодный (бореальный)	600...2400
Умеренно-теплый (суббореальный)	2400...4000
Теплый (субтропический)	4000...8000
Жаркий (тропический)	> 8000

Для характеристики обеспеченности влагой используется гидротермический коэффициент, который рассчитывается по отношению осадков к испаряемости.

От сочетания температурных условий и увлажнения зависят тип растительности, скорость образования и разрушения органического вещества, количество и деятельность почвенных микроорганизмов и животных. Но это косвенное влияние климата на биологический круговорот и характер почвообразовательного процесса. Прямое влияние связано с непосредственным влиянием на породу и почву осадков, промачивания, размывания, нагревания, охлаждения, физического выветривания под действием ветра и т. п.

Таким образом, климат — важный фактор, определяющий интенсивность биологического круговорота веществ и обуславливающий многие особенности в свойствах почв в связи с его влиянием на все его режимы (водно-воздушный, тепловой, питательный и др.).

Почвообразующие (материнские) породы. Роль почвообразующей породы как фактора почвообразования заключается в том, что она служит субстратом, на котором впоследствии формируется почва. Почвообразующая порода передает почве свой гранулометрический, минералогический и химический состав. От гранулометрического состава породы зависят гранулометрический состав почвы и ее водно-физические свойства: плотность, пористость, влагоемкость, водопроницаемость и др. Эти свойства непосредственно влияют на характер почвообразовательного процесса, минерализацию и гумификацию растительных остатков, скорость передвижения веществ в почвенной толще.

Химический и минералогический состав породы определяют солевой состав, реакцию почвы, содержание элементов питания и направленность почвообразовательного процесса. Особенно большое значение имеет карбонатность и засоленность материнских пород. В таежно-лесной зоне карбонаты способствуют формированию почв с благоприятными физико-химическими свойствами, а в южных зонах на засоленных породах образуются солончаки и солонцы.

Рельеф — важнейший фактор почвообразования, влияющий на перераспределение солнечной энергии и осадков и, следовательно, на характер водного режима почв в зависимости от экспозиции и крутизны склонов. С повышенных элементов рельефа вода стекает по склонам и накапливается в понижениях, что приводит к переувлажнению и заболачиванию почв. С рельефом тесно связан уровень грунтовых вод: на повышениях они опущены на большую глубину, чем в понижениях. Близкое залегание грунтовых вод, особенно при их засоленности в условиях жаркого сухого климата, приводит к образованию солончаков. Рельеф во многом определяет степень водной эрозии почвы.

Рельеф влияет также на тепловой режим почвы: южные склоны всегда более теплые и сухие, чем северные, что создает различные условия для роста и развития растительности и приводит к образованию разных почв. Особенно важна роль рельефа в горных районах, где возникает вертикальная зональность климата, растительности и почв, как следствие понижения температуры воздуха с высотой и изменения условий увлажнения.

Возраст почв. Под возрастом почв подразумевается время в том числе, которого в данной местности идет почвообразовательный процесс. В разных почвенно-климатических зонах нашей страны почвы начали формироваться в различное время в зависимости от времени освобождения территории от ледника, поэтому возраст их неодинаков. В южных районах биологические процессы протекали дольше, поэтому там распространены старые почвы — каштановые и черноземы.

На севере же, в таежно-лесной зоне почвы более молодые, чем в степной зоне, а самые молодые почвы находятся в тундровой зоне, где территория освободилась от ледника позже всего и там позднее начался почвообразовательный процесс.

Производственная деятельность человека (антропогенный фактор). С начала использования почв, как средства сельскохозяйственного производства, человек изменял условия и интенсивность почвообразовательного процесса, а в отдельных случаях и его направленность, при этом менялись и свойства почв. На разных исторических этапах развития общества с изменением социально-экономических условий существования воздействие человека на почву возрастало. Вмешательство человека путем его целенаправленной деятельности приводит к изменению почв значительно быстрее, чем влияние природных факторов, и, как фактор почвообразования, становится решающим в современных условиях.

Воздействие человека на почву в процессе производственной деятельности заключается в вырубке лесов, осушении болот, орошении засушливых земель, создании искусственных водоемов, посадке защитных лесополос, пастбище скота, внесении удобрений, в том числе косвеннодействующих (известь, гипс), обработке почвы и др.

Научно обоснованные приемы агротехники ускоряют ход почвообразовательного процесса и формируют культурные почвы с высоким уровнем плодородия. В тех же случаях, когда почвы используют без учета их свойств с нарушением обоснованных рекомендаций, могут возникнуть такие отрицательные последствия, как эрозия, засоление, заболачивание, загрязнение и другие виды деградации почв, которые приводят к потере почвой плодородия.

1.4. Почвенный профиль, его строение и морфологические признаки

Формирование почвенного профиля является следствием почвообразовательного процесса в результате, которого почва приобретает ряд морфологических (или внешних) признаков, которыми она отличается от материнской породы. Основными морфологическими признаками являются строение почвенного профиля, мощность профиля и отдельных горизонтов, окраска, гранулометрический состав, структура, сложение, новообразования и включения.

Под влиянием почвообразовательного процесса вся почвенная толща дифференцируется на ряд расположенных в определенной последовательности горизонтов, получивших название генетических. Совокупность генетически сопряженных и закономерно сменяющихся почвенных горизонтов, на которые расчленяется почва в процессе почвообразования называется **почвенным профилем**. Под **строением** почвы понимается сочетание генетических горизонтов, образующих

почвенный профиль. В разных почвах это сочетание неодинаково. Наиболее распространенные на территории России почвы состоят из следующих генетических горизонтов, имеющих свое буквенное обозначение:

A_0 — лесная подстилка, или дернина, состоящая из полуразложившихся и переразложившихся продуктов лесного опада и остатков травянистой растительности;

A_1 — гумусо-аккумулятивный горизонт, формируется в верхней части профиля, темный, так как отличается максимальным накоплением гумуса и питательных элементов;

A_2 — элювиальный, характеризуется интенсивным разрушением и вымыванием (выщелачиванием) продуктов разрушения в нижележащие горизонты, что придает этому горизонту более светлую окраску;

B — иллювиальный горизонт или горизонт вымывания, где накапливаются продукты разрушения из вышележащих горизонтов. В результате вымывания он может обогатиться гумусом, илом, карбонатами, соединениями железа и др.;

G — глеевый горизонт, выделяется в тех случаях, когда почва формируется при длительном или постоянном избыточном увлажнении;

C — материнская порода, нижняя часть профиля, неизмененного почвообразовательным процессом;

D — подстилающая порода, выделяется в тех случаях, когда почвенные горизонты сформировались на одной породе, а ниже расположена другая порода с иными свойствами.

Мощность почвенного профиля — общая протяженность всех горизонтов до материнской породы. Выражается в сантиметрах и колеблется у различных почв от 40...50 до 100...150 см. Мощность почвенного горизонта — протяженность от верхней до нижней границы. Например, $A_0 = 0...5$ см, $A_1 = 5...25$ см и т. д. По мощности отдельных горизонтов можно судить о происхождении (генезисе) и плодородии почв. Чем мощнее гумусовый горизонт, тем плодороднее почва.

Окраска почвы и ее горизонтов зависит от сочетания гумусовых и минеральных веществ. Это важнейший морфологический признак, сразу же обращающий на себя внимание. Многие почвы получили свое название, соответствующее их окраске — чернозем, краснозем, серозем, бурозем, каштановые и др.

С давних времен земледельцы по окраске судили о плодородии почв, которое связывалось с черной или темно-серой окраской, обусловленной содержанием оксидов железа, которые, в зависимости от их концентрации окрашивают горизонты в охристый, коричневый или бурый цвет. Белый цвет обычно связан с наличием в почве оксидов кремния, алюминия, карбонатов кальция и магния и др. Сочетание тех или иных соединений может придавать горизонту самые разнообразные цвета и оттенки. Наиболее распространенные из них показаны в треугольнике С. А. Захарова (рис. 2).



Рис. 2. Треугольник окрасок почвы по С. А. Захарову

Окраска почвы сильно изменяется в зависимости от влажности (чем почва влажнее, тем окраска темнее), от структурного состояния почвы (чем почва содержит больше пылеватых фракций, тем она светлее), от характера освещенности. Поэтому сравнивать окраску нескольких почв нужно при одинаковых условиях.

Гранулометрический (механический) состав. Гранулометрическим составом называется относительное содержание в почве механических элементов. Все механические элементы размером более 0,01 мм называют физическим песком, а менее 0,01 — физической глиной.

В основе классификации почв по гранулометрическому составу лежит соотношение частиц физической глины и физического песка (табл. 1).

1. Классификация почв по гранулометрическому составу (Н. А. Качинский)

Краткое название почвы по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (частиц размером менее 0,01 мм), %		
	подзолистый тип почвообразования	степной тип почвообразования	солонцы и сильно-солонцеватые почвы
Песок:			
рыхлый	0...5	0...5	0...5
связный	5...10	5...10	5...10
Супесь	10...20	10...20	10...15
Суглинок:			
легкий	20...30	20...30	15...20
средний	30...40	30...45	20...30
тяжелый	40...50	45...60	30...40

Краткое название почвы по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (частиц размером менее 0,01 мм), %		
	подзолистый тип почвообразования	степной тип почвообразования	солонцы и сильно-солонцеватые почвы
Глина:			
легкая	50...65	60...75	40...50
средняя	65...80	75...85	50...65
тяжелая	> 80	> 85	> 65

В сельском хозяйстве гранулометрический состав имеет большое агрономическое значение, так как его учитывают при обработке почвы, применении удобрений, мелиоративных мероприятиях, размещении культур в севообороте и других приемах земледелия.

По отношению к обработке почвы условно подразделяют на легкие и тяжелые. Легкие почвы (песчаные, супесчаные, легкосуглинистые) легко обрабатывать, весной они быстрее прогреваются, поэтому на них полевые работы можно начинать раньше. В северных областях на них можно раньше начинать посев, что увеличивает продолжительность вегетационного периода, позволяет возделывать сельскохозяйственные культуры в условиях короткого лета.

К отрицательным свойствам легких почв относится невысокое содержание гумуса и элементов питания, низкую влагоемкость и поглощательную способность. В засушливых условиях южных районов России эти почвы легко подвергаются ветровой эрозии.

Гранулометрический состав можно определять и в полевых условиях методом раскатывания шнура (табл. 2).

2. Определение гранулометрического состава почв полевым методом раскатывания шнура (А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина)

Группа почв по гранулометрическому составу	Поведение шнура при раскатывании и свертывании в кольцо
Песок	Почва не скатывается
Супесь	При скатывании почва распадается на мелкие кусочки и не дает шнура
Легкий суглинок	При раскатывании формируется легко распадающийся на дольки шнур
Средний суглинок	При раскатывании формируется сплошной шнур, который при свертывании в кольцо распадается на дольки

Группа почв по гранулометрическому составу	Поведение шнура при раскатывании и свертывании в кольцо
Тяжелый суглинок	При раскатывании легко образуется шнур, который свертывается в кольцо с мелкими трещинами
Глина	Шнур легко свертывается в нерастрескивающееся кольцо

Для повышения плодородия легких почв применяют органические и минеральные удобрения. Последние следует вносить чаще, малыми дозами, в противном случае, удобрения будут вымываться из почвы. Наибольший эффект дает возделывание на песчаных почвах люпина и сераделлы, которые запахивают в качестве зеленого удобрения, которое повышает содержание гумуса, увеличивает поглотительную способность и влагоемкость почв.

Тяжелые почвы (тяжелосуглинистые и глинистые) обладают высокой связностью, оказывают большое сопротивление почвообрабатывающим орудиям, их обработка требует больше тяговых усилий.

Эти почвы хорошо удерживают влагу и элементы питания растений, но имеют плохой газообмен с приземным слоем воздуха, низкую водопроницаемость. На поверхности таких почв застаивается вода и образуется почвенная корка. В результате в почве угнетается деятельность аэробных бактерий, приостанавливается минерализация органического вещества, развиваются восстановительные процессы, накапливаются вредные для растений закисные соединения алюминия, железа. Весной, из-за сильной переувлажненности, тяжелые почвы плохо прогреваются. Для повышения плодородия тяжелых почв необходимо улучшать их структуру путем систематического внесения органических удобрений.

Наиболее благоприятными свойствами для возделывания сельскохозяйственных культур обладают среднесуглинистые и суглинистые почвы, которые сочетают положительные свойства легких и тяжелых почв, что позволяет на более продолжительное время создавать благоприятные тепловой, водный, воздушный режим и режим питания для многих культурных растений.

Структура. В результате почвообразовательного процесса элементарные почвенные частицы почвы склеиваются в агрегаты, комочки (структурные отдельности) различной величины и формы. Структурой почвы называют совокупность агрегатов или комочков различной величины, формы и качества на которые может распадаться почва. Способность почвы при ее обработке распадаться на такие агрегаты называется структурой.

В зависимости от размера агрегатов почвенную структуру подразделяют на глыбистую (агрегаты > 10 мм), макроструктуру

(10...0,25 мм) и микроструктуру (< 0,25 мм). В зависимости от формы структурных агрегатов различают 3 основных типа структуры (по С. А. Захарову): *кубовидная* — агрегаты равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям; *призмовидную* — агрегаты развиты преимущественно по вертикальной оси; *плитовидную* — агрегаты развиты преимущественно по двум горизонтальным осям. В зависимости от характера ребер, граней и размера каждый из трех типов структуры делится на роды и виды (рис. 3).

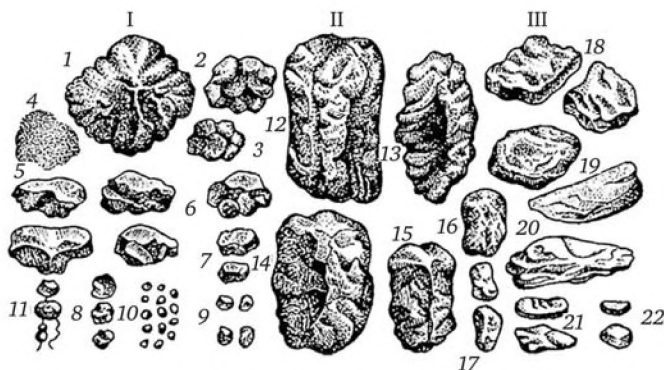


Рис. 3. Главнейшие типы почвенной структуры (С. А. Захаров):

I тип — кубовидная: 1 — крупнокомковатая; 2 — среднекомковатая; 3 — мелкокомковатая; 4 — ореховатая; 5 — крупноореховатая; 6 — ореховатая; 7 — мелкоореховатая; 8 — крупнозернистая; 9 — зернистая; 10 — порошокатая; 11 — бусы из зерен почвы;

II тип — призмовидная: 12 — столбчатая; 13 — столбовидная; 14 — крупнопризматическая; 15 — призматическая; 16 — мелкопризматическая; 17 — тонкопризматическая;

III тип — плитовидная: 18 — сланцеватая; 19 — пластинчатая; 20 — листовая; 21 — грубочешуйчатая; 22 — мелкочешуйчатая

Различные типы и разновидности почв характеризуются определенной структурой, но наибольшее распространение получили также формы структурных агрегатов, как: глыбистая, комковатая, зернистая и пылеватая.

Глыбистая структура наблюдается на неокультуренных почвах, при обработке сильно иссушенных и переувлажненных земель, засоленных почв. Глыбы мешают прорастанию семян, почва быстро теряет влагу и снижает свое плодородие.

Комковатая структура характерна для многих пахотных и целинных земель, агрегаты характеризуются неправильной округлой формой размером 0,25...10 мм. Зернистая структура в агрономическом отношении наиболее ценная, состоит из агрегатов округлой формы размером 0,5...5 мм, устойчива к разрушению водой и механическому воздей-

ствию сельскохозяйственной техники. Комковатая и зернистая структура относится к агрономически ценной структуре. Такая структура характерна для черноземов, пойменных и дерновых почв. Пылеватая структура имеет комочки размером менее 0,25 мм. На пахотных землях она образуется при многократных обработках пахотного слоя. Чем больше пылеватость почв, тем ниже их плодородие. Такие почвы после дождя образуют корку, а в южных районах почвы с такой структурой подвергаются ветровой эрозии.

Систематическое восстановление агрономически ценной структуры достигается с помощью внесения органических удобрений, правильной обработки почвы, посева многолетних трав и сидератов, применения химической мелиорации (известки, гипса, структурообразователей).

Сложение. Под сложением почвы и ее отдельных горизонтов понимают внешнее выражение их плотности и пористости. По степени плотности различают очень плотное (слитное), плотное, рыхлое и рассыпчатое сложение. *Слитное* сложение свойственно связным глинистым почвам и иллювиальным горизонтам солонцов. Такие почвы копать лопатой невозможно, требуется кирка. *Плотное* сложение характерно для иллювиальных горизонтов суглинистых и глинистых почв. При копании лопатой требуется значительное усилие. *Рыхлое* сложение имеют верхние горизонты структурных обогащенных гумусом почв, а также пахотные горизонты почв после их обработки. Лопата при таком сложении легко входит в почву. *Рассыпчатое* сложение характерно для пахотного слоя песчаных и суглинистых почв и почва обладает сыпучестью.

Наиболее благоприятно рыхлое сложение, при котором создается самое оптимальное сочетание водного, воздушного и питательного режимов почвы.

Новообразования — скопления разнообразных веществ химического и биологического происхождения, возникшие в результате почвообразовательного процесса.

Химические новообразования возникли в результате химических процессов и имеют форму выцветов, налетов, прожилок, прослоек, конкреций и др. По составу различают скопления легкорастворимых солей, гипса, карбонатов кальция и магния, оксидов и гидроксидов железа, марганца, закисные соединения железа, скопления кремнезема и гумуса.

Биологические новообразования имеют животное или растительное происхождение. Они встречаются в следующих формах: капролиты — экскременты червей и личинок в виде водопрочных комочков; кротовины — ходы кротов, сусликов, сурков в виде крупных пятен округлой, овальной или вытянутой формы (на черноземах); корневины — следы сгнивших крупных древесных корней в лесных почвах; червороины — извилистые ходы червей (встречаются во многих почвах); дендриты — отпечатки мелких корней на поверхности структурных отдельностей почвы (встречаются в разных почвах).

Включения — это различные тела, обнаруживаемые в почвенном профиле, происхождение которых не связано с почвообразовательным процессом (остатки горных пород (валуны, галька, щебень), кости животных, куски кирпича и другие антропогенные включения).

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что такое почвообразовательный процесс. 2. Перечислите факторы почвообразования. 3. В чем заключается влияние антропологического фактора на почвообразование? 4. Почему биологический фактор имеет основное значение в почвообразовании? 5. Перечислите морфологические признаки почв. 6. Дайте характеристику основных генетических горизонтов почвенного профиля. 7. Какая структура почвы наиболее ценная и почему? 8. Что понимают под гранулометрическим составом почвы? 9. По какому принципу классифицируют почвы по гранулометрическому составу? 10. Приемы улучшения гранулометрического состава. 11. Какое влияние оказывает гранулометрический состав на агрономические свойства почвы?

Глава 2

СОСТАВ, СВОЙСТВА И РЕЖИМЫ ПОЧВЫ

Почва представляет собой сложное природное тело и состоит из твердой, жидкой, газообразной и живой фаз (рис. 4).

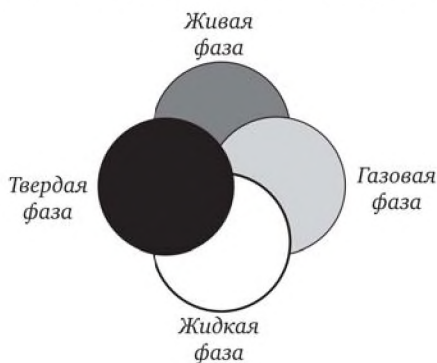


Рис. 4. Фазовый состав почвы

Жидкая фаза почвы представляет собой почвенный раствор, который формируется из воды, поступающей в почву с атмосферными осадками, из грунтовых вод, при конденсации водяных паров, орошении. Объем и химический состав почвенного раствора динамичны и зависят от количества поступающей воды, водно-физических свойств и химического состава почвы. Почвенный раствор, или почвенная вода, занимает имеющиеся в твердой фазе почвы пустоты (поры, капилляры).

Жидкая фаза почвы играет важную роль в почвенном плодородии (питание растений), в процессах почвообразования и формировании почвенного профиля, осуществляя перенос различных частиц и соединений в виде суспензий, взвесей, коллоидных и истинных растворов.

Газовая фаза почвы представлена почвенным воздухом, который заполняет свободные от воды пустоты (поры) в почве. Источником почвенного воздуха являются воздух атмосферы и образующиеся в почве газы. Состав почвенного воздуха отличается от атмосферного и весьма динамичен. Вода и воздух в почве находятся в динамическом равновесии на основе антагонизма: чем больше воды, тем меньше воздуха, и наоборот. Основные характеристики газовой фазы: объем, состав и газообмен с атмосферой.

Твердая фаза, в свою очередь, состоит из минеральной и органической части. Минеральная часть преобладает и составляет 90...95 % массы почвы и только в торфяных почвах минеральная часть не превышает 15...20 %.

Живая фаза почвы представлена живыми организмами, населяющими почву и участвующими в почвообразовательном процессе. Это в первую очередь различные микроорганизмы (бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы, водоросли), а также простейшие, насекомые, черви и др. (рис. 5). Основные характеристики живой фазы: общая биологическая активность почвы, микробиологическая и ферментативная активность, общая численность микроорганизмов, дождевых червей и других живых организмов в почве.



Рис. 5. Состав биологических объектов почвы (по массе)

2.1. Минералогический и химический состав почвообразующих пород и почв

В минералогический состав почвообразующих пород и почв входят первичные и вторичные минералы. Всего известно около 2 тыс. минералов, а в породах и почвах наибольшее распространение получили около 50 минералов. Первичные минералы (кварц, полевые шпаты, слюды и др.) образовались в глубоких слоях земной коры при высоких температурах и давлении. Только из них состоят магматические породы. Первичные минералы неустойчивы в условиях земной поверхности и подвергаются процессам выветривания.

Вторичные минералы образовались под действием внешних факторов из первичных минералов. Они более устойчивы к процессам выветривания, так как образовались в термодинамических условиях земной поверхности. Вторичные минералы — минералы простых солей, оксиды и гидроксиды железа и алюминия, кальций, гипс, глинистые минералы. В большинстве типов почв первичные минералы преобладают над вторичными.

Первичные минералы влияют на агрофизические свойства, являются источником зольных элементов, от них зависит направленность почвообразования. Вторичные минералы определяют поглотительную способность почв, являются источником основных элементов питания, играют важную роль в образовании водопрочной структуры.

Почва наследует минералогический состав почвообразующей породы, а процесс почвообразования не оказывает существенного влияния на минералогический состав, если не применяются такие приемы, как известкование и гипсование, пескование, глинование и др.

Почвообразующие породы по своему химическому составу существенно отличаются от почвы и главным отличием является отсутствие органических веществ, источником которых являются живые организмы.

Почвообразующие породы и почвы имеют близкий химический состав, а такие важные для питания растений элементы, как углерод, азот, частично, водород, сера, фосфор содержится в основном в составе органических соединений. Однако в почвах в 20 раз больше углерода и в 10 раз больше азота, что связано с их биологическим накоплением в составе органических веществ в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Больше в почве и кислорода, водорода, кремния, но меньше алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия, что является результатом выветривания и почвообразовательного процесса.

2.2. Органическая часть почвы

Органическая часть составляет лишь несколько процентов всей массы почвы, но она играет исключительно важную роль в формировании стабильного плодородия, в питании растений, в создании благоприятных водно-физических и других свойств почв.

Основным источником органических веществ являются отмершие части растений в виде корней и наземного опада.

Меньшее значение имеют почвенные микроорганизмы и остатки почвенных животных (0,7...1,5 т/га). В пахотных почвах дополнительным источником органического вещества являются вносимые органические удобрения — навоз, торф, сидераты и др.

Количество и химический состав органических веществ, поступающих в почву и на ее поверхность, определяются не только типом растительности, ее возрастом, но и условиями произрастания. В таежно-лесной зоне основной источник органического вещества — лесная подстилка из опавшей хвои, листьев, веток и других частей древесных растений. Корни деревьев принимают незначительное участие в образовании органического вещества. Под травянистой растительностью основной источник органического вещества — корни, масса которых достигает в степной зоне до 17 т/га, в зоне сухих степей и полупу-

стынь — 4...8 т/га. При сельскохозяйственном использовании в почву поступает растительных остатков от 2...3 т/га (пропашные культуры) до 9...15 т/га (многолетние мятликовые и бобовые травы).

Все отмершие растительные и животные организмы под воздействием почвенных микроорганизмов подвергаются сложным превращениям. Часть их минерализуется, другая часть превращается в специфическое органическое вещество почвы — гумус.

Растительный опад различается не только количественно, но и качественно. В хвойных лесных ценозах основная часть опада, поступающего на поверхность почвы, содержит много лигнина, дубильных веществ, восков и смол. Такой опад разлагается преимущественно грибной микрофлорой, так как грибы принимают самое активное участие в разложении грубых органических остатков, поступающих в почву.

Попадающие в почву органические растительные остатки содержат 10...25 % сухих веществ и 75...90 % воды. Химический состав сухих веществ весьма разнообразен по химическому составу и представлен следующими группами соединений: азотистые вещества (белки, хлорофилл, алкалоиды), углеводы (клетчатка, гемицеллюлоза, крахмал и др.), лигнин, липиды (жиры, воски), смолы, дубильные вещества и зола.

В месте с органическими остатками в почву поступают зольные элементы: K, Ca, Mg, P, Na, Fe, Al, Si, S, а также микроэлементы Mn, B, Cu, Zn, Co, Mo и другие, необходимые растениям в очень малых количествах.

Разложение поступивших органических остатков происходит под воздействием воды и воздуха, животных и микроорганизмов, обитающих в почве, но основная роль в этом процессе принадлежит микроорганизмам.

Поступающие в почву органические остатки, под воздействием почвенных микроорганизмов, подвергаясь сложным и разносторонним процессам превращения, теряют свое анатомическое строение.

В результате биохимических процессов, под воздействием ферментов, выделяемых микроорганизмами, растительные остатки разлагаются на более простые, так называемые промежуточные продукты разложения. Белки, например, расщепляются на пептиды и аминокислоты, жиры — на глицерин и жирные кислоты, углеводы — на моносахара, органические кислоты и спирты. В дальнейшем часть этих соединений подвергается минерализации — процесс разложения органического вещества до углекислоты, воды и простых солей. В этом процессе участвует до 80...90 % органических остатков, а продукты минерализации переходят в почвенные растворы и в значительной степени используются новыми поколениями зеленых растений как источник питания, так как вновь включаются в биологический круговорот.

Другая часть промежуточных продуктов разложения органических остатков используется гетеротрофными микроорганизмами для пита-

ния. В результате образуются вторичные белки, углеводы, жиры и т. п., образующие новые поколения микроорганизмов.

Третья часть промежуточных продуктов разложения подвергается **гумификации** — то есть биохимическому и физико-химическому процессу их превращения в специфические сложные высокомолекулярные соединения — гумус (перегной).

Процесс гумификации настолько сложен, что современная наука не выработала единых взглядов на его характер. Существует несколько концепций, с той или иной степенью достоверности объясняющих образование гумуса, однако все они не имеют достаточного экспериментального подтверждения.

В состав гумуса входят три группы соединений различающихся между собой качественными и количественными показателями:

1. Вещества исходных органических остатков, к которым относятся белки, углеводы, лигнин, липиды, смолы и т. п. Они составляют не более 10...15 % общей массы перегноя.

2. Промежуточные продукты разложения органических остатков включают аминокислоты, моносахара, органические кислоты, полифенолы, спирты и т. п. Количество их в почве не превышает 5...10 % массы перегноя.

3. Гумусовые вещества являются важнейшей и специфической частью перегноя. Они составляют 80...90 % его массы и определяют все основные свойства гумуса. В состав гумусовых веществ входят гуминовые кислоты (ГК), фульвокислоты (ФК) и гумин.

Различающиеся по природе и химической активности две группы гумусовых кислот способствуют формированию разных по плодородию почв. Многообразие природно-климатических условий предопределяет различия в гумусообразовании.

Процесс гумусообразования зависит от условий увлажнения, воздушного и теплового режимов, состава растительных остатков и жизнедеятельности микроорганизмов.

Больше всего гумуса накапливается в зоне луговых степей, в черноземных почвах. Здесь весной и ранним летом высокая активность микроорганизмов, разлагающих органические остатки, обусловлена оптимальным увлажнением и благоприятными температурными условиями. Затем период интенсивного гумусообразования сменяется иссушением почвы и, в результате затухания биохимических процессов, происходит как бы консервация и сохранение гумуса от минерализации (табл. 3).

Содержание гумуса увеличивается от таежных подзолистых почв (2...3 %) на юг к дерново-подзолистым, серым лесным (4...6 %) и далее к черноземам (в среднем около 10 %), а потом также закономерно уменьшается до 2...4 % в каштановых почвах сухих степей и до 1...2 % в почвах пустынь. Одновременно меняется и соотношение основных компонентов почвенного гумуса — гуминовых кислот и фульвокислот.

3. Среднее содержание, запасы и качественный состав гумуса наиболее распространенных типов почв

Почвы	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса в слое 0—0,2 м, т/га	Относительное содержание углерода		Отношение ГК : ФК
			ГК	ФК	
Подзолистые	2,5—4,0	53	12—30	25—30	0,6—0,8
Серые лесные	4,0—6,0	109	25—30	25—27	1,0
Черноземы	7,0—10,0	224	35—40	15—20	1,5—2,5
Темно-каштановые	3,0—4,0	99	25—35	20—25	1,5—1,7
Бурые сухостепные	1,0—1,2	—	15—18	20—23	0,7
Сероземы	1,5—2,5	37	17—23	25—33	0,7
Красноземы	4,0—6,0	—	15—20	22—28	0,6—0,8

Роль гумуса в почве разнообразна. В нем содержатся основные элементы питания растений и различные микроэлементы. Эти элементы в процессе постепенной минерализации становятся доступными для питания растений. Гумусовые вещества служат пищей для гетеротрофных почвенных организмов. От содержания гумуса в почве зависит интенсивность биологических и биохимических процессов, обуславливающих накопление питательных веществ, необходимых растениям.

Гумусовые вещества почвы играют важнейшую роль в формировании почвенного профиля. В богатых гумусовыми кислотами и их солями почвах формируется хорошо выраженный гумусовый горизонт большой мощности с высокой поглотительной способностью. Мощность гумусового горизонта и запасы гумуса в нем характеризуют плодородие почвы.

Гумус оптимизирует физическое состояние почв. Гумус склеивает почвенные агрегаты (комочки), способствуя созданию агрономически ценной структуры. Почвы с высоким содержанием гумуса обладают лучшими физическими свойствами, легко обрабатываются, меньше подвержены уплотнению, обладают большей водоудерживающей способностью.

Почвы с низким содержанием гумуса отличаются бесструктурностью, плохими водно-воздушными и тепловыми свойствами.

Гумус придает почве темную окраску, что способствует интенсивному поглощению солнечной энергии. Органическое вещество предохраняет почву от быстрой потери тепла, а при разложении само выделяет энергию, поэтому такие почвы имеют более благоприятный тепловой режим и их называют теплыми. И наоборот, почвы бедные органическим веществом, отличаются неблагоприятными тепловыми

свойствами, слабо поглощают тепло и плохо его удерживают. Такие почвы называют холодными.

Таким образом, гумусовые вещества оказывают разностороннее влияние на протекающие в почве процессы и на приобретение почвой важнейших агрономически ценных свойств.

Потеря почвенного плодородия чаще всего связана с уменьшением запасов гумуса. Дело в том, что гумус не только накапливается, но и разлагается. При низкой культуре земледелия процессы разложения (минерализации) преобладают над процессами накопления гумуса, в результате гумусовый баланс становится отрицательным. Частое рыхление пахотного слоя почвы увеличивает аэрацию и интенсивность микробиологического разрушения гумуса.

К основным мероприятиям, способствующим накоплению гумуса в почве, относятся внесение навоза, компостов на торфяной основе, применение зеленого удобрения (люпин, сераделла и др.). Сохранению и накоплению гумусовых веществ в почве способствуют также мероприятия по предотвращению водной и ветровой эрозии почв, возделывание многолетних трав, использование пожнивных остатков.

2.3. Поглотительная способность и реакция почв

Поглотительной способностью почв называется свойство ее компонентов (твердой, жидкой, газообразной и биологической фаз) обменно или необменно поглощать из окружающей среды различные твердые, жидкие и газообразные вещества, отдельные молекулы, катионы и анионы. Эта способность почвы обусловлена наличием в ней мельчайших частиц размером менее 0,0001 мм, называемые *почвенными коллоидами*. По способу образования почвенные коллоиды разделяются на минеральные, органические и органо-минеральные.

Носителем поглотительной способности почв является **почвенно-поглощающий комплекс (ППК)** — совокупность минеральных, органических и органо-минеральных коллоидов.

Жидкая фаза почвы представлена почвенным раствором, содержащим растворенные газы, минеральные и органические соединения. выпадающие атмосферные осадки уже содержат некоторое количество растворенного кислорода, углекислого газа, азота и других газов. Поступившая в почву дождевая вода активно взаимодействует с твердой фазой почвы, переводя в раствор некоторые ее компоненты.

Почвенный раствор, как кровь в организме, активный компонент процессов почвообразования, перемещая растворенные минеральные и органические вещества по профилю почвы. Из почвенного раствора растения поглощают воду и растворенные в ней элементы питания. Состав и концентрация почвенного раствора зависит от почвообразующих пород и климатических условий.

Для жизнедеятельности растений большое значение имеет концентрация почвенного раствора. Она зависит от почвообразующих пород и климатических условий. Почвы с высокой концентрацией раствора считаются засоленными. Соли препятствуют поступлению воды в корни растений, поэтому на засоленных почвах могут произрастать только такие растения, клеточный сок которых имеет высокое осмотическое давление. Такие растения называют солевыносливыми.

Незасоленной считается почва, в 1 л почвенного раствора которой находится менее 2 г солей. Такая концентрация почвенного раствора характерна для северных и центральных областей нашего государства.

Наряду с концентрацией почвенного раствора важное значение имеет соотношение в нем свободных ионов H^+ и OH^- . Если в почвенном растворе концентрации этих ионов одинаковы, то реакция будет нейтральной, если ионов H^+ больше, чем OH^- , — кислой, меньше — щелочной.

Почвенный раствор с нейтральной реакцией имеет $pH = 7$, с кислой — $pH < 7$, с щелочной — $pH > 7$ (табл. 4).

4. Уровни кислотности и щелочности почв

pH	Кислотность и щелочность почв	Почвы
Менее 4,5	Сильнокислая	Болотные, болотно-подзолистые, подзолистые, красноземы, тропические
4,6—5,0	Кислая	Подзолистые, дерново-подзолистые, красноземы, тропические
5,1—5,5	Слабокислая	То же
5,6—6,0	Близкая к нейтральной	Окультуренные дерновоподзолистые и красноземы, серые лесные
6,1—7,1	Нейтральная	Серые лесные, черноземы
7,2—7,5	Слабощелочная	Черноземы южные, каштановые, сероземы с признаками солонцеватости
7,6—8,5	Щелочная	Солонцы, солончаки
Более 8,5	Сильнощелочная	Содовые солонцы, солончаки

Для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур благоприятна нейтральная и близкая к нейтральной (слабокислая и слабощелочная) реакция. Сильнокислая и особенно сильнощелочная реакция угнетающе действует на растения (табл. 5).

**5. Значения pH почвы, оптимальные для развития сельскохозяйственных культур
(по В. И. Кирюшину и др.)**

Зерновые и бобовые	Интервал pH	Корне- плоды и овощ- ные	Интер- вал pH	Травы и тех- нические культуры	Интервал pH
Горох	6,5—7,0	Брюква	4,8— 5,5	Вика	6,0—7,0
Гречиха	4,7—7,5	Капуста	6,0— 7,0	Ежа сборная	6,0—8,0
Кукуруза	6,0—7,5	Капуста цветная	5,5— 6,6	Клевер	6,0—7,0
Овес	5,0—7,5	Картофель	4,5— 6,3	Конопля	6,7—7,4
Просо	5,5—7,5	Лук	6,4— 7,5	Лен	5,5—6,5
Пшеница озимая	6,3—7,5	Морковь	5,6— 7,0	Люпин	4,6—6,0
Пшеница	6,0—7,3	Огурцы	6,4— 7,5	Люцерна	7,2—8,0
Подсолнечник	6,0—6,8	Редис	5,0— 7,3	Лисохвост	5,3—6,0
Рожь	5,0—7,7	Салат	6,0— 7,0	Райграс	6,8—7,5
Соя	6,5—7,5	Сахар. свекла	7,0— 7,5	Полевица	6,0—7,0
Фасоль	6,4—7,1	Сельдерей	6,0— 7,0	Тимофеевка	4,5—7,6
Ячмень	6,0—7,5	Томаты	5,5— 6,7	Хлопчатник	6,5—7,3

Кислотность почв — способность почв нейтрализовать компоненты щелочной природы, подкислять воду и растворы нейтральных солей.

Для улучшения свойств кислых почв проводится их известкование — применение извести для нейтрализации кислотности почвы.

Щелочность почвы — способность почв нейтрализовать компоненты кислой природы и подщелачивать воду. При значении $pH > 7$ ионы OH^- преобладают в растворе (водном или солевом) над ионами H^+ . Почвы содержащие натрий в поглощенном состоянии (в ППК), имеют щелочную реакцию. На солонцах и солонцеватых щелочных почвах проводят *гипсование*.

2.4. Общие физические и физико-механические свойства почвы

К физическим свойствам почвы относят общие физические, физико-механические, структуру, а также водные, воздушные и тепловые свойства почвы. Они определяют условия обеспечения сельскохозяйственных культур земными факторами жизни, а также технологические свойства почвы.

К **общим физическим** свойствам относятся плотность почвы, плотность твердой фазы и пористость.

Плотность почвы (плотность сложения) — масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном ненарушенном сложении. Плотность обозначается символом d_v и выражается в т/м^3 и г/см^3 . Она колеблется от 0,9 до 1,8 т/м^3 и зависит от гранулометрического состава, содержания органического вещества и структуры почвы (табл. 6).

6. Оценка плотности суглинистых и глинистых почв

Плотность, т/м^3	Оценка	Плотность, т/м^3	Оценка
< 1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом	1,3—1,4	Пашня сильно уплотнена
1,0—1,1	Свежевспаханная почва	1,4—1,6	Типичные величины для подпахотных горизонтов (кроме черноземов)
1,2—1,3	Пашня уплотнена	1,6—1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Песчаные почвы, содержащие мало гумуса, бесструктурные, имеют более высокую плотность сложения по сравнению с суглинистыми, хорошо гумусированными, оструктуренными почвами.

На плотность почвы большое влияние оказывает механическая обработка почвы, а также движущаяся по поверхности почвы сельскохозяйственная техника. Наиболее рыхлой почва бывает сразу после обработки, затем она постепенно уплотняется и через некоторое время ее плотность приходит в состояние *равновесной*, т. е. мало изменяющейся (до следующей обработки). Подпахотный слой, не подвергшийся обработке, содержащий меньше органического вещества, характеризуется большей плотностью сложения. Оптимальная плотность пахотного слоя для большинства сельскохозяйственных культур 1,0...1,25 т/м^3 . При этих значениях создаются наиболее благоприятные условия для корневой системы растений, интенсивного развития микробиологических процессов, поглощения влаги и газообмена в почве.

Плотность твердой фазы (d_0) — это отношение массы твердой фазы почвы к массе равного объема воды при + 4 °С, т. е. это масса сухого вещества почвы в единице объема твердой фазы почвы без пор. Плотность твердой фазы более стабильный показатель характеристики почвы и колеблется в пределах 2,4...2,8 т/м³. С увеличением гумусированности почвы, количества растительных остатков плотность твердой фазы почвы снижается и доходит до 1,4...1,6 т/м³ на торфяных почвах.

Пористость (скважность) — это суммарный объем пор между частицами твердой фазы почвы, занятый воздухом и водой. Выражается пористость (**P**) в процентах от общего объема почв и вычисляется по показателям плотности почвы (d_v) и плотности твердой фазы (d_0)

$$P_{\text{общ.}} = \left(1 - \frac{d_v}{d_0} \right) \cdot 100.$$

Оценивают общую пористость по шкале Н. А. Качинского, согласно которой оптимальная пористость составляет 55...65 % общей пористости (табл. 7).

7. Оценка пористости почв (Н. А. Качинский)

Общая пористость в вегетационный период для суглинистых и глинистых почв, %	Качественная оценка пористости	Общая пористость в вегетационный период для суглинистых и глинистых почв, %	Качественная оценка пористости
> 70	Почва вспушена — избыточно пористая	< 50	Неудовлетворительная для пахотного слоя
65—55	Культурный пахотный слой — отличная	40—25	Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов — чрезмерно низкая
55—50	Удовлетворительная для пахотного слоя		

К **физико-механическим** свойствам относят пластичность, липкость, набухание, усадку, связность и твердость. Физико-механические свойства имеют важнейшее значение для оценки технологических свойств почвы.

Пластичность — способность почвы изменять свою форму (деформироваться) под воздействием внешних сил и сохранять полученную форму после прекращения механического воздействия. Пластичность обусловлена гранулометрическим составом и приобретает ее в опреде-

ленном диапазоне влажности (в сухом и переувлажненном состоянии почвы пластичностью не обладают). Наиболее высокой пластичностью обладают глинистые почвы, а наименьшей — пески.

Липкость — способность почвы во влажном состоянии прилипать к другим телам (сельскохозяйственным орудиям или другим предметам). Степень липкости зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса и влажности. Она наибольшая у глинистых почв и наименьшая у песчаных почв. С липкостью связано важное агрономическое свойство почвы — *физическая спелость*, то есть состояние влажности, при котором почва хорошо крошится на комки, не прилипает при этом к орудиям обработки. Физическая спелость зависит от гранулометрического состава, гумусированности почв и влажности. Весной раньше других поспевают к обработке песчаные и супесчаные почвы, а при одном и том же гранулометрическом составе — более гумусированные. Для суглинистых почв интервал влажности, при которой достигается такая спелость, равен 40...60 % НВ, для глинистых — 50...65 %, для легких почв — 40...70.

Интервалы влажности почвы, при которой достигается ее физическая спелость, для лугово-каштановой почвы Терско-Сулакской равнины Дагестана составляет 45...60 % НВ, лугово-каштановой солончаковой — 45...55 %, коричневой почвы предгорной зоны — 40...65 % НВ.

Различают также биологическую спелость почвы, под которой понимают такое состояние ее теплового режима, при котором активизируется микробиологическая активность, а почва готова к посеву или посадке.

Набухание — увеличение объема почвы при увлажнении, измеряемое в процентах к исходному объему почвы. Противоположное ему свойство, проявляющееся при высыхании, называется *усадкой*. Набухание и усадка зависят от гранулометрического, минералогического состава и состава поглощенных катионов. Наибольшей набухаемостью обладают глинистые и солонцовые почвы. Набухание — отрицательное свойство почв, так как приводит к разрушению почвенных агрегатов. Сильная усадка приводит к образованию трещин, разрыву корневой системы растений.

Связность (сцепление) — способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить частицы почвы, выражается в т/м. Связность зависит от гранулометрического и минералогического состава, структуры, содержания гумуса, влажности почвы. Наибольшей связностью обладают глинистые почвы, наименьшей — песчаные. Связность снижается при улучшении структуры. Связные почвы лучше противостоят эрозии, однако при увеличении связности возрастают энергетические затраты на обработку почвы.

Твердость — свойство почвы оказывать сопротивление при проникновении в нее под давлением какого-либо тела. Измеряется в кг/см² и зависит от влажности, гранулометрического состава, структуры, содержания гумуса. Классификация почв по твердости по Н. А. Качин-

скому: рыхлая ($< 10 \text{ кг/см}^2$), рыхловатая (10...20), плотноватая (20...30), плотная (30...50), весьма плотная (50...100), слитная ($> 100 \text{ кг/см}^2$).

2.5. Водный режим почвы

Почвенная вода является одной из жизненных основ растений, почвенной микрофлоры и фауны, оказывает огромное влияние на процессы почвообразования. Растения для создания 1 т органического вещества расходуют от 200 до 1500 т воды, с которой в них поступают питательные вещества. Количество воды, необходимое растениям для создания единицы органического вещества за вегетационный период, называется *транспирационным коэффициентом*.

Содержание воды в почве определяют процессы выветривания и почвообразования, а также формирование почвенного профиля. Интенсивность протекания биологических, химических и физико-химических процессов в почве, передвижение веществ, почвенные режимы зависят от количества и качества воды в почве.

Формы воды в почве. По характеру связи с твердой фазой почвы и степени подвижности воды различают следующие ее формы в почве: химически связанная, физически связанная, твердая, парообразная, свободная, гравитационная и грунтовая.

Химически связанная вода подразделяется на конституционную и кристаллизационную. Конституционная вода входит в состав минералов в виде гидроксильных групп, а кристаллизационная вода входит в структуру минералов в виде целых молекул, например гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Химически связанная вода не участвует в физических процессах, растениям совершенно недоступна, не передвигается, не обладает свойствами растворителя.

Физически связанная или сорбированная вода удерживается на поверхности почвенных частиц силами сорбции и подразделяется на гигроскопическую и пленочную.

Гигроскопическая вода образует на поверхности почвенных частиц слой толщиной в 2...3 молекулы. Эта вода недоступна для растений, так как всасывающая сила корней меньше силы, удерживающей воду на поверхности почвенных частиц.

Пленочная вода располагается сверху слоя гигроскопической влаги, толщина ее пленки составляет несколько десятков молекул воды. Она удерживается молекулярными силами, менее прочно связана с твердой фазой почвы и может частично передвигаться, но растениям малодоступна.

Твердая вода образуется в почве в форме льда при ее промерзании в осенне-зимний период (сезонное промерзание) или сохраняется на определенной глубине в промерзшей толще почвогрунта, не оттаивая даже летом (вечная и многолетняя мерзлота). Твердая вода в почве,

способная таять и испаряться, представляет собой потенциальный источник жидкой и парообразной воды.

Парообразная вода содержится в виде водяного пара в почвенном воздухе, нередко насыщая его до 100. При понижении температуры парообразная вода, конденсируясь, может переходить в жидкую.

Свободная (капиллярная) вода передвигается в почве под действием капиллярных и гравитационных сил, поэтому капиллярная вода заполняет тонкие поры почвы и передвигается по различным направлениям.

Различают капиллярно-подпертую и капиллярно-подвешенную воду. Капиллярно-подпертая поднимается от грунтовых вод на высоту, зависящую от водоподъемной способности почв. Капиллярно-подвешенная вода находится в верхней части почвенного профиля и не связана с грунтовым увлажнением. Капиллярная вода легкодоступна для растений и является основным источником их водного питания.

Гравитационная вода свободно передвигается сверху вниз по крупным некапиллярным промежуткам под влиянием силы тяжести (гравитации). В период нахождения в корнеобитаемом слое гравитационная вода потребляется растениями. Просачиваясь в нижние горизонты, она пополняет грунтовые воды.

Грунтовые воды залегают над водоупорным горизонтом и могут быть источником водного питания растений. Однако при близком залегании они вызывают в северных районах заболачивание, а в южных — засоление почвы.

Водные свойства почвы. Основные водные свойства почвы: водопроницаемость, водоподъемная и испаряющая способность почвы, влагоемкость.

Водопроницаемость — способность почвы пропускать через себя определенное количество воды. С водопроницаемостью связано использование водных ресурсов. При низкой водопроницаемости часть атмосферных осадков или поливной воды может произвольно стекать по поверхности, вызывая при этом водную эрозию почвы. Чрезмерно высокая водопроницаемость песчаных почв также приводит к потере продуктивной влаги, которая быстро уходит из корнеобитаемого слоя в глубокие горизонты.

Почвы, обладающие высокой водопроницаемостью, не способны создать хороший запас влаги в корнеобитаемом слое, а характеризующиеся низкой водопроницаемостью переувлажняются, обуславливают отекание воды по поверхности почвы и развитие эрозии или застаивание воды на поверхности и вымокание посевов.

Водоподъемная способность — это свойство почвы обеспечивать восходящее передвижение воды под действием капиллярных сил. Высота и скорость подъема зависят от гранулометрического состава, структуры и пористости почвы (табл. 8). Подъем воды по капиллярам наиболее интенсивен при диаметре пор 0,1...0,003 мм. Высота подъема воды по капиллярам по данным В. А. Ковды колеблется от 0,5...0,8 м (в песчаных почвах) до 3...6 м (в суглинистых и глинистых).

8. Водоподемная способность почв (В. А. Ковда)

Гранулометрический состав	Оценка пористости почв
Песок крупный	< 0,5
Песок средний	0,5—0,8
Супесь	1,0—1,5
Супесь пылеватая	1,5—2,0
Суглинок средний	2,5—3,0
Суглинок тяжелый	3,0—3,5
Глина тяжелая	4,0—6,0
Лёссы	4,0—5,0

В песчаных почвах вода поднимается невысоко, но достаточно быстро, в глинистых — медленно. При разрывах в капиллярах, что характерно для структурных почв, передвижение капиллярной влаги затруднено. Боронование влажной почвы направлено на сохранение влаги за счет разрыва капилляров в поверхностном слое и снижения (или прекращения) испарения содержащейся в почвенном профиле воды.

Испаряющая способность почвы зависит от гранулометрического состава, физических свойств, крутизны и экспозиции склона, характера растительного покрова, влажности воздуха и др. Глинистые и суглинистые бесструктурные почвы, в которых преобладают капиллярные поры, теряют много воды на испарение. Структурные почвы теряют значительно меньше влаги, что связано с разобщенностью капилляров крупными межагрегатными порами, ослабляющими водоподемную способность. Испарение влаги возрастает с увеличением скорости ветра, сухости воздуха и его температуры. Южные склоны теряют больше воды, чем северные.

Влагоемкость почвы — способность поглощать и удерживать определенное количество воды. В зависимости от сил, удерживающих воду в почве, и условий ее удержания выделяют следующие виды влагоемкости (рис. 6).

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) — наибольшее количество воды, удерживаемое сорбционными силами на поверхности почвенных частиц. Она составляет около 60...70 % от МГ.

Максимальная гигроскопическая влагоемкость (МГ) — влажность почвы, соответствующая количеству воды, которое почва может сорбировать (поглощать) из воздуха, полностью насыщенного водяными парами. Ее используют для вычисления влажности завядания: $VЗ = 1,5 \text{ МГ}$. *Влажность завядания растений* (ВЗ) — почвенная влажность, при которой растения проявляют признаки завядания, не исчезающие при помещении растений в атмосферу, насыщенную водяными парами, т. е. влажность завядания является нижним пределом, доступ-

ности влаги для растений. Вся почвенная влага, меньше влажности завядания, растениям недоступна.

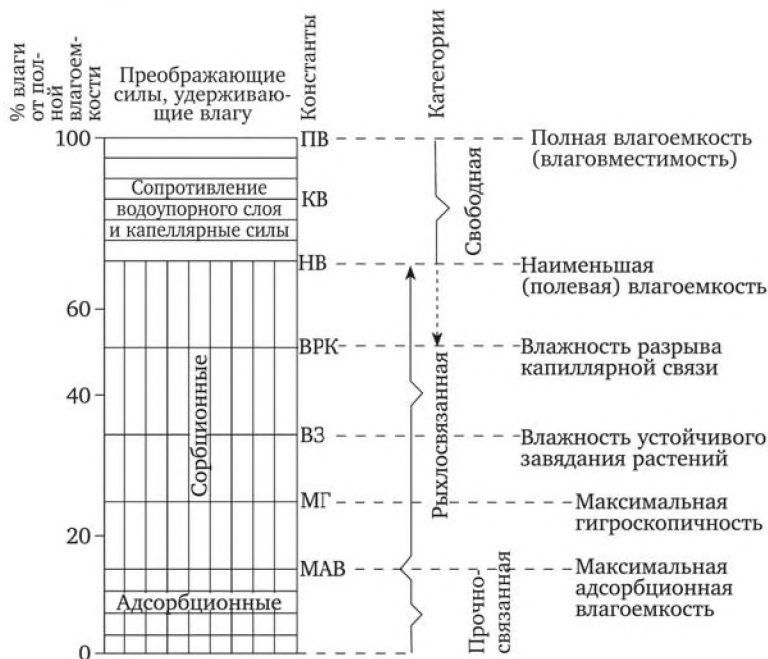


Рис. 6. Формы почвенной влаги

Наименьшая влагоемкость (НВ) или предельная полевая влагоемкость (ППВ) — наибольшее количество капиллярно-подвешенной влаги, которое может удерживать почва.

Наименьшая влагоемкость — важная характеристика водных свойств почвы. Она дает представление о наибольшем количестве воды, которое почва способна накопить и длительное время удерживать. При влажности почвы, соответствующей НВ, вся система капиллярных пор заполнена водой, крупные поры воздухом. Поэтому создаются оптимальные условия для влагообеспеченности растений. По мере испарения и потребления воды растениями уменьшается заполнение водой капилляров и ее подвижность, а также доступность воды растениям.

В диапазоне ВЗ ÷ НВ содержится капиллярная (свободная вода). Потребляя эту влагу, растения не только поддерживают свою жизнедеятельность, но и синтезируют органическое вещество. Такую влагу называют продуктивной.

Влажность, соответствующая разрыву сплошности заполнения водой капилляров, называется влажностью разрыва капилляров (ВРК). Эта важная гидрологическая константа почвы, характеризующая нижний предел оптимальной влажности.

Величина, равная разности между наименьшей влагоемкостью и фактической влажностью почвы, называется дефицитом влаги. Оптимальной считается влажность почвы, составляющая 70...100 % наименьшей влагоемкости.

Капиллярная влагоемкость (КВ) — наибольшее количество капиллярно-подпертой воды, которое может содержаться в почве над уровнем грунтовых вод. Помимо свойств самой почвы, она зависит от уровня грунтовых вод.

Полная влагоемкость (водовместимость) — наибольшее количество воды, которое может вместить почва при полном заполнении всех пор водой. Полная влагоемкость (ПВ) почвы численно равна ее пористости.

Водный режим почвы — совокупность протекающих в почве процессов поступления, передвижения, сохранения и потерь воды. Основная приходная статья водного баланса — осадки, дополнительные — грунтовые воды и поверхностный приток. Расходные статьи водного баланса: физическое испарение воды почвой, транспирация (испарение влаги листьями растений), поверхностный сток и инфильтрация в почвенно-грунтовую толщу.

Регулирование водного режима почв достигается различными мелиоративными и агротехническими приемами с учетом конкретных почвенно-климатических условий. Для устранения избыточного увлажнения болотных почв устраивают открытый или закрытый дренаж. Водный режим почв с временным избыточным увлажнением можно улучшить с помощью таких агротехнических приемов, как гребневание, бороздование, а также путем создания глубокого пахотного слоя. Гребни увеличивают испарение, а по бороздам происходит сток воды.

В засушливых районах необходимы мероприятия по накоплению влаги и рациональному ее использованию. Для этого применяют снегозадержание с помощью стерни, кулисных растений, валов из снега. Для уменьшения поверхностного стока проводят вспашку поперек склонов, прерывистое бороздование, щелевание, полосное размещение культур, применяют и другие приемы.

В полупустыне и пустыне основной способ улучшения водного режима — орошение.

2.6. Воздушный режим почвы

Газовая фаза почвы представлена почвенным воздухом, который занимает свободные от воды пустоты в почве. Для роста и развития культурных растений требуется нормальный газообмен между почвой и атмосферой. Почва постоянно в том числе теплого сезона поглощает кислород и выделяет углекислый газ. Основными потребителями кислорода в почве являются корни растений, аэробные микроорганизмы, почвенная фауна, и незначительная часть его расходуется на чисто химические процессы. Источником кислорода является атмосферный воздух, который поступает в почвенный воздух диффузно с осадками

и оросительной водой. Кислород участвует в актах дыхания растений и при его отсутствии растения погибают. Кроме того, при недостатке кислорода в почве развиваются анаэробные процессы, которые резко ухудшают агрономические свойства почв, рост и развитие растений. Оптимальное содержание кислорода в почвенном воздухе 19...20 %.

Высокое содержание CO_2 в почве отрицательно действует на прорастание семян и дыхание корней. Однако углекислый газ необходим для фотосинтеза растений. Оптимальное содержание углекислоты в почвенном воздухе составляет от десятых долей процента до 1...2 %. Содержание и состав почвенного воздуха зависит от воздухоемкости и газообмена.

Воздухоемкость — способность почвы содержать определенное количество воздуха. Содержание воздуха выражают в процентах к объему почвы. Воздухоемкость зависит от пористости и влажности почвы. Чем больше пористость, тем выше воздухоемкость. С увеличением влажности почвы уменьшается воздухоемкость, а при полном насыщении всех пор водой присутствует только растворенный воздух. Воздухоемкость зависит от гранулометрического состава и структуры почвы. В структурных почвах крупные поры заняты воздухом. Мало воздуха в бесструктурных почвах. Если воздухоемкость превышает 15 % объема почвы, то аэрация почв считается нормальной.

Воздухопроницаемость — способность почвы пропускать через себя воздух. Она зависит от гранулометрического состава, структуры почвы и объема пор между агрегатами. Чем больше воздухопроницаемость, тем лучше газообмен и выше содержание кислорода в почвенном воздухе. Газообмен почвенного воздуха с атмосферным происходит под действием ветра, диффузии, изменения температуры и давления, а также в результате изменения количества влаги в почве при выпадении осадков, орошении и испарении.

Воздушный режим почв включает все процессы поступления воздуха в почву, передвижения, изменения состава и газообмена почвенного воздуха с атмосферным. Улучшают воздушный режим с помощью агротехнических и мелиоративных мероприятий. Мелиоративные мероприятия применяют на болотных и заболоченных почвах, которые нуждаются в отводе избыточных вод с помощью открытого или закрытого дренажа. Большое значение в создании нормального воздухообмена имеют такие агротехнические мероприятия, как разрушение почвенной корки и поддержание поверхности почвы в рыхлом состоянии. Все приемы обработки, увеличивающие пористость почвы, усиливают газообмен, уменьшают концентрацию углекислого газа и увеличивают содержание кислорода в почве.

2.7. Тепловой режим почвы

Тепловой режим играет важную роль в почвообразовании, так как с ним связана энергия биологических, биохимических, химических

и физических процессов, происходящих в почве. Температура почвы непосредственно влияет на рост и развитие растений.

Температура почвы сильно влияет на растворимость в воде различных соединений, кислорода и углекислого газа, скорость поступления в растения питательных элементов и влаги, а также на жизнедеятельность почвенной биоты. Оптимальные условия для большинства почвенных микроорганизмов создаются при 25...35 °С (табл. 9)

9. Минимальные и оптимальные температуры почвы, необходимые для прорастания семян и появления всходов

Культуры	Температура прорастания семян, °С		Температура появления всходов, °С	
	минимальная	оптимальная	минимальная	оптимальная
Клевер, люцерна, конопля	0—1	—	2—3	—
Рожь, пшеница, ячмень, овес, горох, вика, чина, тимофеевка	1—2	25—30	4—5	6—12
Свекла, гречиха, бобы, лен, люпин, нут	3—4	25—30	6—7	—
Картофель, подсолнечник	5—6	31—37	8—9	—
Кукуруза, просо, суданская трава, соя, кориандр	8—10	37—45	10—11	15—18
Фасоль сорго, клещевина	10—12	—	12—13	—
Хлопчатник, рис, кунжут, арахис	12—14	37—45	14—15	18—22

Основной источник тепла — лучистая энергия Солнца или солнечная радиация, количество которой определяется географическим положением местности. Дополнительными источниками служат: тепло, получаемое из воздуха; тепло, образующееся в результате разложения органических остатков; внутреннее тепло Земли; тепло от радиоактивных процессов, происходящих в почве. Роль всех этих источников тепла, в сравнении с лучистой энергией Солнца, весьма незначительна.

Основные тепловые свойства почвы — теплопоглощательная способность, теплоемкость и теплопроводность.

Теплопоглощательная (отражательная) способность — способность почвы поглощать, собирать лучистую энергию Солнца.

На отражательную способность почв наиболее существенно влияют количество и качество гумуса, определяющие цвет почвы, а также ее гранулометрический Состав. Высокогумусированные почвы (черно-

земы) поглощают лучистой энергии на 10...15 % больше, чем малогумусированные, так же как и глинистые по сравнению с песчаными, а влажные по сравнению с сухими.

Теплоемкость — свойство почвы поглощать определенное количество тепла. Она измеряется количеством тепла, необходимого для нагревания 1 см³ или 1 г почвы на 1 °С. Теплоемкость почвы зависит от минералогического и гранулометрического состава, содержания гумуса, влажности, пористости и воздухоемкости. Чем влажнее почва, тем больше тепла требуется для ее нагревания. Вот почему глинистые и суглинистые почвы, имеющие высокую влагоемкость, называют холодными. Песчаные почвы теплее глинистых и суглинистых; у них низкая влагоемкость, а из-за плохой испаряющей способности они слабее охлаждаются. Весной эти почвы достигают физической спелости для обработки на 2...3 недели раньше, чем холодные глинистые и суглинистые.

Теплопроводность — способность почвы проводить тепло. В почве тепло передается различными путями: через воду или воздух, разделяющие твердые частицы; при контакте частиц между собой; излучением от частицы к частице; конвекционной передачей тепла через газ или жидкость.

На величину теплопроводности влияют химический и гранулометрический составы, влажность, содержание воздуха, плотность сложения и температура почвы.

Теплопроводность твердой фазы примерно в 100 раз превышает теплопроводность воздуха. Уплотненные почвы имеют более высокую теплопроводность, чем рыхлые, хорошо оструктуренные. Величина теплопроводности почвы увеличивается по мере возрастания ее влажности, так как теплопроводность воды в 30 раз больше теплопроводности воздуха. Почвы, богатые гумусом и характеризующиеся высокой пористостью аэрации, в сухом состоянии очень плохо проводят тепло. Это имеет большое значение для южных регионов, где поверхность почвы в летний период нагревается до 40...50 °С. Иссушенный поверхностный слой превращается в своеобразный экран, предохраняющий внутреннюю часть почвенного профиля от перегрева.

Под **тепловым режимом** почвы понимают совокупность всех явлений поступления, передвижения и отдачи тепла. Тепловой режим почв формируется под влиянием потока солнечной радиации и условий увлажнения. Показателем теплового режима служит температура почвы, которая зависит от климата, рельефа, свойств почвы, растительного и снежного покрова.

Различные элементы рельефа получают неодинаковое количество тепла. Самые теплые — южные склоны, затем следуют западные, восточные, а наиболее холодные — северные. Растительный покров уменьшает нагревание почвы в летний период, а в холодное время года способствует накоплению снега и сохранению тепла. Снежный покров предохраняет почву от воздействия низких температур воздуха. Под

снегом почва промерзает на небольшую глубину, а в бесснежные зимы промерзание может достигать 0,7...0,9 м и более. Снегозадержание способствует не только увеличению запасов влаги, но и сохранению тепла почвы. При размещении сельскохозяйственных культур на полях нужно учитывать тепловые свойства почв, знать, какие почвы теплые, а какие холодные.

Тепловой режим почв можно регулировать с помощью агротехнических (гребневание, мульчирование, оставление стерни и др.), агролесомелиоративных и мелиоративных приемов.

В северных и северо-восточных районах эффективно *мульчирование* — покрытие почвы торфом, навозом и другими темноокрашенными веществами (сажей). Черная мульча уменьшает отражательную способность почв на 10...15 %.

Гребневание усиливает теплообмен воздуха с почвой, в результате почва лучше прогревается. Посевы кулисных высокостебельных растений (кукурузы, подсолнечника) способствуют повышению температуры почвы.

Полезательные лесные полосы уменьшают силу ветра, снижают вертикальный обмен приземного слоя воздуха с атмосферой, способствуют накоплению на полях снега, который утепляет почву.

Орошение уменьшает отражение солнечной радиации до 20 %, что увеличивает приход тепловой энергии к почве.

2.8. Плодородие почвы и способы его регулирования

Плодородие — основное специфическое свойство почвы, качественно отличающее ее от исходной (материнской) горной породы. Почва является основным средством сельскохозяйственного производства и ее значение определяется плодородием. Человек при использовании земли оценивал ее в первую очередь с точки зрения способности производить урожай сельскохозяйственных культур. В настоящее время под *плодородием* понимают способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде и обеспечивать корневые системы воздухом, теплом и другими факторами жизни.

Различают следующие виды плодородия: естественное, естественно-антропогенное и искусственное.

Естественным называется плодородие, которым обладает почва в природном состоянии без вмешательства человека. Оно формируется в результате природного почвообразовательного процесса. В чистом виде оно присуще целинным почвам и характеризуется продуктивностью произрастающих на почве ценозов.

Естественно-антропогенное плодородие. Вовлечение почв в сельскохозяйственное производство вызывает определенную трансформацию естественного почвообразовательного процесса. При обработке почвы,

внесении удобрений, возделывании культурных растений, мелиорации и т. п. изменяются сложившиеся потоки вещества и энергии, что отражается на направленности и интенсивности элементарных почвенных процессов, режимах и свойствах почвы. Таким образом, почвы приобретают плодородие, формирующееся в результате взаимодействия природного почвообразовательного процесса и целенаправленной человеческой деятельности. Плодородие этой категории характерно для почв агроценозов.

Искусственное плодородие. Формируется в результате деятельности человека путем определенной комбинации факторов плодородия. В чистом виде оно проявляется в субстратах, приготовленных для выращивания растений в оранжереях, теплицах, парниках и т. п., а также в искусственных почвах, например огородных, и в почвах, воссозданных (рекультивированных) на месте разработок полезных ископаемых.

Каждый вид почвенного плодородия имеет две формы: потенциальное и эффективное (экономическое).

Потенциальное плодородие — это плодородие почвы, определяемое ее свойствами, как приобретенными в процессе почвообразования, так и созданными или измененными человеком. Оно характеризуется общими запасами элементов питания растений, формами их соединений и сложным взаимодействием всех других свойств, определяющих способность почвы в благоприятных условиях удовлетворять потребности растений. Высокое потенциальное плодородие имеют, например, болотные торфяные почвы низинного типа, которые обладают значительными запасами элементов питания и способны после осушительных мелиораций обеспечить высокий урожай.

Низкое потенциальное плодородие характерно для подзолистых почв и песчаных разновидностей почв других типов.

Эффективное плодородие, представляет собой ту часть плодородия, которая непосредственно обеспечивает продуктивность растений, т. е. это результат реализации потенциального плодородия.

В агроценозах эффективное плодородие, реализуемое в виде урожая сельскохозяйственных культур, обусловлено не только естественным плодородием почв и климатическими условиями, но и уровнем интенсификации сельскохозяйственного производства, организационными факторами, социально-экономическими отношениями. Экономическое плодородие представляет собой эффективное плодородие, выраженное в стоимостных показателях, учитывающих стоимость урожая и затраты на его получение.

К основным приемам повышения эффективного плодородия относятся рациональное применение органических и минеральных удобрений, известкование и гипсование почв, система обработки, орошение и осушение, введение системы севооборотов, мероприятия по борьбе с эрозией, возделывание наиболее урожайных сортов и др.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Из каких фаз состоит почва? 2. Каково значение первичных и вторичных минералов в формировании почвенного плодородия? 3. В чем сходство и различия почв и пород по химическому составу? 4. Что представляет собой органическая часть почвы? 5. Перечислите источники органического вещества почвы. 6. Какие мероприятия проводятся для регулирования содержания гумуса. 7. Что понимается под поглотительной способностью почв? 8. Кислотность почвы, ее происхождение и регулирование. 9. Щелочность почвы, ее происхождения и регулирование. 10. Плотность почвы и ее значения для растений. 11. Что такое пористость почвы и от чего она зависит? 12. Перечислите физико-механические свойства почвы. 13. Что понимают под спелостью почвы и в чем ее значение? 14. Формы воды в почве и их доступность растениям. 15. Перечислите водные свойства почвы. 16. Виды влагоемкости и их значение для растений. 17. Водный режим и пути его регулирования. 18. Что такое тепловой режим и его значение для растений? 19. Пути регулирования теплового режима. 20. Что понимают под плодородием почвы? 21. Перечислите виды плодородия. 27. Эффективное плодородие и приемы его повышения.

Глава 3

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОЧВ РОССИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

3.1. Закономерности распространения почв и их классификация

Географическое распространение почв на земной поверхности подчиняется определенным закономерностям, обусловленным территориальным распределением факторов почвообразования. Первая классификация почв была предложена основателем научного почвоведения В. В. Докучаевым (1886), в основе которой положено происхождение (генезис) почвы и ее тесная взаимосвязь с окружающей средой. За основную классификационную единицу им был принят генетический тип почвы, поэтому классификацию часто называют генетической. В дальнейшем она совершенствовалась и самим В. В. Докучаевым, его учеником Н. М. Сибирцевым (1895) и последователями.

В историю развития классификации почв внесено много уточнений, дополнений, установлены более четкие связи между почвами, антропогенные воздействия, которые имеют важное теоретическое значение в познании процесса почвообразования. Однако современные классификации настолько громоздки, перегружены информацией, что для их освоения требуется немало усилий. Для студентов инженерных специальностей вполне достаточно ограничиться общедоступной классификацией.

Классификация почв представляет собой объединение их в группы по важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия. В соответствии с современными представлениями, классификация почв включает систему таксонометрических единиц, основой которой является генетический почвенный тип.

Почвенный тип — это группа почв, развивающихся в однотипных биологических, климатических и гидрологических условиях. Все эти почвы характеризуются единой системой основных диагностических горизонтов и общностью свойств, что является следствием сходства или однотипности режимов и процессов почвообразования.

Подтип — группа почв в пределах типа, качественно отличающихся по проявлению основного и налагающихся процессов почвообразования, в связи с чем основные генетические горизонты при их однотипности имеют те или иные количественные различия. Подтипы почв

представляют собой переходные ступени между типами, как следствие постепенно изменяющихся биоклиматических условий географического порядка и местных экологических условий.

Род — таксономическая единица в пределах подтипа, которая отражает качественные генетические особенности, возникающие в процессе генезиса почв под влиянием комплекса местных условий; состав почвообразующих пород, химизм грунтовых вод, проявление солонцеватости, засоленности, развитие слитогенеза, эродированности и пр.

Вид — таксономическая единица в пределах рода, а иногда и подтипа, определяющая количественные показатели степени выраженности тех или иных признаков почвы (степень гумусированности, засоленности, солонцеватости, мощность горизонтов и др.).

Разновидность — определяет почвы по гранулометрическому составу, скелетности и каменистости.

Разряд — таксономическая единица, группирующая почвы по особенностям материнских пород (моренные, флювиогляциальные, покровные, лессовые и т. д.).

Полное название почвы начинается с наименования типа, далее идут подтип, род, вид, разновидность и разряд. Например: чернозем (тип) типичный (подтип), карбонатный (род), среднегумусный (вид), среднесуглинистый (разновидность) на тяжелом лессовидном суглинке (разряд).

Почвенная зона — основная единица почвенно-географического районирования, которая характеризуется преобладанием одного или нескольких почвенных типов. Совокупность почвенных зон, последовательно сменяющих одна другую в широтном направлении, составляет горизонтальную зональность почв. На территории РФ при движении с севера на юг выделяют следующие почвенно-географические зоны: арктическую и субарктическую — (тундра), таежно-лесную, лесостепную, черноземно-степную, сухих степей и пустынно-степную (полупустынь).

В почвенном покрове нашей страны встречаются типы почв, которые не образуют самостоятельной почвенной зоны, они распространены среди зональных почв. Эти почвы получили название *интразональных*. К ним относятся засоленные почвы — солончаки, солонцы, солоди; болотные почвы; почвы пойм — аллювиальные дерновые, луговые и др.

3.2. Почвы таежно-лесной зоны

Умеренно-холодный (бореальный) пояс располагается между тундрой и лесостепью и занимает 55 % всей территории России. Он находится в пределах территории с суммами температур выше 10 °C от 400...600° на севере до 1800...2400° на юге и входит в так называемую нечерноземную полосу.

Климатические условия бореального пояса отличаются большим разнообразием. Зимние температуры значительно ниже нуля и достигают в Восточной Сибири до $-40...50^{\circ}\text{C}$. Средняя температура июля от 10 до 20°C . Количество осадков от 600 мм в западной части зоны до 300 мм и несколько меньше — на востоке (в бассейне средней Лены до 150 мм). Максимум осадков выпадает преимущественно на июль — август.

Преобладание выпадающих осадков над испарением и транспирацией, обуславливает промывной водный режим. Почвообразующие породы не содержат карбонаты, имеют кислую реакцию среды и низкую степень насыщенности основаниями.

На незаболоченных территориях бореального пояса распространены таежные леса с господством хвойных пород: ели, лиственницы, пихты и кедра. В составе почвенного таежно-лесной зоны (занимает $41,0\%$ территории России) покрова встречаются следующие типы почв: подзолистые и глеево-подзолистые, дерново-подзолистые, мерзлотно-таежные, болотные, болотно-подзолистые, бурые лесные и дерновые.

Подзолистые почвы (91 млн га) формируются под хвойными лесами под воздействием подзолистого процесса почвообразования в сочетании с другими процессами. Как правило, в зоне распространения подзолистых почв отсутствует вечная мерзлота.

Наиболее существенной особенностью *подзолообразовательного процесса* является глубокое разрушение первичных и вторичных минералов (кроме кварца) под воздействием органических кислот и вынос материала их распада из верхних горизонтов почвы в нижние и за его пределы в условиях промывного водного режима.

По мере выноса из верхних горизонтов минеральных и органических коллоидов в почве увеличивается относительное содержание нерастворимого кремнезема в виде порошка. Он придает верхним слоям почвы светло-серую или белесую окраску цвета золы. От этого и исходят названия: подзолистый горизонт, подзолистые почвы.

A_0 — лесная подстилка из полуразложившийся растительных остатков мощностью $2...10$ см;

A_0A_1 — грубогумусовый;

A_1 — гумусовый затечный горизонт мощностью $1...3$ см;

A_2 — подзолистый элювиальный самый светлый в профиле (белесый, иногда палевый, под цвет золы); кремнеземистый, легкого гранулометрического состава чешуйчато-плитчатой структуры;

B_1 — иллювиальный, глинисто-железистый, коричнево-бурый или красно-бурый, самый плотный и ярко окрашенный, грубой комковатой структуры. Мощность горизонта может простираться до глубины 100 см;

C — материнская порода суглинистого или глинистого гранулометрического состава разного происхождения, но, как правило, бескарбонатная.

Все подзолистые почвы промыты от растворимых солей и карбонатов. Для них характерно повышенное содержание подвижного железа, алюминия и марганца, часто в количествах токсичных для сельскохозяйственных растений. Они обеднены элементами питания для растений.

Специфическая черта подзолистых почв — крайняя бедность гумусом. Практически это безгумусовые почвы: горизонт A_1 незначителен, а гумуса в нем 1...2 %. Запасы гумуса очень низкие — около 30 т/га в слое 0...0,3 м.

Подзолистые почвы имеют повышенную обменную кислотность, обусловленную водородом и алюминием. Эти почвы бесструктурные; их плотность заметно увеличивается при переходе от верхних горизонтов к нижним.

Глеево-подзолистые почвы (119 млн га) сохраняют признаки подзолистых почв, но характеризуются отчетливо выраженным оглеением верхней части профиля, образованием торфяной подстилки и отсутствием гумусового горизонта. Эти почвы имеют неблагоприятный водно-воздушный и тепловой режимы, низкопродуктивны. Окультуривание наиболее эффективно на разновидностях легкого гранулометрического состава.

Дерново-подзолистые почвы (157,5 млн га) развиваются под воздействием подзолистого и дернового процессов (рис. 7).

Дерновый почвообразовательный процесс развивается под воздействием травянистой растительности, приводящей к накоплению в почве органического материала, питательных веществ и созданию в верхних горизонтах водопрочной структуры. В верхней части профиля они имеют гумусо-элювиальный (дерновый) горизонт, образовавшийся в результате дернового процесса, ниже — подзолистый горизонт, сформировавшийся под влиянием подзолистого процесса. Дерново-подзолистые почвы под естественной растительностью имеют с поверхности или дернину (A_d) или лесную подстилку (A_0) мощностью 3...5 см. Под ней залегает гумусо-элювиальный (дерновый) горизонт (A_1) мощностью достигающий 10...20 см. Этот горизонт имеет светло-серый и реже темно-серый цвет. Ниже дернового горизонта идет подзолистый горизонт (A_2), сменяемый переходным (A_2B_1) и иллювиальным (B_1) горизонтом. Последний постепенно переходит в породу (C). В пахотных дерново-подзолистых почвах под пахотным горизонтом ($A_{\text{пах}}$) лежит подзолистый (A_2) или переходный (A_2B_1) или непосредственно иллювиальный горизонт (B_1).

Содержание гумуса в гумусовом горизонте суглинистых разновидностей — 3...6 %, в песчаных и супесчаных — 1,5...3 %. Запасы гумуса в слое 0...20 см — более 50 т/га. Дерново-подзолистые почвы обладают сильной реакцией, бедны соединениями азота, фосфора, калия.

В целом, естественное плодородие этих почв выше, чем у подзолистых и глеево-подзолистых. Они являются преобладающими в пахотном фонде почв таежно-лесной зоны и являются основным объектом

земледелия. Отличительная черта — высокая влагообеспеченность, исключающая возможность засухи, а также наличие хотя и маломощного, но четко выраженного гумусового горизонта.

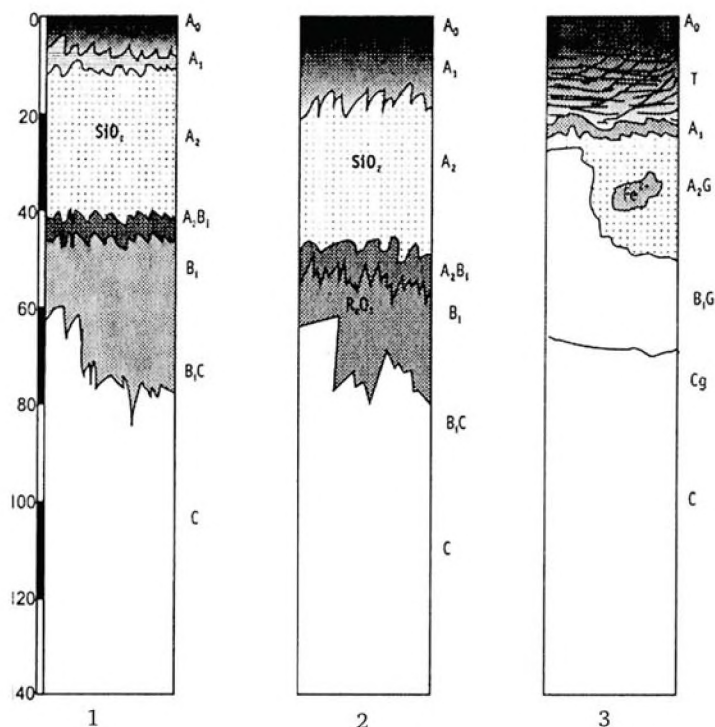


Рис. 7. Строение почв таежно-лесной зоны:

1 — подзол; 2 — дерново-подзолистая; 3 — глее-подзолистая

Мерзлотно-таежные почвы (163 млн га) распространены к востоку от Енисея в Восточной-Сибирской мерзлотно-таежной области. Они формируются под светлехвойными (лиственничными) лесами. Почвообразовательный процесс развивается при наличии многолетней мерзлоты. Почвы характеризуются холодным профилем и в том числе 7...8 месяцев в году имеют отрицательную температуру. Оттаивающий летом слой почвы, зимой промерзает до многолетней мерзлоты. Многолетняя мерзлота и особенности температурного режима оказывают большое влияние на развитие мерзлотно-таежных почв. Низкие температуры почвенного профиля в вегетационный период затрудняют поглощение питательных веществ растениями, замедляют их рост и развитие, тормозят разложение растительных остатков. Все это осла-

бляет биологический круговорот веществ и приводит к образованию лесной подстилки (горизонта A_0).

Почвы бедны зольными элементами, азотом и фосфором. Отличаются слабой биологической активностью и низким плодородием для сельскохозяйственных растений.

Болотные почвы (67 млн га) формируются под влиянием болотного процесса, включающего два взаимосвязанных процесса — торфообразование и оглеение.

Торфообразование — это, в основном, биологический процесс накопления на поверхности почвы полуразложившегося растительного материала в виде надземных и корневых остатков и замедленного их разложения в условиях избыточного увлажнения.

Оглеение представляет собой биохимический восстановительный процесс, протекающий при переувлажнении почв в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и анаэробных микроорганизмов. При глееобразовании происходит разрушение первичных и вторичных материалов. Наиболее характерная особенность глееобразования — восстановление окисного железа в закисное.

Использование земельного фонда таежно-лесной зоны. Таежно-лесная зона имеет большие возможности для развития земледелия и животноводства. Она характеризуется благоприятным климатом, позволяющим возделывать сельскохозяйственные культуры ранних и среднеспелых сортов: зерновые (озимые и яровые), зерновые бобовые, прядильные, корне- и клубнеплоды (картофель, кормовые корнеплоды), овощные, многолетние и однолетние травы, а также разнообразные ягодные и плодовые культуры.

Наиболее важными, научно обоснованными мероприятиями окультуривания дерново-подзолистых почв таежно-лесной зоны являются следующие:

1. *Дифференцированная система обработки почвы с применением ярусной вспашки*, позволяющая сохранить на месте верхний гумусовый дерновый горизонт, а элювиальный и иллювиальный менять местами и частично перемешивать.

2. В связи с бедностью дерново-подзолистых почв питательными веществами важное значение принадлежит *применению органических и минеральных удобрений*. От применения удобрений урожайность зерновых, овощных культур, многолетних и однолетних трав повышается в 2...3 раза.

3. *Известкование* существенно снижает кислотность почв, поэтому повышает урожайность как естественных сенокосов и пастбищ, так и высеянных культур и трав.

В зависимости от степени насыщенности почвы основаниями, дозы применения извести составляют от 3 до 10 т/га.

4. *Расширение посевов многолетних и однолетних трав* приводит к повышению в почве органического вещества в виде растительных остатков, повышает потенциальное и эффективное плодородие почв.

5. *Борьба с избыточным увлажнением* применяется на избыточно увлажненных, на временно переувлажненных почвах, болотных, болотно-подзолистых и других землях.

Избыточное увлажнение задерживает проведение весенних полевых работ, вызывает вымокание, гибель озимых, затрудняет уборку урожая, задерживает прогревание почвы. На такой пашне от временного застоя воды можно избавиться применением таких агроприемов, как бороздование, глубокое рыхление подпахотного слоя чизелями, гребневой посев культур и др.

Наиболее эффективными мероприятиями освобождения полей от переувлажнения является строительство гидротехнических дренажных систем и агролесомелиоративное выращивание лесных полезащитных полос из влаголюбивых древесных пород.

6. На моренных почвообразующих породах важным мероприятием является *очистка пашни от крупных камней* (диаметром более 30 см). Обработка завалуненных полей ухудшает качество работ (пахоты, посева, уборки), вызывает поломку сельскохозяйственных машин.

7. Пашня, сенокосы и другие сельскохозяйственные угодья в этой зоне разбросаны малыми участками, что затрудняет применение высокопроизводительной техники и более современной организации труда. В связи с этим важное значение имеет *проведение укрупнения пахотных площадей* с учетом экономической целесообразности.

3.3. Почвы лесостепной и степной зон

Умеренно-теплый (суббореальный) биоклиматический пояс охватывает территорию РФ с суммой положительных температур более 10° — $2400...4000^{\circ}$. Условия увлажнения (K_y) крайне разнообразны, от влажных лесных с коэффициентом увлажнения более 1,0 до типично пустынных, где коэффициент увлажнения менее 0,15. С учетом этого территория умеренно-теплого пояса разбита на зоны: лесостепную, степную, сухих степей и полупустынь.

3.3.1. Лесостепная зона

Лесостепь (занимает 7,5 % территории России) представляет собой зону, переходную от влажного климата таежно-лесной зоны к засушливому климату степей. На севере осадки и испаряемость сбалансированы ($K_y > 1$), на юге испаряемость превышает осадки ($K_y = 0,77$).

Климатические условия существенно изменяются с запада на восток в пределах зоны: сумма активных температур выше 10°C — $2400...3200^{\circ}$ на западе, $1400...1800^{\circ}$ — на востоке, температура самого холодного месяца, соответственно, — $4...8^{\circ}\text{C}$ и $-18...25^{\circ}\text{C}$; годовое количество осадков — $550...700$ мм и $300...350$; длительность вегетационного периода соответственно $150...180$ и $90...120$ дней.

Лесостепь до сельскохозяйственного освоения состояла из луговых степей и широколиственных лесов (дуб, клен, осина, рябина, чере-

муха) в Европейской части РФ и мелколиственных с примесью хвойных (сосна, береза) — в Сибири. Травянистая растительность характеризуется большим разнообразием. Количество опада составляет 7...9 т/га в год, в том числе 4...5 т/га в виде корней травянистых растений. С опадом возвращается 250...300 кг/га зольных элементов и 60...90 кг/га азота.

Главная особенность лесостепной зоны — разнообразие рельефа.

Среди почвообразующих пород преобладают лессовидные суглинки, лёссы, глины. Главной особенностью почвообразующих пород являются их карбонатность.

К зональным почвам относятся серые лесные почвы, черноземы оподзоленные, выщелоченные и типичные.

Серые лесные почвы (41,0 млн га). Почвообразование притекает под воздействием лесной и степной растительности.

Под широколиственной древесной растительностью и при ее разреживании и внедрении травянистой растительности подзолообразовательный процесс существенно подавляется, основным становится дерновый процесс. В условиях меньшего переувлажнения и слабого вымывания оснований травянистая растительность способствует накоплению гумуса, богатого гуминовыми кислотами. Аккумуляция гумуса повышает содержание в почве азота, фосфора, серы, обменных щелочно-земельных катионов, улучшает структурообразование.

Тип серых лесных почв разделяют на подтипы темно-серых, серых и светло-серых лесных почв, а также выделяется подтип серых лесных глеевых почв. Основными диагностическими показателями для разделения их на подтипы являются мощность гумусового слоя и содержание гумуса в нем (табл. 10).

10. Свойства серых лесных почв Европейской части России

Свойства	Светло-серые лесные	Серые лесные	Темно-серые лесные
Мощность $A_1 + A_1A_2$, см	15—20	25—30	30—40
Гумус в A_1 , %	3—6	4—6	6—8,5
$C_{TK} : C_{ФК}$ в A_1	0,9—1,2	1,2—1,3	1,5—1,7
ЕКО, мг-экв/100 г почвы в A_1	18—25	25—35	25—40
Насыщенность основаниями, %	70—80	более 80	более 80
pH	4,0—4,7	4,5—5,0	5,0—5,5
Глубина залегания карбонатов, см	200—250	150—250	120—200

Серые лесные почвы имеют следующее строение: $A_0 — A_1 — A_1A_2 — A_2B — B_1 — B_2 — BC — C$ (рис. 8). В пахотных аналогах горизонты

A_1 и A_1A_2 распахируются и образуют пахотный слой ($A_{\text{пах}}$). Особенности морфологического строения профиля серых лесных почв:

- отсутствие резкой дифференциации на горизонты и постепенные переходы между ними;
- большая мощность почвенного профиля — более 1,5...2 м;
- отсутствие подзолистого горизонта и проявление оподзоливания в виде переходных горизонтов A_1A_2 и A_2B ;
- наличие ореховатой структуры по всему почвенному профилю;
- наличие карбонатов в почвообразующей породе, иногда в почвенном профиле с глубины 120...250 см.

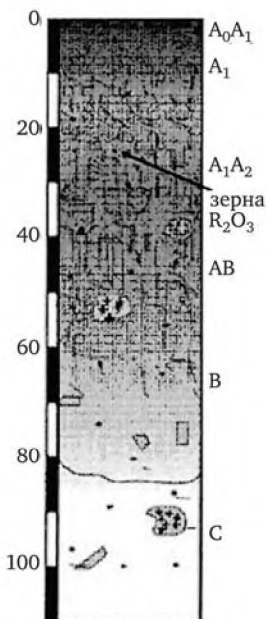


Рис. 8. Строение серой лесной почвы

Содержание по профилю гумуса и азота свидетельствует о более интенсивном проявлении дернового процесса у темно-серых лесных почв и наиболее слабом его развитии у светло-серых.

Сельскохозяйственное использование серых лесных почв. Серые лесные почвы — важный земледельческий район страны. Положительными качествами почвы считаются достаточное влагообеспечение и содержание подвижных элементов минерального питания растений. На серых лесных почвах возделывают озимую и яровую пшеницу, свеклу, картофель, кукурузу, лен, многолетние травы и др.

Основными направлениями сохранения и повышения плодородия являются следующие:

1. Создание мощного пахотного слоя.
2. Применение органических и минеральных удобрений.
3. Применение противоэрозийных мероприятий.
4. Полезащитное лесоразведение обеспечивает снегозадержание и регулирование водного режима водопоглощающими лесными полосами.

Образование черноземов. Черноземные почвы занимают 6,03 % территории России и расположены от южной окраины Московской области на севере до Краснодара и Кубани на юге и от западных окраин Курской и Белгородской областей на западе до Новосибирска на востоке и далее отдельными массивами до Забайкалья.

Черноземные почвы образовались под травянистой растительностью луговых степей. Процесс черноземообразования имеет ряд особенностей. Для него характерно ежегодное поступление большого количества органических остатков травянистых растений (100...200 ц на 1 га), из них на долю корней приходится 40...60 %. Органические остатки обладают высокой зольностью, богаты азотом и основаниями. Таким образом, в биологический круговорот веществ поступает ежегодно большое количество азота и зольных элементов (600...1200 кг на 1 га).

В строении профиля всех подтипов черноземов имеются общие признаки: *первый признак* — в профиле черноземов выделяют мощный темноокрашенный гумусовый горизонт, мощностью 40...100 см, иногда и более; *второй признак* — слабая дифференциация профиля на генетические горизонты; *третий признак* — наличие зернистой и зернисто-комковатой структуры в верхней части гумусового слоя, переходящей затем в крупнокомковатую в нижней части гумусового слоя.

В лесостепной зоне сформировались три подтипа черноземов, которым свойственны самостоятельные почвенные подзоны: оподзоленные, выщелоченные и типичные (табл. 11).

11. Свойства черноземов Европейской части России

Свойства	Черноземы				
	оподзо- ленные	выщело- ченные	типичные	обыкно- венные	южные
Мощность A+AB, см	50—70	70—100	70—130	60—80	40—60
Гумус в A, %	5—8	7—9	8—12	6—8	4—6
ЕКО, мг-экв/100 г	30—40	40—50	40—70	35—45	30—35
Обменные катионы	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , H ⁺	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , H ⁺	Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Ca ⁵⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺	Ca ¹⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺
Насыщенность осно- ваниями, %	80—95	80—95	более 90	100	100

Свойства	Черноземы				
	оподзо- ленные	выщело- ченные	типичные	обыкно- венные	южные
pH	5,5—6,5	6—6,5	6,8—7,0	7,0—7,3	7,0—7,3
Глубина вскипания от HCl, см	130—150	100—120	70—100	60—80	30—50

Черноземы оподзоленные — сформировались под широколиственными лесами, где более влажный климат, процессы оподзоливания и выщелачивания проявляются в виде мучнисто-белой кремнеземистой присыпки в нижней части горизонта А и в верхней части горизонта В₁.

Черноземы выщелоченные распространены в лесостепи и частично в степях, вдали от лесов в условиях повышенного увлажнения. В отличие от оподзоленных не имеют кремнеземистой присыпки в гумусовом горизонте, более гумусированны, а мощность гумусового слоя достигает 100 см (рис. 9).

Типичные черноземы отличаются самой большой мощностью гумусового слоя и наиболее высоким содержанием гумуса. Распространены в западных и южных областях лесостепной зоны Европейской части России. Профиль типичных черноземов характеризуется интенсивной черной окраской с хорошо выраженной зернистой структурой гумусового слоя. Отличительная особенность — наличие карбонатов в гумусовом слое с глубины 60...70 см.

Общая площадь 3-х подтипов черноземов лесостепной зоны составляет 45,0 млн га.

3.3.2. Степная зона

Общая площадь 2-х подтипов черноземов степной зоны составляет 52,0 млн га (65,1 % территории зоны).

Степная зона составляет 4,7 % территории Российской Федерации и отличается от лесостепи более жесткими гидротермическими условиями. Коэффициент увлажнения — 0,45...0,12.

Климатические условия в пределах зоны: сумма активных температур выше 10 °С, 1400...3600 °С, безморозный период длится до 200 дней, годовое количество осадков от 200 до 500 мм.

Растительность представлена узколиственными, частично широколиственными дерновинными злаками, способными переносить часто повторяющиеся засухи. Биомасса подземной части растений превышает надземную.

Главная особенность зоны — равнинный, слабоволнистый рельеф, особенно в южной части зоны.

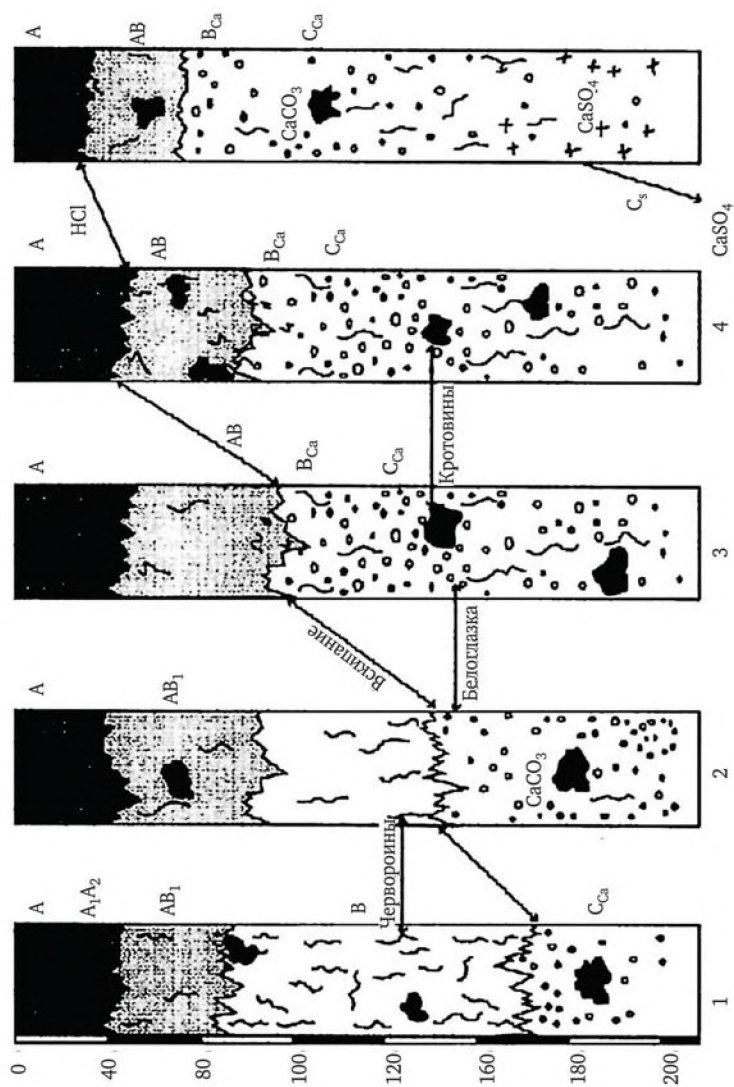


Рис. 9. Строение черноземов лесостепной и степной зоны:

1 — оподзоленный; 2 — выщелоченный; 3 — типичный; 4 — обыкновенный; 5 — южный

Среди почвообразующих пород преобладают лессы и лессовидные суглинки (от легких до тяжелых). Почвообразующие породы обогащены карбонатами кальция, по мере усиления засушливости климата увеличивается содержанием водорастворимых солей, приводящих к осолонцеванию и засолению почв, которых в степной зоне 11,0 млн га (13,8 % территории зоны).

Сельскохозяйственное использование черноземов. Черноземная зона — важнейших земледельческий район РФ, поэтому характеризуются наибольшей распаханностью среди других почв страны.

Важнейшие задачи земледелия на черноземах — рациональное пользование их высокого плодородия и борьба за влагу, влагообеспечение посевов. В комплексе агротехнических мероприятий, направленных на решение задачи повышения эффективного плодородия, должны быть следующие:

1. *Совершенствование структуры посевных площадей:* подбор высокоурожайных культур, сортов и гибридов, введение в севооборот многолетних мятликовых и бобовых трав.

2. *Применение дифференцированной обработки почвы.* В связи с наличием достаточно мощного гумусового горизонта на всех черноземах необходимо создавать и поддерживать мощный пахотный слой.

Углубленная вспашка вовлекает в пашню часть подпахотного, хорошо оструктуренного горизонта, что создает более благоприятные условия для активизации микробиологических процессов и корневой системы растений. Важно проводить разноглубинное рыхление под возделываемые культуры севооборотов. На обыкновенных и южных черноземах следует чаще давать глубокое рыхление, так как они сильнее уплотняются. Рыхления позволяют полнее усваивать дождевые осадки и повышают влагоемкость почвы.

3. *Применение мероприятий по снегозадержанию, водозадержанию* и более полному использованию накопленной в почве влаги. Это использование снегопахов и посев кулис из высокостебельных растений, своевременная обработка полей, посев культур в сжатые сроки и др. На склоновых участках для лучшего поглощения талых вод и предотвращения водной эрозии применяют осеннее бороздование и щелевание почв поперек склона.

4. *Внесение органических и минеральных удобрений* для компенсации питательных веществ, выносимых из почвы с высокими урожаями.

На оподзоленных и выщелоченных черноземах, имеющих повышенную кислотность, применяют известкование.

5. *Полезационные лесонасаждения* содействуют накоплению и более равномерному распределению снега, ослабляют ветры и испарение с поверхности почвы, улучшают микроклимат в посевах, уменьшают проявление водной эрозии, а на юге — и ветровой эрозии.

6. На почвах, не склонных к слитообразованию, наиболее эффективный путь регулирования водного режима — применение орошения.

3.4. Почвы зоны сухих степей и полупустынь

3.4.1. Почвы зоны сухих степей

Зона сухих степей (занимает 1,3 % территории РФ) на севере граничит с южными черноземами степной зоны, а на юге с зоной полупустынь. Она размещена от Прикавказья до Алтая и отдельными массивами распространена в Средней Сибири и в Забайкалье. Основной зональный тип почв — каштановые (1,07 % территории РФ или 18,3 млн га), но наряду с ними широко распространены засоленные и лугово-каштановые почвы.

Почвы сформировались в условиях сухого континентального климата с жарким засушливым и продолжительным летом, сравнительно холодной малоснежной зимой. Среднегодовая температура воздуха в европейской части — 9...10 °С, в азиатской снижается до 2...3 °С. Количество осадков, выпадающих в северной части зоны, составляет 350...400 мм, с перемещением на юго-восток уменьшается до 200...250 мм. Испаряемость в 2...4 раза превышает количество осадков, часто наблюдаются засухи и суховеи. Безморозный период в Европейской части РФ — 210...220 дней.

Растительный покров зоны бедный, низкорослый, изреженный, степень покрытия не превышает 50...70 % площади. Количество опада составляет 2...4 т/га. Растительный покров с севера на юг сменяется с типчаково-ковальных ценозов на полынно-типчаковые. На засоленных почвах в травостое появляются полыни, ромашка, прутняк, кермек.

Рельеф зоны преимущественно равнинный или слабоволнистый, связанный с древними водоаккумулятивными низменностями. Широко распространены понижения (блюдца, западины, лиманы), в которых формируются засоленные почвы.

Преобладающие почвообразующие породы — лёссовидные карбонатные суглинки, реже лессы.

В формировании каштановых почв участвуют те же процессы, что и в формировании черноземов, но протекают они в более засушливых условиях. Поэтому характерны замедленные темпы гумусообразования, слабая выщелоченность профиля от карбонатов и легкорастворимых солей.

При разложении растительных остатков полынных группировок, наряду с кремнием, кальцием, полуторными окислами, в почву поступает большое количество щелочей, в том числе натрия, вызывающих развитие солонцеватости.

В профиле каштановых почв выделяются следующие основные горизонты (рис. 10):

А — гумусовый горизонт каштанового цвета, порошисто-комковатый; мощность 15...30 см;

AB — переходный гумусовый, слабее окрашен гумусом; мощность 10...15 см, вскипает от HCl;

B — неоднородно окрашенный горизонт гумусовых затеков, мощность 15...20 см, вскипает от HCl;

B_к — горизонт максимального содержания карбонатов, которые выделяются в форме белоглазки, прожилок или мучнистых скоплений;

BC_к — переходный к породе;

C_к — почвообразующая порода, карбонатная. Может содержать гипс и водорастворимые соли.

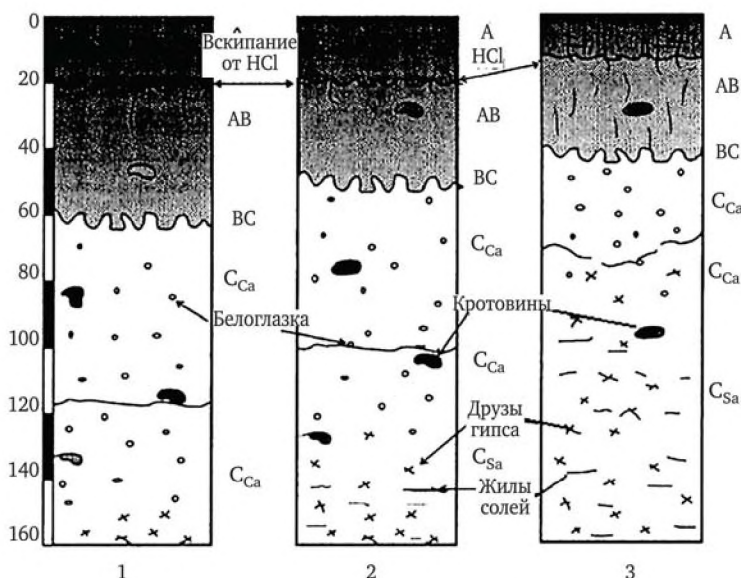


Рис. 10. Строение каштановых почв:

1 — темно-каштановая; 2 — каштановая; 3 — светло-каштановая

Тип каштановых почв делится на подтипы; темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые, основными критериями для разделений каштановых почв на подтипы является степень их гумусированности (табл. 12).

12. Состав и свойства каштановых почв

Свойства	Темно-каштановые	Каштановые	Светло-каштановые
Мощность A+AB, см	40...45	30...40	20...30
Гумус, % для глинистых и суглинистых в гор. A	4...5	3...4	2...2,5
в гор. A _{пах}	3...4	2...3	1,5...2,0

Свойства	Темно-каштановые	Каштановые	Светло-каштановые
$C_{гк} : C_{фк}$	> 1	> 1	< 1
ЕКО, мг-экв на 100г	30...35	20...30	15...20
Глубина вскипания от HCl, см	35...40	30...35	20...25
Глубина залегания гипса и водорастворимых солей, см	150...200	100...150	80...120

На уровне отдельного типа выделяют **лугово-каштановые** почвы, которые формируются при близком залегании грунтовых вод в понижениях рельефа, долинах рек и других местах. Они характеризуются повышенной мощностью гумусовых горизонтов (до 45...50 см), более высоким содержанием гумуса (4...6 %), лучшей оструктуренностью и обеспеченностью элементами питания. При отсутствии солонцеватости и водорастворимых солей в профиле эти почвы более плодородны по сравнению с каштановыми.

Сельскохозяйственное использование каштановых почв. Сухие степи — это зона зернового хозяйства и развитого животноводства. В настоящее время 51,8 % земель сухой степи находится в пашне, довольно успешно здесь выращивают озимую и яровую пшеницу, подсолнечник, кукурузу, просо, гречиху, зернобобовые, бахчевые и другие культуры. На долю кормовых угодий приходится 33,7 % земель сухостепи, где развито пастбищное животноводство.

Основными мероприятиями по сохранению и повышению плодородия каштановых почв являются следующие:

1. *Мероприятия по накоплению влаги:* снегозадержание, полесозащитное лесоразведение, чистые пары, глубокая зяблевая вспашка, глубокое безотвальное рыхление, посев кулис и т. д.

2. *Орошение* каштановых почв позволяет получать гарантированные урожаи сельскохозяйственных культур, резко повышает эффективность органических и минеральных удобрений.

3. *Противоэрозионные и противодефляционные мероприятия* в зоне каштановых почв остаются актуальными.

3.4.2. Почвы зоны полупустынь

Полупустынная зона (0,9 % территории РФ) представляет собой переходную зону от сухих степей к пустыням и начинается в Прикаспийской низменности (Республика Калмыкия, Астраханская область) и отдельными пятнами распространяется далее на восток до Монголии. Зональным типом являются бурые **полупустынные почвы**, сходные по условиям почвообразования со светло-каштановыми почвами.

Климат сильно засушливый, резко континентальный. Весна короткая, лето длинное, жаркое, с частыми засухами. Зима малоснежная,

непродолжительная, не холодная, с большими морозами и сильными ветрами. Годовое количество осадков 100...250 мм при испаряемости 600...900 мм. Среднегодовая температура — 6...7 °С, безморозный период — 160...190 дней.

Растительность бедная, типчаково-полынная с участками ксерофитных солеустойчивых видов. Степень проективного покрытия — 20...40 %. Количество опада — 1,0...1,5 т/га, в основном в виде корней.

Рельеф — равнинно-слабоволнистый на лессовидных суглинках.

Почвообразование бурых полупустынных почв проходило в жестких гидротермических условиях и их профиль имеет следующие генетические горизонты:

A — гумусо-элювиальный горизонт серовато-бурой или палеосерой окраски, рыхлого сложения, слоистый, бесструктурный.

Мощность гумусового горизонта — 10...15 см, содержание гумуса — 1...1,5 %. Ниже — гумусово-элювиальный горизонт (B_1) более темной буровато-коричневой окраски с крупно-комковатой или глыбистой структурой. Мощность горизонтов A + B_1 — около 30...35 см.

Ниже залегает иллювиально-карбонатный горизонт (B_k), желтовато-бурый, с белесыми пятнами карбонатов. Мощность его от 30 до 80 см, он более плотно сложен.

На глубине 80...100 см обособляется горизонт скопления гипса (C_r), ниже которого залегают легкорастворимые соли (C_c).

Реакция среды в верхних горизонтах слабощелочная (рН 7,3...7,5), в нижних — щелочная (рН 8,2...8,8).

Сельскохозяйственное использование. Зона полупустынь — база пастбищного животноводства (в основном овцеводства), на долю пастбищ приходится 62,4 % территории зоны. Засушливость и низкое плодородие бурых полупустынных почв ограничивают развитие богарного земледелия. Пашней занято всего 13,5 % территории зоны и, учитывая засушливость климата, без орошения земледелие не имеет перспектив. При орошении получают высокие урожаи бахчевых и овощных культур, риса, плодовых, хлопчатника и др.

3.5. Интразональные почвы

3.5.1. Засоленные почвы и солоды

Засоленными называют почвы, содержащие в своем профиле легкорастворимые соли в токсичных для сельскохозяйственных культур количествах (более 0,2 %). К ним относятся солончаки, солончаковые почвы и солонцы. Они широко распространены в зоне сухих степей и полупустынь, но встречаются в степной и лесостепной зонах. Засоленные почвы занимают в РФ 21,5 млн га или 1,3 % всех почв страны.

Формирование засоленных почв связано с накоплением солей в грунтовых водах и породах и с условиями, способствующими их аккумуля-

ции в почвах (высокая испаряемость, отрицательные формы рельефа, минерализация грунтовых вод и др.).

Легкорастворимые соли по степени вредности для большинства сельскохозяйственных растений располагают по убывающему ряду $\text{NaCO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{NaSO}_4 \rightarrow \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$.

По степени засоления почвы делятся на незасоленные, слабозасоленные, средnezасоленные, сильнозасоленные и солончаки (табл. 13).

13. Классификация почв по степени и химизму засоления

Степень засоления	Химизм засоления, плотный остаток (сумма солей), %		
	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	содово-хлоридный и хлоридно-содовый
Незасоленные	менее 0,1	менее 0,2	менее 0,1
Слабозасоленные	0,1—0,2	0,2—0,4	0,1—0,2
Среднезасоленные	0,2—0,4	0,4—0,6	0,2—0,3
Сильнозасоленные	0,4—0,8	0,6—0,9	0,3—0,5
Очень сильно засоленные (солончаки)	более 0,8	более 0,9	более 0,5

Солончаки — почвы содержащие большое количество легкорастворимых солей с поверхности и по всему профилю. В зависимости от химизма засоления в верхнем горизонте солончаков соли составляют от 0,6 до 3 % и более.

Сущность *солончакового процесса* состоит в накоплении легкорастворимых солей в верхней части профиля почвы, когда количество выпадающих осадков меньше испаряемости с поверхности почвы и растений и близко расположены грунтовые воды.

Профиль солончаков слабо дифференцирован на генетические горизонты. В нем выделяют гумусовый горизонт А, переходный В и почвообразующую породу С. По всему профилю солончака заметны выцветы солей, особенно после подсыхания стенки разреза.

Солончаки относятся к почвам низкого плодородия. Содержание гумуса в большинстве случаев невысокое — менее 1 % с преобладанием в составе фульвокислот. Солончаки имеют щелочную реакцию (рН водной вытяжки 7,3...7,5).

Высокая концентрация водорастворимых солей в почвенном растворе солончаков резко нарушает снабжение растений водой и приводит их к гибели. Культурные растения по разному относятся к засолению. Обобщение опыта многих исследований в нашей стране

и за рубежом позволило определить относительную солеустойчивость культурных растений (табл. 14).

14. Относительная солеустойчивость растений (А. В. Ковда)

Неустойчивые	Среднеустойчивые	Устойчивые
Полевые культуры		
Фасоль, лен	Рожь, пшеница, сорго, соя, кукуруза, рис, подсолнечник, овес	Ячмень, сахарная свекла, хлопчатник, рапс
Кормовые травы		
Клевер, лисохвост	Донник, райграс много-летний, суданская трава, люцерна, ежа сборная, овсяница луговая, канареечник тростниковый, лядвенец большой, костер безостый	Бермудская трава, пырей высокий, волоснец канадский, пырей американский, овсяница высокая, лядвенец рогатый, пырей солончаковый
Овощные культуры		
Редис, сельдерей, фасоль	Томаты, капуста спаржевая, капуста кочанная, капуста цветная, картофель, перец, морковь, лук, горох, тыква, огурцы	Столовая свекла, капуста листовая, спаржа, шпинат
Фруктовые и ягодные		
Груша, яблоня, апельсин, лимон, миндаль, фейхоа, персик, земляника	Гранат, инжир, оливковое дерево, виноград, слива, абрикос, мандарин	Финиковая пальма

Сельскохозяйственное освоение солончаков и солончаковых почв возможно лишь при сложных мелиоративных мероприятиях, поэтому сельскохозяйственное использование этих земель довольно ограничено и проводится лишь там, где это жизненно необходимо. Наиболее эффективный и радикальный прием удаления солей и опреснения почв — промывка (2...17 тыс. м³/га). Лучше проводить промывку в осенне-зимний период. В целях предотвращения подъема грунтовых вод необходим отвод промывных вод с орошаемой территории. Для понижения уровня грунтовых вод применяют дренаж.

Солонцы — это почвы, в иллювиальном (В) горизонте которых в поглощенном состоянии содержится большое количество (более — 15 %) обменного натрия (и магния). Легкорастворимые соли в солонцах, в отличие от солончаков, накапливаются на некоторой глубине, а верхняя часть профиля, горизонт А, их практически не содержит.

Солонцы и солонцеватые почвы формируются по различным пониженным элементам рельефа — впадинам, слабодренированным равнинным участкам, по террасам рек. Но в отличие от солончаков, участки с солонцами и солонцеватыми почвами промываются на некоторую глубину, поэтому их верхние горизонты почти не содержат легкорастворимых солей.

Содержание и состав гумуса весьма различны в солонцах разных природных зон. Наиболее широко распространенные солонцы степи и полупустыни бедны гумусом — они содержат 1,5...3 % гумуса в дерновом горизонте. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Реакция солонцов щелочная (рН 8...10).

Особенно неблагоприятны физические свойства солонцов. Во влажном состоянии почва набухает, становится вязкой и липкой, плохово-допроницаемой, в сухом состоянии настолько уплотняется, что не поддается обработке.

Сельскохозяйственное использование солонцов. Для их использования необходима химическая мелиорация — гипсование в условиях орошения или глубокого увлажнения осадками. Норма гипса составляет от 5...8 т/га до 15 т/га.

При близком залегании к поверхности карбонатного и гипсового горизонтов проводят *самомелиорацию* солонцов путем глубокой плантажной вспашки с вовлечением карбонатов и гипса в пахотный слой.

Солонцеватость резко снижает плодородие почв, понижая урожай большинства сельскохозяйственных культур. Культурные растения неодинаково реагируют на солонцеватость почв (табл. 15).

15. Относительная устойчивость растений к обменно натрию

Неустойчивые	Среднеустойчивые	Устойчивые
Фасоль, кукуруза, апельсин, персик, мандарин, яблоня, груша, черешня, слива, абрикос, костер безостый, клевер, люпин, чай, картофель	Морковь, клевер, овсяница высокая, салат латук, овес, лук, редис, рожь, райграс, сорго, томаты, пшеница, вика	Люцерна, ячмень, свекла, хлопчатник, житняк, пырей высокий, айва, рис, донник, волоснец суданская трава

Органические и физиологически кислые минеральные удобрения существенно улучшают свойства солонцов и повышают урожайность сельскохозяйственных культур.

Для улучшения небольших пятен солонцов среди черноземных почв применяют *землевание* — засыпку поверхности солонца слоем плодородного грунта.

Солоди в основном распространены в лесостепной и степной зонах, но могут встречаться среди почв сухих степей и полупустынь.

Солоди сформировались в понижениях рельефа под гидрофильными растительными сообществами в условиях промывного или периодически промывного водного режима, поэтому весь профиль носит более или менее ярко выраженные признаки оглеения.

По морфологическому строению солоди близки к дерново-подзолистым глеевым почвам. Солоди — продукт рассоления и выщелачивания солонцов.

Сельскохозяйственное использование солодей из-за низкого естественного плодородия невелико. Крупные массивы дерновых высокогумусных солодей (степные лиманы) успешно используются как кормовые угодья. Мелкие пятна солодей, в неглубоких понижениях окультуриваются путем внесения органических и минеральных удобрений на фоне известкования. Хорошие результаты получают от заиливания высокогумусным дерновым материалом.

3.5.2. Почвы пойм

На территории России имеется много больших и малых рек. Большинство из них имеет хорошо развитые долины. Часть речной долины, прилегающая к ее руслу и периодически заливаемая тальми водами реки, называется поймой.

Основной особенностью почвообразования в пойме является развитие двух специфических процессов — поемного и аллювиального. *Поемный процесс* — это периодическое затопление почв пойменной террасы паводковыми водами. *Аллювиальный процесс* — это накопление речного аллювия в результате оседания на поверхности пойменных почв твердых частиц из паводковых вод. В результате аллювиального процесса на поверхности поймы идет ежегодное отложение аллювия, немедленно вовлекаемого в почвообразование. Поэтому аллювиальные почвы постоянно растут вверх, получая систематически новые порции почвообразующей породы.

Во всякой развитой пойме можно различать три существенные части: прирусловая, центральная и притеррасная (рис. 11).

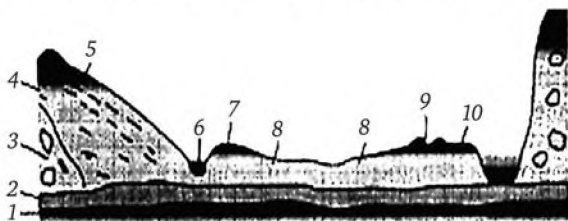


Рис. 11. Поперечный разрез через долину реки:

- 1 — коренная порода; 2 — древние аллювиальные пески; 3 — основная марена; 4 — делювиальные сносы; 5 — боровая терраса; 6 — притеррасное понижение; 7 — притеррасная пойма; 8 — центральная пойма; 9 — прирусловая пойма; 10 — прирусловый вал

В прирусловой части поймы откладываются преимущественно крупные частицы песка, с образованием аллювиальных дерновых почв. В центральной части поймы течение полых вод замедленное и аллювий, который откладывается, содержит иловатые и пылеватые частицы.

Содержание гумуса в аллювиальных дерновых и аллювиальных луговых почвах центральной части поймы превышает 5...7 %; мощность гумусового слоя достигает 30...50 см. Почвы хорошо обеспечены азотом, в меньшей степени фосфором и калием. Они обладают высокой ЕКО (20...40 мг-экв/100г почвы), их реакция изменяется от кислой до нейтральной.

Притеррасная часть поймы граничит с надпойменной террасой. На ней полые воды долго застаиваются и сюда же стекают делювиальные потоки с надпойменной террасы и коренного берега, поэтому притеррасная часть поймы заилена, переувлажнена и заболочена. Здесь развивается болотный процесс, формируются аллювиальные болотные почвы.

Сельскохозяйственное использование. Наиболее плодородными являются аллювиальные луговые почвы центральной поймы. Урожай сена естественных трав здесь достигает 30...40 ц/га и более. Плодородие аллювиальных луговых почв, как правило, выше по сравнению с зональными почвами водоразделов, благодаря лучшему обеспечению влагой и элементами питания и лучшей оструктуренности. Поэтому их используют, в первую очередь, под наиболее требовательные к условиям питания и увлажнения культуры: овощные, плодово-ягодные, кормовые и др.

При использовании пойменных почв под сенокосы и пастбища проводят их улучшение путем проведения мелиоративных, культур-технических и агротехнических мероприятий; осушение заболоченных участков, удаление кочек и кустарников, подсев трав, внесение удобрений, регулирование выпаса скота.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что такое тип, подтип, род, вид и разновидность почвы? 2. Что называют почвенной зоной? 3. Какие почвы называют интразональными? 4. Какой процесс называют подзолообразовательным и в чем его сущность? 5. Какова сущность дернового процесса? 6. Каковы причины образования болот? 7. Укажите основные мероприятия для улучшения дерново-подзолистых почв. 8. Как используют почвы таежно-лесной зоны? 9. Какие процессы участвуют в формировании серых лесных почв? 10. Назовите подтипы серых лесных почв и их основное различие. 11. Основные направления для повышения плодородия серых лесных почв. 12. Перечислите общие признаки, характерные для всех подтипов черноземов. 13. Чем отличаются черноземы лесостепной зоны от черноземов степной зоны? 14. Какие применяют мероприятия для сохранения и повышения плодородия черноземов? 15. В чем своеобразие природных условий зоны сухих степей? 16. Классификация, состав и свойства каштановых почв. 17. Как используются почвы зоны сухих степей? 18. Перечислите мероприятия по сохранению и повышению плодородия каштановых почв. 19. В чем своеобразие полупустынной зоны? 20. Как используются бурые полупустынные почвы? 21. Назовите основные причины образования засоленных почв? 22. Какие почвы называются засоленными? 23. Что характерно для солончаков? 24. В чем принципиальное отличие солонцовых почв? 25. Назовите характерные особенности солодей?

26. Каковы приемы улучшения засоленных почв? 27. Особенности образования пойменных почв. 28. Какие почвы образуются в различных частях поймы? 29. Каково сельскохозяйственное использование пойменных почв?

Глава 4

БОНИТИРОВКА ПОЧВ И ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ

4.1. Земельный кадастр и земельный фонд России

Земельные ресурсы страны представляют огромное народное богатство. Правильное их использование немыслимо без строго научного количественного и качественного учета земель. В соответствии с Законодательными актами РФ для обеспечения рационального использования и охраны земельных ресурсов вводится государственный *земельный кадастр*, содержащий совокупность достоверных и необходимых сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель. Земельный кадастр включает следующие составные части:

- государственная регистрация землепользований — оформление прав пользования землей сельскохозяйственными и несельскохозяйственными землепользователями, а также гражданами;
- количественный учет земель по землепользователям и по угодьям;
- характеристика качества земель по их классам, гранулометрическому составу почв и признаками, определяющими их плодородие, а также по культурно-техническому состоянию кормовых угодий;
- бонитировка почв;
- экономическая оценка сельскохозяйственных угодий;
- земельно-кадастровые документы и материалы.

В работе по оценке земель следует различать понятия почва и земля. *Почва* — понятие генетическое, оно относится к определенному типу и в пределах его к различным видам и разновидностям. *Земля* — понятие более широкое, оно включает почвенный покров определенной территории со всеми характерными для нее элементами ландшафта. Неидентичность понятий почва и земля определяет различия в содержании работ, связанных с оценкой почв и земель.

Земельный кадастр ведется на основе изучения земельных ресурсов страны, осуществляемое государственными землеустроительными службами. По данным государственного учета земель общая площадь земельного фонда РФ составляет 1710 млн га, который распределяется по категориям земель (табл. 16).

В соответствии со ст. 77 Земельного кодекса РФ *земли сельскохозяйственного назначения* определены как земли, предназначенные для

нужд сельского хозяйства или уже предоставленные для этих целей. Это важнейшая из всех категорий земель. Главной ее особенностью является то, что земля здесь выступает в качестве основного средства производства продуктов питания, кормов для животных и сырья для промышленности.

16. Распределение земельного фонда РФ по категориям земель

№	Категория земель	Площадь	
		млн га	%
1.	Земли сельскохозяйственного назначения	455	26,6
2.	Земли городов и населенных пунктов	21	1,2
3.	Земли промышленности, транспорта, связи и др.	18	1,0
4.	Земли природоохранного назначения	32	1,8
5.	Земли лесного фонда	1046	61,2
6.	Земли водного фонда	20	1,2
7.	Земли запаса	118	7,0
8.	Итого	1170	100

В состав земель сельскохозяйственного назначения входят сельскохозяйственные угодья, т. е. участки земли с определенным хозяйственным использованием: пашни, пастбища, залежи, сенокосы, многолетние насаждения (сады, виноградники).

К сельскохозяйственным угодьям относятся земли, систематически используемые для производства сельскохозяйственной продукции. Они занимают площадь 221 млн га, или 12,9 % общей территории РФ. В структуре сельскохозяйственных угодий на пашню приходится 57,3 %; сенокосы и пастбища занимают 40,7, многолетние насаждения — 0,8 %. В состав земель сельскохозяйственного назначения входят площади, занятые сельскохозяйственными объектами, — фермами, токами, подъездными путями, древесно-кустарниковой растительностью, замкнутыми водоемами и прочим, что необходимо для ведения сельскохозяйственного производства или для обеспечения защиты земель от воздействия негативных природных, антропогенных и техногенных явлений.

Почва, как естественно-историческое тело, представляет собой основу, фундаментальную часть всех земельных угодий, будь то пашня, многолетние насаждения, леса, болота и др. Поэтому учет и качественная оценка приобретает особо актуальное значение в современных условиях развития сельского хозяйства, когда в условиях рыночной экономики земля и почва выступают в качестве товара, а, следовательно, возникает необходимость в ее оценке.

4.2. Бонитировка почв

Бонитировка почв (от латинского *bonitos* — доброкачественность) — сравнительная оценка качества почв по их производительной способности (плодородию). Она проводится в баллах, по которым устанавливают насколько одна почва лучше или хуже другой по производительности. Главная цель бонитировки — учет и группировка почв по природным свойствам, плодородию, оценка их продуктивности для возделывания различных культур, совершенствования сельскохозяйственного производства, специализации. Любая почва обладает определенным бонитетом, то есть показателем качества, ее продуктивности, добротности.

Теоретической основой бонитировки почв служат установленные В. В. Докучаевым законы соотношений между составными частями почв и между почвами и произрастающей на них растительностью. Уровень плодородия почвы определяется не только ее свойствами, но и величиной урожайности возделываемой культуры. Не все свойства почвы находятся в коррелятивной связи с многолетней урожайностью сельскохозяйственных культур. Их правильный выбор является основой бонитировки почв.

Свойства почв, устойчиво коррелирующие со средней многолетней урожайностью сельскохозяйственных культур, получили название *диагностических признаков* или *оценочных показателей*. Наиболее коррелируют с многолетней урожайностью следующие свойства почв: мощность гумусового слоя, содержание гумуса, обеспеченность основными элементами питания, ЕКО, обменная кислотность и щелочность, гранулометрический состав. Однако для различных почв диагностические признаки не обязательно должны быть одноименными.

Бонитировка почв проводится после почвенных обследований и служит их завершающим этапом. В нашей стране используется стобальная оценочная шкала (табл. 17). Признаки лучшей по свойствам и урожайности почвы, принятой за эталон, оценивают в 100 баллов. Иногда за 100 баллов принимается балл не самой плодородной, а самой распространенной в данном регионе почвы, а иногда зональной для данной территории почвы.

17. Шкала оценки почв по Н. Л. Благовидову

Класс бонитета	Балл бонитета	Качественная характеристика почв
X IX VIII	91—100 81—90 71—80	Лучшие почвы
VII VI V	61—70 51—60 41—50	Средние почвы

Класс бонитета	Балл бонитета	Качественная характеристика почв
IV III II	31—40 21—30 11—20	Худшие почвы
I	1—10	Почвы, не используемые в сельскохозяйственном производстве

Для каждого диагностического признака вычисляют бонитировочный балл. Расчет бонитировочных баллов производят по 100-бальной бонитировочной шкале. При этом из всех почв выбирают *эталонную*, на которой получают наиболее высокие урожаи.

Основной задачей *полевого* периода бонитировки почв является:

а) уточнение и проверка в опытном порядке в типичных условиях правильности составленной в календарный период предварительной республиканской, районной бонитировочной шкалы почв;

б) сбор недостающих материалов и бонитировка малораспространенных почв и почв, встречающихся в комплексах и сочетаниях.

Третий — *заключительный* (камерально-аналитический) период имеет задачу установить правильность составленной для республики (области, края, района, хозяйства) предварительной бонитировочной шкалы и составление окончательной бонитировочной шкалы почв.

Бонитировка почв завершается составлением бонитировочной карты, на которой отражены баллы бонитета почвенных разностей.

4.3. Агропроизводственная группировка почв

Для рационального использования почв применяется метод их агропроизводственной группировки. *Агропроизводственная* группировка почв — это объединение почв, близких по генетическим, агроэкологическим условиям и агрономическим свойствам, в группы, характеризующиеся одинаковой возможностью сельскохозяйственного использования и однотипным характером мероприятий по улучшению свойств.

Почвы, объединяемые в одну агрогруппу, должны иметь следующие, приблизительно одинаковые показатели:

1) водно-воздушные и тепловые свойства и режимы, выявляемые на основе оценки гранулометрического состава;

2) питательный режим и уровень плодородия (содержание основных элементов питания, уровень гумусированности, реакция среды);

3) отношение почв к обработке (физико-механические свойства почв, сроки спелости, особенности углубления пахотного слоя и др.);

4) потребность в мелиорациях (степень заболоченности, уровень залегания грунтовых вод, степень засоления, реакция среды и др.);

5) содержание в почве вредных для растений веществ в токсичных концентрациях (тяжелые металлы, водорастворимые соли, радионуклиды и др.);

6) показатели степени эродированности;

7) баллы бонитета;

8) рельеф, в условиях которого залегают почвы и др.;

В почвенном очерке приводится полная характеристика агропроизводственных групп. При этом рекомендуется указывать, какие агропроизводственные группы данного землепользования относятся к лучшим, хорошим, средним, ниже среднего качества и к худшим по их свойствам и плодородию, в соответствии с принятой агропроизводственной группировкой почв области, края, республики. Обычно почвы первой агропроизводственной группы хозяйства относятся к более высокому качественному рангу, а последующие — к более низким.

4.4. Качественная и экономическая оценка земли

Качественная оценка характеризует земельный участок не только по его почвам, но и по природным условиям (количество осадков, рельеф, мелкоконтурность, экспозиция склона и т. п.). Такая оценка позволяет установить степень влияния конкретных условий (каждого в отдельности и в сумме) на уровень сельскохозяйственного производства и урожай возделываемых культур. В этой связи качественная оценка земель в сравнении с бонитировкой почв понятие более широкое, так как дает сравнительную характеристику в баллах биологической продуктивности всей совокупности природных факторов конкретного агроландшафта.

Только для участков с выровненным рельефом и сходными агроклиматическими условиями, качественная оценка земель сужается по содержанию до бонитировки почв.

На основе качественной оценки земель в хозяйствах решаются агропроизводственные вопросы, связанные с ее использованием.

Экономическая оценка земель — сравнительная ценность земли как средства производства.

Объектом экономической оценки земли является ее экономическое плодородие, которое зависит не только от почвы, природных условий местности, но и от количества затраченного труда и средств (уровень механизации, доз удобрений, использования химических средств защиты растений и т. д.), месторасположения (т. е. удаленность от рынков сбыта), условий транспортировки продукции и т. д.

Критериями экономической оценки земли методика экономической оценки земли рекомендует использовать такие показатели, как стоимость продукции, чистый доход, урожайность, окупаемость затрат.

Экономическая оценка, в частности по показателю валового продукта, более полно в производственном отношении характеризует качество земли, чем бонитировка почвы.

При экономической оценке земель один и тот же тип почвы, находящийся в одинаковых условиях может получить различную оценку. И напротив, почвы, различные по происхождению, но сходные по экономическим показателям, могут иметь одинаковые оценочные баллы.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Земельный кадастр и его составные части. 2. Что такое бонитировка и по каким показателям ее устанавливают? 3. Основные задачи подготовительного периода бонитировки. 4. Что такое агропроизводственная группировка почв и ее назначение? 5. Что такое качественная оценка земли? 6. Экономическая оценка земли и ее основные критерии.

Часть 2

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ



Глава 5

ФАКТОРЫ ЖИЗНИ И ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

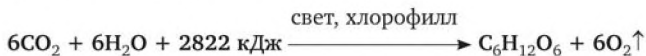
5.1. Требования растений к факторам жизни

Жизнь растений тесным образом связана с окружающей средой. Несоответствие этих условий потребностям растительного организма может привести к ослаблению и даже гибели растения, и наоборот, полное удовлетворение этих потребностей позволяет в полной мере реализовать его биологические возможности.

Для жизни растений необходимы свет, тепло, воздух, вода и питательные вещества. Эти факторы требуются в разных количествах и соотношениях. Знание биологических особенностей растений и факторов их жизни — обязательное условие для их возделывания.

Факторы жизни растений подразделяются на *космические* (свет и тепло) и *земные* (вода, воздух и питательные вещества). Космические факторы, получаемые от Солнца, в земледелии практически не регулируются или регулируются в условиях защищенного грунта. Земные факторы в жизни растений, наоборот, удается регулировать и создавать оптимальные условия для роста и развития культурных растений. Поэтому главной задачей земледелия К. А. Тимирязев считал изучение требований культурных растений к факторам жизни и разработка практических приемов удовлетворения этих требований.

Требования растений к свету. Из всех живых организмов на Земле только зеленые растения обладают способностью использовать лучистую энергию Солнца и с помощью хлорофилла создавать органическое вещество растений и их урожай. Этот процесс называется *фотосинтезом*, а механизм образования простейших органических веществ можно представить следующей схемой:



Хотя свет и не относится к факторам, подвергающимся регулированию в земледелии, однако для получения высоких урожаев необходимо создавать посевы, наиболее полно поглощающие и использующие солнечное излучение. При оптимальной площади листовой поверхности 40 тыс. м²/га, растения обладают наиболее высоким фотосинтетическим потенциалом.

Освещенность регулируется также густотой и способами посева и размещения растений на поле (узкорядное, широкорядное, гнездо-

вое и т. д.). Важное условие — норма высева, поскольку от нее зависит густота стояния растений на единице площади. Поэтому задачи агротехники состоят в том, чтобы повысить коэффициент использования ФАР растениями путем усиления у них ростовых процессов.

Требования растений к теплу. Физиологические процессы в растении протекают только при определенном количестве тепла. При низкой температуре растения останавливаются в росте. Потребность в тепле различна не только у растений, относящихся к разным семействам, но и у одной и той же культуры в те или иные фазы развития. Оптимальная температура для роста и развития большинства культур 20...25 °С. При температуре немногим выше 30 °С наблюдается торможение ростовых процессов, а при повышении ее до 50...52 °С растения погибают.

Для завершения полного цикла развития растения должно получить определенную сумму активных среднесуточных температур (выше 10 °С) за вегетационный период. По этому показателю они подразделяются на теплолюбивые, семена которых прорастают при температуре 8...12 °С, нуждаются в сумме активных температур воздуха 3000...4000 °С и холодостойкие, семена которых прорастают при температуре почвы 2...5 °С и за весь вегетационный период им нужна сумма активных температур воздуха 1200...1800 °С.

Такие теплолюбивые культуры, как огурец, томаты, бахчевые повреждаются, а иногда и полностью отмирают при положительных температурах +3...7 °С. Несколько устойчивее к влиянию низких положительных температур гречиха, кукуруза, картофель. Овес, ячмень, рожь, пшеница, свекла, капуста относятся к холодостойчивым культурам и при положительных температурах 3...5 °С у них не обнаруживаются признаков повреждения и практически не снижается продуктивность. Среди холодостойких культур выделяются морозоустойчивые, способные переносить относительно низкие температуры (от -18 до -24 °С и ниже). К этой группе культур относятся озимые зерновые, многолетние травы.

Однако все культурные растения, независимо от места их происхождения, для роста и развития требуют оптимальных температур, так как повышение и понижение температуры отрицательно сказывается на их продуктивности (табл. 18).

18. Потребность растений в тепле, °С

Культура	Прорастание семян	Появление всходов	Заморозки, повреждающие всходы	Оптимальная температура, °С	Сумма активных температур за вегетационный период, °С
Озимая рожь	1—2	3—4	—	15—20	1300—1400
Ячмень	1—2	4—5	7—8	15—22	1150—1400
Овес	2—3	4—5	8—9	15—20	1250—1500

Культура	Прорастание семян	Появление всходов	Заморозки, повреждающие всходы	Оптимальная температура, °С	Сумма активных температур за вегетационный период, °С
Яровая пшеница	1—2	4—5	9—10	15—22	1300—1700
Горох	1—2	4—5	7—8	15—22	1100—1550
Картофель	8—10	8—10	1—2	16—20	1200—1800
Лен	3—4	5—6	4—6	16—18	1000—1300
Кукуруза на силос	8—10	10—14	1—2	20—24	1200—1400
Сахарная свекла	3—4	6—7	4—6	18—22	1800—2500

Как и свет, тепло почти не регулируется в естественных условиях. Незначительному регулированию подлежит лишь тепловой режим почвы. С помощью поливов, ранневесеннего боронования, рыхления почвы, посадки лесополос, снегозадержания, мульчирования и других приемов можно регулировать тепловой режим почвы.

Требования растений к воде. Значение воды в жизни растений определяется целым рядом ее свойств. Среди них необходимо отметить способность ее быть растворителем и средой, в которой совершается передвижение веществ и их обмен.

В растительном организме воды содержится от 70 до 95 %. С поступлением и передвижением ее в растениях связаны все жизненные процессы. При наличии воды и других факторов семена набухают и прорастают, растут ткани, поступают в растения и передвигаются в них питательные элементы, осуществляется фотосинтез и синтезируется органическое вещество.

Установлено, что из 1000 частей воды, прошедшей через растение, только 1,5...2 части расходуется на питание, а остальная влага испаряется через листья, обеспечивая нормальный тепловой режим растений. Испарение воды листьями называется *транспирацией*.

Растения нуждаются в воде с момента посева семян и до окончания формирования урожая. При этом в разные периоды жизни растения требуют неодинакового количества воды: меньше — в начальный период, больше — в период формирования мощной вегетационной массы и генеративных органов, к концу жизни потребность в воде уменьшается. Период острой потребности растения в воде называется *критическим*, у зерновых он совпадает с фазой выхода в трубку — колошением, у зернобобовых — цветения, у картофеля — цветения и клубнеобразования. Недостаток влаги в это время резко снижает продуктивность растений.

Оптимальная влажность почвы для растений составляет 65...80 % от наименьшей влагоемкости. Поэтому одной из главных задач земледелия (особенно орошаемого) является регулирование водного режима почвы.

Требования растений к воздуху. Он необходим как источник кислорода для дыхания растений и почвенных микроорганизмов, а также углекислого газа, усваиваемого растениями в процессе фотосинтеза. Он нужен и для микробиологических процессов в почве, в результате которых ее органические вещества разлагаются аэробными микроорганизмами с образованием водорастворимых минеральных соединений азота, фосфора, калия и других, необходимых для растений элементов питания. Если состав атмосферного воздуха всегда постоянный, то состав почвенного воздуха изменяется, что значительно влияет на почвенные процессы (табл. 19).

19. Состав атмосферного и почвенного воздуха, % от объема

Газы	Атмосферный воздух	Почвенный воздух
N ₂	78,08	78,08—80,24
O ₂	20,95	20,90—0,0
H ₂	0,93	—
CO ₂	0,03	0,03—20,0
Остальные	0,01	—

Растения чувствительны к составу почвенного воздуха, в частности, к содержанию в нем кислорода.

Для большинства сельскохозяйственных растений наилучший воздушный режим складывается, когда примерно 25 % от общего объема почвы занимает воздух. При содержании кислорода в почвенном воздухе менее 8...12 % наблюдается угнетение растений, а при уменьшении его содержания ниже 5 % растения погибают. Особенно требовательны к кислороду корне- и клубнеплоды, бобовые и масличные культуры, менее требовательны — зерновые, мятликовые многолетние травы, кукуруза, рис.

Количество и состав почвенного воздуха можно регулировать, изменяя содержание влаги в почве путем рыхления или уплотнения почвы. Состав почвенного воздуха регулируется также путем внесения органических удобрений, что приводит к увеличению концентрации углекислого газа и уменьшению кислорода.

Требования растений к питательным веществам. Основного процесса, обеспечивающего питание зеленого растения, — фотосинтеза недостаточно для питания растений. Необходимы и минеральные вещества, которые вместе с простыми органическими веществами, образуют в растении сложные органические продукты.

Они состоят из углерода, кислорода, водорода, азота и многих минеральных элементов. На долю первых трех элементов приходится 93,5 %

сухого вещества растений, причем углерод по массе составляет в сухом веществе в среднем 45 %, кислород — 42 и водород — 6,5 %. Оставшиеся 6,5 % сухой массы урожая приходится на долю азота (1,5) и зольных элементов — 5,0.

Питательные элементы входят в различные соединения, преимущественного органического характера, и до их разложения в почве недоступны или малодоступны растениям. Некоторая часть элементов находится в поглощенном почвой состоянии, а часть — в виде растворов солей, образуя почвенный раствор. Растворенные соли наиболее подвижны и используются в первую очередь. Однако они могут быть легко вымыты из почвы и потерянны для растений.

Задача агротехники состоит в создании оптимальных условий для перевода недоступных элементов, находящихся в почве, в легкодоступные, а также для разложения органических веществ и их минерализации.

Наиболее быстрый и эффективный способ увеличения запасов питательных элементов в почве — внесение органических и минеральных удобрений. Увеличению количества азота в почве способствуют посевы в севообороте бобовых культур. Недоступные элементы и органическое вещество переходят в доступные формы и минерализуются при обработке почвы, усилении аэрации и улучшении водного режима.

Растения при дефиците воды используют питательные вещества в недостаточной степени. Поэтому регулирование водного режима в засушливых районах ведет к лучшему усвоению питательных элементов. В условиях достаточного снабжения влагой повышается эффективность удобрений, а урожайность увеличивается на 40...50 %.

Каждый фактор играет существенную роль в жизни растений и только при наличии всех факторов можно получить высокий и качественный урожай. Анализ закономерностей действия факторов жизни растений в процессе формирования урожая в агрономической науке известны как законы земледелия.

5.2. Законы земледелия

Законы земледелия есть не что иное, как выражение законов природы, проявляющихся в результате деятельности человека по возделыванию сельскохозяйственных культур. Они раскрывают связи растений с условиями внешней среды, а также определяют пути развития земледелия, которые должны осуществляться в строгом соответствии с этими законами. К основным законам земледелия относятся следующие.

Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений. Закон впервые был высказан В. Р. Вильямсом и гласит: «Все факторы жизни растений абсолютно равнозначны и незаменимы». Согласно ему для нормального функционирования растительного организма должен быть обеспечен приток всех факторов жизни растений

(земных и космических). Проявление этого закона носит абсолютный и относительный характер. Абсолютное значение выражается в том, что в каких бы факторах не нуждалось растение, отсутствие любого из них ведет к резкому снижению урожайности и даже гибели растения. Например, сколько бы не увеличивали содержание влаги в почве, она не может возместить недостаток тепла или света так же, как нельзя азот заменить фосфором или калием.

Закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений дает четкое представление о том, что нет главных и второстепенных факторов.

Закон минимума впервые был сформулирован Ю. Либихом. Он излагается так: «Величина полученного урожая определяется тем фактором роста, который находится в наименьшем количестве по отношению к потребностям растений». Согласно этому закону, при оптимальных прочих условиях, уровень урожая определяется тем фактором, который находится в минимуме.

Наглядно этот закон изображается в виде «бочки Добенека», клепки которой условно означают различные факторы жизни растений (рис. 12). Высота каждой клепки соответствует наличию определенного фактора, выраженного в процентах. Пунктирной линией показан максимально возможный урожай растений при оптимальном наличии всех факторов. Однако фактический урожай определяется высотой самой низкой клепки, или количеством фактора, находящегося в минимуме. Если заменить данную клепку, то уровень фактора будет определять другая клепка, которая окажется минимальной по высоте, затем третья и т. д.

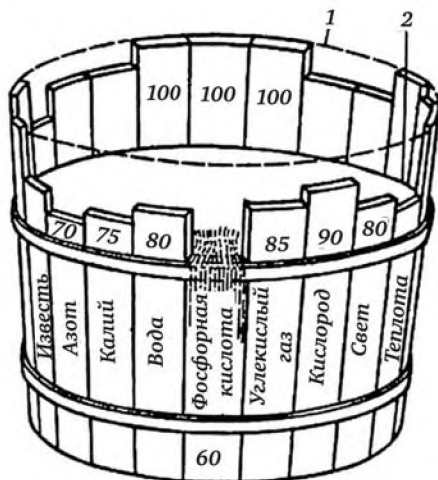


Рис. 12. Графическое изображение закона минимума:

1 — возможный урожай; 2 — фактический урожай

Закон минимума, оптимума и максимума сформулирован Р. Саксом: «Величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме. Наибольший урожай осуществим при оптимальном наличии фактора. При минимальном и максимальном наличии фактора урожай невозможен». Смысл его в том, что наибольший урожай можно получить при оптимальном количестве фактора: уменьшение или увеличение его ведет к снижению урожая. Это хорошо прослеживается на примере любого фактора (температуры, элементов питания, влажности и т. д.).

Любой жизненный процесс в растении начинается при каком-то минимуме температуры, протекает наилучшим образом при оптимальной температуре, замедляется, а затем и совсем прекращается по мере дальнейшего ее повышения.

Поэтому для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и более эффективного ведения земледелия необходимо не только учитывать факторы, которые есть или могут быть в минимуме, а проводить мероприятия таким образом, чтобы они всегда находились в оптимальных для растений количествах.

Закон совокупного действия факторов жизни растений был установлен В. Р. Вильямсом. Согласно этому закону, для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо одновременное наличие и приток всех факторов жизни растений в оптимальном соотношении. Из этого закона следуют важные положения для практики земледелия. Высокой эффективности в земледелии нельзя достигнуть одним сильным агрономическим приемом или даже несколькими разрозненными приемами. Высокая и устойчивая урожайность культур достижима только при реализации всего комплекса агротехнических мероприятий и в оптимальные сроки.

Закон возврата также был сформулирован Ю. Либихом. Суть его заключается в следующем: «Основное начало земледелия состоит в том, чтобы почва получала обратно все, у нее взятое». Общеизвестно, что урожай создается из материальных составных частей под воздействием факторов жизни растений, определенная его часть — за счет веществ получаемых растениями из почвы, как среды произрастания и посредника растений в обеспечении их этими факторами.

При систематическом отчуждении урожая с поля и без возврата использованных урожаем элементов питания и энергии теряется почвенное плодородие. Если же вынос веществ и энергии компенсируются и происходит с определенной степенью превышения, то почва не только сохраняет плодородие, но и повышает его.

Согласно закону возврата, при нарушении баланса усвояемых питательных веществ в почве в результате их потерь, или вследствие выноса с урожаем его необходимо восстановить путем внесения соответствующих удобрений.

Соблюдение закона возврата имеет большое значение не только для сохранения и повышения плодородия почвы, но и для повышения уро-

жайности сельскохозяйственных культур. Регулируя вынос и поступление в почву элементов питания и других факторов, можно регулировать также качество получаемой продукции (содержание белка в зерне, крахмала в картофеле, сахара в корнеплодах и т. д.).

Закон возврата — научная основа воспроизводства почвенного плодородия, частичный случай проявления всеобщего закона сохранения веществ и энергии.

Закон плодосмена. Сущность его в том, что более высокие урожаи получаются при чередовании культур в пространстве и во времени, чем при бессменных посевах. В его основе лежит общебиологический закон единства и взаимосвязи растительных организмов и условий среды. Необходимость чередования различных культур на полях обуславливается тем, что различные культуры по-разному влияют на свойства почвы и окружающую среду. По-разному изменяются агрофизические свойства почвы, водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы. Каждая культура или группа культур имеют особенности по влиянию на состав почвенной микрофлоры и интенсивность развития отдельных групп микроорганизмов. На основе этого закона разрабатываются принципы построения севооборотов.

Рассмотренные выше законы земледелия являются основными. Научное понимание и практическое использование их позволяют правильно применять агротехнические, агрохимические, почвенно-мелиоративные и другие мероприятия, повышать культуру земледелия, эффективно регулировать почвенное плодородие и урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур.

Помимо изложенных существуют и другие законы земледелия, например: закон автотрофности зеленых растений; закон возрастания эффективного плодородия почвы; закон поступления, передвижения и превращения минеральных элементов в растениях и др.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Перечислите факторы жизни растений и как их группируют?
2. Что такое процесс фотосинтеза?
3. Каковы требования сельскохозяйственных культур к теплу?
4. Значение воды в жизни растений и понятие о критическом периоде.
5. В чем отличие состава атмосферного и почвенного воздуха?
6. В чем суть закона равнозначности и незаменимости факторов жизни растений?
7. О чем гласит закон минимума, оптимума, максимума?
8. Сформируйте закон совокупного действия факторов жизни растений.
9. В чем сущность закона возврата?
10. Раскройте сущность закона плодосмена.

Глава 6

СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И БОРЬБА С НИМИ

6.1. Сорные растения и их вредоносность

В посевах сельскохозяйственных культур, в огородах, садах, на сенокосах и пастбищах наряду с возделываемыми культурами произрастают вредные (сорные) растения, не возделываемые человеком. Под *сорными растениями* (сорняками) понимают дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество урожая. Если в посевах возделываемых культур встречаются другие виды культурных растений, не возделываемые на данном поле и засоряющие посевы основной культуры, то такие растения называют *засорителями*. Например, в посевах озимой пшеницы засорителями чаще являются растения озимого ячменя и ржи, в посевах яровой пшеницы — овса. При выращивании сортовых семян к засорителям относят растения той же культуры, но другого сорта.

У определенной группы сорняков за время произрастания в посевах выработались сходные с культурными растениями морфологические и биологические признаки, такие, как форма и размеры семян, сроки произрастания и созревания. Они засоряют посевы только родственных культур и называются *специализированными сорняками*. К ним, например, относятся плевел льняной, засоряющий посевы льна, пелюшка — посевы гороха, овсюг — посевы овса, повилика — посевы клевера, люцерны.

Однако далеко не все сорняки являются специализированными, многие из них засоряют посевы различных сельскохозяйственных культур.

На территории нашей страны флора состоит из 21200 видов, а к сорным относятся 1330 видов или 5...6 %. Однако значение каждого из этих видов по вредоносности для культур весьма неоднозначно, сильно варьирует по природным зонам и в зависимости от уровня интенсификации земледелия.

Из названного числа в посевах культур одной сельскохозяйственной зоны количество особо вредоносных сорняков уменьшается до 80...100 видов, конкретный флористический состав которых определяется природными условиями зоны и традиционной технологией возделываемых культур. В посевах же одной культуры на отдельном поле число опасных сорняков обычно не превышает 10...15 видов, состав

которых зависит как от экологических условий, так и от видов культуры и ее агротехники.

Сорные растения причиняют вред сельскохозяйственным культурам как прямо, так и косвенно. Прямое влияние сорняков заключается в том, что они непосредственно ухудшают условия жизни культурных растений, перехватывая у них, прежде всего влагу и элементы минерального питания.

Многие сорные растения (редька дикая, пикульник, овсюг, амброзия полыннолистная, василек синий, ромашка непахучая и др.) в определенные периоды вегетации расходуют влаги в 1,5...2 раза больше, чем культурные растения. Поэтому на засоренных полях влажность почвы в корнеобитаемом слое понижается на 2...5 %.

У некоторых сорных растений корневая система развивается быстрее и глубже проникает в почву, чем у культурных растений. Например, корни овсюга достигают глубины 2 м, донника желтого — 5,5 м, а корни бодяка полевого на 3 год жизни — 7 м. В результате, извлекая остатки доступной влаги, сорняки понижают влажность почвы в корнеобитаемом слое до критического уровня, на что культурные растения реагируют депрессией роста и развития.

Помимо влаги, сорняки извлекают из почвы и большое количество элементов, ухудшая минеральное питание культурных растений.

В начале вегетационного периода многие сорняки опережают в росте культурные растения и сильно их затеняют. Так, сорняки снижают освещенность посевов ячменя и картофеля соответственно на 17,7 и 23,0 % по сравнению с посевами, где сорняки были удалены. Особенно страдают от затенения сорняками посевы льна, проса, кукурузы, сахарной свеклы, которые медленно развиваются в начальные периоды роста. Кроме того, сильное затенение посевов приводит к ослаблению механической прочности приземной части стеблей культурных растений и вызывает полегание зерновых хлебов, проса, кукурузы и др., снижает на 2...5 °С температуру почвы, что ухудшает ее микробиологическую активность.

20. Внос питательных веществ культурными растениями и сорняками (кг/га) и их урожайность

Растение	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всего	Урожайность, т/га
Озимая рожь	85	40	78	203	3,0
Картофель	80	40	20	240	20,0
Озимая пшеница	75	52	82	209	3,0
Яровая пшеница	60	24	84	168	3,0
Лен	78	30	69	177	0,7
Ячмень	80	33	63	176	3,0

Растение	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всего	Урожайность, т/га
Кукуруза на силос	110	45	130	285	30,0
Амброзия	135	40	157	332	5,4
Пырей	46	32	69	147	6,0
Мать-и-мачеха	74	27	235	336	6,1
Бодяк	137	31	117	285	5,72
Осот	67	29	160	256	4,30
Пикульник	38	7	84	129	4,5
Щирица	190	14	286	490	6,5
Ромашка	25	19	27	71	4,7
Хвощ	280	92	287	650	8,42
Редька дикая	43,6	15,6	43,6	102,8	1,38
Василек синий	65,4	24,0	98,2	187,6	3,0

Некоторые сорняки оказывают механическое воздействие на растения культуры. Вьющиеся и тонкостебельные сорняки (горец вьющийся, подмаренник цепкий, вьюнок полевой) оказывают физическое давление на вегетативные органы культуры, вызывая полегание посевов. Ряд сорняков, развивающих мощную надземную массу, механически давят на культурные растения и отклоняют их в сторону, подавляя рост растений и вызывая изреживание посевов (марь белая, василек синий, полынь горькая, мать-и-мачеха и др.).

Паразитные и полупаразитные сорняки присасываются с помощью гаусторий к стеблям или корням растений и извлекают из них воду, минеральные и пластические вещества. Особенно опасны повилики, паразитирующие на многих культурах (клевер, люцерна, лен, свекла и др.) и заразихи, поражающие около 100 видов растений (подсолнечник, конопля, томат, табак и др.).

Многие сорные растения служат резерваторами болезней и вредителей, благоприятствуют их развитию, а затем и массовому поражению ими посевов. Такие сорняки, как горчица полевая, редька дикая, пастушья сумка, сурепка обыкновенная являются резерваторами грибных заболеваний (капустной килой, белой плесенью, мучнистой росой) культур из семейства крестоцветных. Щетинник сизый, марь белая, паслен черный, василек синий, бодяк полевой служат резерваторами корневой гнили пшеницы, мозаики мятликовых культур, вирусных заболеваний картофеля.

Резерваторами вредной черепашки служат пырей ползучий, мятлик луговой, кострец безостый; озимой совки — марь белая, вьюнок поле-

вой, паслен черный; свекловичного долгоносика — бодяк полевой, чертополох курчавый, горец вьющийся и др.

Косвенная отрицательная роль сорняков выражается и в том, что они существенно осложняют производственную и организационную деятельность сельскохозяйственных предприятий. Сорняки затрудняют и усложняют уход за посевами, уборку урожая, засоряют шерсть животных семенами, а также ухудшают условия работы сельскохозяйственных машин. На засоренных полях требуются дополнительные обработки почвы, снижается их качество, повышается расход топлива. Все это, в конечном итоге, приводит к непроизводительным затратам труда и расхода денежных средств, повышению себестоимости сельскохозяйственной продукции, снижению производительности труда.

Среди сорняков есть виды, содержащие ядовитые вещества и вызывающие отравление человека и животных. Такие сорняки называются *ядовитыми*. Так, в местах массового распространения амброзии полыннолистной, полыни, лебеды, конопли сорной у населения часто возникают аллергические болезни. Ядовитые сорняки портят продукты животноводства, вызывают заболевания и гибель скота.

Большое число сорных растений, например горчак розового, лютика едкого, белены, хвоща полевого на пастбище или в сене, может вызвать отравление животных, а при поедании скотом вместе с кормом полыни горькой, пижмы обыкновенной у молока появляется неприятный вкус.

Ухудшая условия жизни культурных растений, сорняки снижают не только количество, но и качество урожая. С засоренных полей зерно хлебных злаков получают невыполненным и с плохими хлебопекарными качествами. Его натура снижается на 8...11 г, стекловидность — на 0,5...3,3 %, а содержание протеина — на 0,6...2,0 % по сравнению с полями, обработанными гербицидами. На засоренных полях у картофеля, свеклы и моркови больше образуется мелких клубней и корнеплодов; содержание в них сухих веществ снижается на 0,1...0,6 %, а аскорбиновой кислоты — 0,3...0,5 мг на 100 г сырья.

Общие ежегодные потери растениеводческой продукции от сорняков в мире по данным ФАО составляют 14,5 %, а в России не менее 25 %.

Пороги вредоносности сорняков. Появление сорных растений на полях и других сельскохозяйственных угодьях еще не свидетельствуют о безусловной необходимости их полного и немедленного уничтожения. Это объясняется тем, что, с одной стороны, полностью уничтожить сорняки на поле практически невозможно даже в том числе нескольких вегетационных сезонов, а с другой стороны, понесенные при этом затраты на борьбу с ними оказываются экономически неоправданными.

Вредоносность сорняков в современной земледелии определяется численностью или массой сорных растений в посевах культур. Влияние сорных растений на культурные отражают пороги вредоносности сорняков.

Критический (статистический) порог вредоносности (КПВ) — такое обилие сорняков, которое вызывает статистические недоверные потери урожая. При этом борьба с сорняками оказывается нецелесообразной, поскольку стоимость дополнительного урожая обычно не покрывает затрат на проведение истребительных мероприятий.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) — то минимальное количество сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает получение прибавки урожая, окупающей затраты на истребительные мероприятия и уборку дополнительной продукции. При этом прибавка урожая обычно превышает 5...7 % фактического урожая.

В настоящее время определены критические и экономические пороги вредоносности сорняков в посевах большинства культур (табл. 21).

21. Пороги вредоносности сорняков в посевах полевых культур, шт./м²

Культура	Интервалы значений, НСП _{0,05} , %	Критические пороги		Экономические пороги	
		наименьшие	наибольшие	наименьшие	наибольшие
Озимая пшеница	4—7	12	20	14	26
Яровая пшеница	4—7	12	21	15	27
Ячмень	4—7	13	26	16	32
Гречиха	4—6	7	10	8	14
Рис	4—6	11	20	16	27
Лен-долгунец	2—3	11	17	17	23
Кукуруза на силос	4—6	6	11	8	14
Картофель	3—5	6	11	8	13
Сахарная свекла	3—5	5	9	7	11
Подсолнечник	4—6	7	12	10	16
Соя	4—6	3	5	4	7
Однолетние травы	7—10	17	27	23	32
Многолетние травы	7—10	12	20	17	25

Разнообразие возделываемых культур и видового состава сорняков, различие почвенно-климатических и производственно-экономических особенностей хозяйств, как и несходство других условий земледелия, свидетельствуют о многообразии, динамичности и зональности экономических порогов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

6.2. Биологические особенности сорных растений

Сорные растения обладают многими биологическими особенностями и экологической устойчивостью, которые позволяют им удерживаться на полях, несмотря на применяемые меры борьбы. Для своевременной и эффективной борьбы с ними надо знать их главные биологические особенности. Основные биологические особенности отличающие сорняки от культурных растений следующие.

Высокая семенная продуктивность способствует широкому и быстрому расселению сорняков. Если в посевах, одно растение льна способно образовать 60...100 семян, озимой ржи 120...200 зерен, кукурузы 500...600 зерен, подсолнечника — до 1000 семян, то одно растение василька синего — 6820, осота полевого — 19 тыс., пастушьей сумки — 73 тыс., гулявника — 730 тыс., а щирицы белой — до 2 млн семян.

В зависимости от плодовитости все сорные растения делят на три группы:

— к первой относят сорные растения способные давать до 15 тыс. семян. К ним относят костер ржаной — 1420, куколь обыкновенный — 2500, василек синий — 6820, редька дикая — 12000, дрема белая — 14600. Первая группа сорняков в посевах культурных растений составляет средний ярус и обычно засоряет зерно, при уборке культурных растений;

— вторая группа включает сорные растения, которые дают до 100 тыс. семян. В посевах относятся к верхнему и нижнему ярусам, распространяются самостоятельно и засоряют преимущественно почву. К ним относят: осот полевой — 19000, ромашка непахучая — 54 тыс., пастушья сумка — 73 тыс., полынь обыкновенная — 99,9 тыс. семян;

— третью группу составляют сорные растения, которые могут дать 100 тыс. семян и более. В эту группу входят высокостебельные сорняки, образующие бурьяны, а также паразитные сорняки. Плодовитость сорняков этой группы характеризуется следующими данными: марь белая — 100 тыс., заразиха подсолнечная — 140 тыс., белена черная — 440 тыс., щирица запрокинутая — 500 тыс., гулявник — 730 тыс., полевичка малая — 1 млн, портулак огородный — до 3 млн семян.

Биологические особенности семян сорняков к которым относят **долговечность и жизнеспособность** значительно осложняют борьбу с ними. При отсутствии благоприятных условий для прорастания, семена культурных растений теряют всхожесть за короткий период. Семена же сорных растений сохраняют свою всхожесть длительное время в почве, воде, силосе, навозе, компосте.

Под долговечностью понимают способность семян сохранять жизнеспособность в неблагоприятных условиях.

На долговечность семян влияет степень их зрелости, место произрастания, агрофон, способ уборки и хранения, состав семян, свойство оболочки и процессов, проходящих в семенах. Долговечность семян является наследственным свойством, приобретенным отбором в каче-

стве приспособления к условиям существования и зависит от семейства, рода, вида.

Так, семена овсяга обыкновенного, горца вьюнкового, горчицы полевой, фиалки полевой не теряют всхожести 10 лет, бодяка полевого — 20, пастушьей сумки, щирцы запрокинутой, мари белой, звездчатки средней — 35, вьюнка полевого, шавеля курчавого — 50.

Характерной особенностью сорных растений является **недружность и разновременность прорастания** их семян. Недружностью всходов особенно отличаются семена мари белой. Растения ее способны давать семена трех различных групп, прорастающие в разное время. Наиболее крупные плоские семена коричневого цвета при попадании в почву быстро прорастают и дают всходы в год созревания, осенью; более мелкие, коричневого цвета, с толстой труднопроницаемой для воды оболочкой, дают всходы на второй год после созревания; самые мелкие блестящие семена, черного цвета, прорастают лишь на третий год после созревания.

Разновременное прорастание семян сорняков определяется рядом внешних условий. Свежеосыпавшиеся в период уборки культуры семена сорняков прорастают весьма слабо, их всхожесть в осенний период обычно не превышает 3...8 %.

После осенне-зимнего и более длительного пребывания в почве в результате физиологического дозревания и увеличения проницаемости нарушенных покровных тканей, всхожесть семян с весны значительно повышается.

В отличие от культурных растений прорастание семян и плодов у большинства видов сорняков весьма растянуто, и появление их всходов наблюдается в том числе и всего вегетационного периода. Это усложняет борьбу с сорняками в посевах, особенно во второй половине лета.

Способность к вегетативному размножению с помощью органов (корневых отпрысков, корневищ, лукович и клубней) — другая биологическая особенность сорняков.

Высокая экологическая пластичность сорняков определяется как количественным обилием, так и высокой регенерирующей способностью корней размножения. У многих из них значительная часть таких корней располагается и в подпахотном слое, проникая нередко на глубину до 2 м и более. Вследствие этого, большая часть корневой системы оказывается недостижимой для почвообрабатывающих орудий, глубина работы которых обычно не превышает мощности пахотного слоя.

При обработке находящиеся в пахотном слое корни разрываются и дробятся на отрезки различной длины. В благоприятных условиях эти отрезки способны приживаться и образовывать самостоятельные растения.

Сильное измельчение корней многолетних сорняков стимулирует пробуждение на их отрезках большого количества почек. Так, у пырея ползучего на 1 м² находится до 26 тыс. почек, способных дать начало новому растению.

Способность распространяться на большие расстояния при помощи специальных приспособлений (якорьки, крючки, шипы, щетинки, ости и т. д.) с помощью которых они цепляются к шерсти животных, одежде человека, перьям птиц и переносятся на соседние поля и на новые местообитания. Семена сорняков, снабженные перистыми летучками (одуванчик лекарственный, бодяк полевой и др.), распространяются с помощью ветра. Семена некоторых сорняков (марь белая, костер полевой, василек синий и др.) легко переносятся с талой, дождевой и поливной водами. Семена сорных растений могут распространяться и под действием различных механических сил (сил тяжести, сотрясение от дождевых капель или ветра и др.), но дальность распространения редко превышает 5...6 м.

Меньшая требовательность сорняков к условиям внешней среды. Сорняки более засухоустойчивы и морозостойки, способны созревать несколько раньше культурных растений, в посевах которых они преимущественно встречаются. Благодаря этому, к началу уборки сельскохозяйственных культур основная масса семян сорняков успевает осыпаться, а это исключает возможность удаления их с поля с урожаем и уничтожения при очистке посевного материала.

6.3. Классификация сорных растений

Несмотря на большое разнообразие видов сорных растений, многие из них имеют сходные признаки — особенности размножения, способы питания, продолжительность жизни, время появления всходов, требования к состоянию почвы, потребности к факторам жизни и т. д. Совокупность свойств и признаков позволила объединить многие сорные растения в хозяйственно-биологические группы и создать универсальную агробиологическую классификацию (табл. 22).

22. Агробиологическая классификация сорных растений

Непаразитные		Полупаразитные	Паразитные
малолетние	многолетние		
1. Эфемеры	1. Стержнекорневые	1. Корневые	1. Корневые
2. Яровые ранние	2. Мочковатокорневые	2. Стеблевые	2. Стеблевые
3. Яровые поздние	3. Ползучие		
4. Зимующие	4. Луковичные		
5. Озимые	5. Клубневые		
6. Двулетние	6. Корневищные		
	7. Корнеотпрысковые		

По способу питания сорняки делят на три неравные по численности группы: паразитные, полупаразитные и непаразитные.

Паразитные сорняки (гетеротрофы) полностью утратили способность к фотосинтезу и извлекают воду, минеральные и органические вещества из растения-хозяина. У этих сорняков листья редуцированы, а контакт их с растением-хозяином осуществляется с помощью специальных органов-присосок, или гаусторий. В зависимости от места их связи с растением-хозяином их делят на две группы: корневые и стеблевые паразиты.

Стеблевые паразиты — злостные карантинные сорняки (повилики люцерновая, льняная, клеверная и др.). Они не имеют корней и листьев, не содержат хлорофилла, размножаются семенами. Прорастают в почве, затем молодые проростки обвивают культурное растение, присасываются к нему присосками и начинают паразитировать, теряя связь с почвой. Паразитируют на клевере, люцерне, вике, чечевице, льне, конопле, овощных, бахчевых и других культурах.

Корневые паразиты — развиваются на корнях зеленого растения-хозяина (заразиха подсолнечниковая, ветвистая, желтая, конопляная, капустная и др.). Представляют собой небольшое растение без зеленой окраски. Вместо листьев у них бурые чешуи, спирально расположенные на стебле. Последний — прямой, мясистый, желто-бурый в верхней части, в пазухах чешуй несет цветки. Размножаются семенами, сохраняющими всхожесть до 8...10 лет. Заразихи паразитируют на многих культурных растениях, нанося громадный вред и нередко вызывая полную их гибель.

Полупаразиты — сорняки, которые не только способны к фотосинтезу, но также используют воду и растворенные в ней минеральные и частично органические вещества из растения-хозяина. При отсутствии растения-хозяина эти сорняки наряду с фотосинтетическим аппаратом развивают и свою корневую систему. Среди них выделяют такие же две биогруппы: корневые (погремок большой, зубчатка обыкновенная) и стеблевые (омела белая).

Непаразитные сорняки — наиболее обширная по флористическому составу и количественному обилию группа растений, которые по продолжительности жизни подразделяются на малолетние и многолетние.

Малолетние сорняки — размножаются семенами, имеют жизненный цикл не более 2-х лет и отмирающие после созревания семян. Исходя из продолжительности жизни и особенностей развития, они подразделяются на следующие биологические группы: эфемеры, яровые ранние и яровые поздние, зимующие, озимые и двухлетние.

Эфемеры — сорняки с очень коротким периодом вегетации (1,5...2 месяца), способные давать за сезон несколько поколений. К данной группе относятся звездчатка средняя (мокрица), хорошо и быстро развивается в пониженных влажных местах, на орошаемых овощных, тщательно обрабатываемых участках.

Яровые ранние. Наиболее многочисленная группа сорняков. Они опасны для культур раннего срока сева. Семена данных сорняков прорастают весной при температуре 2...4 °С. Продолжительность вегетационного периода неодинакова: у одних семена созревают и осыпаются до уборки ранних колосовых культур, у других — одновременно с ними. Семена сорняков засоряют почву и урожай культурных растений. В эту группу входят: горец (вьюнковый и птичий), горчица полевая, гречиха татарская, марь белая, овсюг обыкновенный, пикульник обыкновенный, редька дикая, амброзия полыннолистная, конопля сорная, солянка обыкновенная (курай), ежовник обыкновенный (просо куриное) и др.

Поздние яровые. Прорастают при температуре выше 10...14 °С. Всходы появляются в конце весны — начале лета. Засоряют в основном культуры позднего срока сева и созревают одновременно с ними. К поздним яровым сорнякам относятся щирица (запрокинутая и белая), щетинник (сизый и зеленый), паслен черный, портулак огородный и др.

Зимующие сорняки. Заканчивают вегетацию при ранних весенних всходах в том же году, при поздних — зимуют в любой фазе роста. В эту группу входят: василек синий, гулявник высокий, живокость полевая, клоповник мусорный, пастушья сумка, ярутка полевая, подмаренник цепкий, ромашка непахучая, пупавка полевая и др.

Озимые сорняки. Для своего роста и развития нуждаются в пониженных температурах зимнего периода. Обитают в посевах озимых культур и многолетних трав. Семена созревают одновременно с озимыми культурами. При уборке засоряют урожай и одновременно осыпают на почву. К данной группе относятся метлица обыкновенная, кострец ржаной и др.

Двулетние сорняки. Развиваются в том числе и в двух вегетационных периодах. При весенних всходах в первый год жизни образуют розетку листьев, развивают мощную корневую систему и зимуют в поле. Весной они быстро трогаются в рост, цветут, плодоносят и отмирают. Сюда входят болиголов пятнистый, белена черная, донник (белый и желтый), икотник седой, чертополох колючий, синяк обыкновенный, василек раскидистый, дрема белая, смолевка обыкновенная и др.

Многолетние сорняки — сорняки, жизненный цикл которых продолжается свыше двух лет, способны неоднократно плодоносить и размножающиеся семенами и вегетативно. Наиболее злостные и трудноискоренимые. После созревания семян надземная часть отмирает, но в почве остаются живыми органы вегетативного размножения, из которых ежегодно развиваются стебли, цветы и семена.

Мочковатокорневые. Сорняки обладают мощно развитыми нитевидными корнями и размножаются преимущественно семенами. Встречаются на лугах, пастбищах, по обочинам дорог и в оврагах. Данная группа включает лютик едкий, подорожник большой и др.

Стержнекорневые. Растения с удлинненным и утолщенным главным корнем и ограниченным вегетативным размножением. Размножа-

ются семенами и частично вегетативно. Распространены повсеместно: засоряют поля, сады, огороды, парки, залежи. К ним относятся василек скабиозный, короставник полевой, лапчатка серебристая, щавель курчавый, одуванчик лекарственный, полынь обыкновенная, цикорий обыкновенный и др.

Луковичные и клубневые. Размножаются преимущественно вегетативно: первые — луковицами, вторые — в результате образования на корнях или подземных стеблях утолщений. Засоряют зерновые, пропашные культуры, паровые поля, многолетние травы. К ним относятся бутень клубненосный, зопник клубненосный, клубнекамыш приморский, чина клубневая, чистец болотный, лук круглый, птицемлечник пиренейский и др.

Ползучие. Эти сорняки размножаются преимущественно стелющимися и укореняющимися побегами. Засоряют зерновые и технические культуры, кормовые однолетние и многолетние травы. Наиболее распространены будра плющевидная, лапчатка гусиная, лютик ползучий.

Корневищные. Размножаются преимущественно вегетативно подземными стеблями (корневищами). Корневища — подземный видоизмененный стебель, на котором образуются узлы с зачаточными чешуйчатыми листочками. В пазухах листочков закладываются почки. В корневище откладываются большие запасы элементов питания. Небольшой отрезок корневища дает новую поросль. Сорняки сильно разрастаются, образуя дернину, и заглушают возделываемые культуры. К ним относятся: пырей ползучий, колосняк ветвистый, сорго алеппское (гумай), свинорой пальчатый, хвощ полевой, тысячелистник обыкновенный, крапива двудомная.

Корнеотпрысковые. Данные сорняки в основном размножаются корнями, дающими отпрыски. Вертикальные корни проникают глубоко в почву, от них отходят горизонтальные, из почек которых образуются корневые отпрыски. Последние наиболее интенсивно развиваются при разрезании корневой системы на части и уничтожении надземных органов растений. Новая поросль появляется в том числе всего вегетационного периода. Борьба с этими сорняками очень трудно. Эта группа включает: бодяк полевой, осот полевой, выюнок полевой, горчак ползучий (розовый), латук (молокан) татарский.

6.4. Меры борьбы с сорняками

Сельскохозяйственная наука и практика располагает богатым арсеналом способов борьбы с сорняками. Они различаются по существу, трудоемкости выполнения, материальным затратам, биологической и хозяйственной эффективности. При планировании мероприятий по борьбе с сорняками за основу берут их видовой состав, биологические особенности, состояние сорного растения (всходы, взрослое растение и т. д.), а также степень засоренности полей.

Классификация мер борьбы представлена на рисунке 13.



Рис. 13. Классификация мер борьбы с сорняками

Предупредительные меры — направлены на выявление, локализацию и ликвидацию источников, очагов сорных растений и уничтожение путей их распространения.

Тщательная очистка посевного материала. Согласно требованиям стандарта число семян сорняков в 1 кг семян пшеницы, овса, ячменя, ржи, риса, гречихи I класса не должно превышать 5 шт., II класса — 20 шт.

Своевременное уничтожение сорняков. Уничтожение сорняков до их цветения на дорогах, межах, ползащитных лесных полосах, оросительных каналах и других участках предотвращает их распространение. Соблюдение чистоты в зерноскладах, своевременная очистка мешков и транспортных средств также препятствуют распространению сорняков.

Своевременная и высококачественная уборка урожая существенно снижает потенциальную засоренность почвы и зерна. Потенциальная засоренность — это численность жизнеспособных семян и органов вегетативного размножения сорняков в почве на единицу площади или объема. При большой засоренности посевов проводят раздельную уборку. В результате семена многих сорняков созревают в валках, а при обмолачивании значительная часть их попадает в бункер комбайна. Семена сорняков с коротким периодом вегетации при скашивании осыпаются, увеличивая засоренность почвы. При прямом комбайнировании основная их масса попадает вместе с зерном в бункер.

Скармливание животным зерноотходов. Зерноотходы со значительным количеством семян сорняков скармливают животным только в размолотом или запаренном виде, чтобы семена потеряли свою всхожесть. В противном случае значительная часть семян сорняков проходит через желудочно-кишечный тракт животных, сохраняя всхожесть.

Приготовление навоза. Категорически запрещено вывозить на поля и запахивать свежий навоз, служащий источником дальнейшего пополнения запасов сорняков в почве. Только при самосогревании навоза большинство семян сорных растений теряет всхожесть. На поля вносят полуперепревший навоз, пролежавший в зависимости от способа хранения от 2 до 6 месяцев в навозохранилищах или буртах.

Соблюдение противосорнякового карантина. В нашей стране введен внешний и внутренний карантин. Внешний карантин препятствует завозу отсутствующих злостных сорняков: амброзии приморской, бузинника пазушного, паслена (линейнолистного и калифорнийского), стриги всех видов. Задача внутреннего карантина — предотвращение распространения опасных сорняков на территории страны. К группе сорняков внутреннего карантина относят амброзию (полыннолистную, трехраздельную и многолетнюю), горчак ползучий (розовый), повилики всех видов, паслены (рогатый, каролинский и трехцветковый), цехрус якорцевый.

Истребительные меры — направлены на непосредственное уничтожение сорняков, их семян и вегетативных зачатков механическим, биологическим, фитоценотическим и химическим способами.

Механический способ. Сорняки уничтожают рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий. Для семян сорняков, способных к прорастанию, наиболее распространенный способ — *провокационный*. Он заключается в следующем. На поле, свободном от культурных растений, создаются благоприятные условия для прорастания сорняков. Появившиеся всходы сорных растений уничтожают различными орудиями.

Данный способ используют при основной и предпосевной обработках почвы. Еще более эффективен он при обработке черных паров. Осенью, весной и летом проводят несколько обработок на разную глубину. В результате создаются благоприятные условия для прорастания сорняков в различных слоях почвы. Во время обработки пара существенно снижается количество сорняков в пахотном слое.

Второй способ очищения почвы от жизнеспособных семян сорняков — глубокая заделка их в почву при вспашке. В результате создаются такие условия, когда семена совсем не прорастают или их проростки гибнут, не достигнув поверхности, из-за истощения.

Жизнеспособные вегетативные органы размножения сорняков уничтожают истощением, удушением, вычесыванием, высушиванием и вымораживанием корневищ.

Истощение основано на многократном подрезании появившихся на поверхности почвы розеток корнеотпрысковых сорняков: бодяка полевого, латука (молокана) татарского, осота полевого, горчачка ползучего (розового), выюнка полевого и др. При этом ускоряются пробуждение почек и образование новой поросли. Одновременно быстро расходуются запасы элементов питания, что в конечном счете приводит к истощению и гибели сорняков.

Удушение корневищ применяют для уничтожения вегетативных органов размножения пырея ползучего, свинороя пальчатого, хвоща полевого и других путем глубокой заделки их на дно борозды. Почвы первоначально перекрестно обрабатывают дисковыми орудиями на глубину залегания основной массы корневищ (10...12 см).

После измельчения подземных вегетативных органов, быстро пробуждаются и начинают отрастать «спящие» почки. Проростки, появившиеся на поверхности, запахивают плугом с предплужником на глубину 23...25 см. Уложенные на дно борозды отрезки корневищ с пробудившимися почками в большинстве случаев не дают всходы, так как израсходовали значительную часть элементов питания. Чем меньше отрезки корневищ и чем тщательнее они запаханы, тем больше сорняков погибает.

Вычесывание корневищ. Проводят культиваторами с пружинными рабочими органами или боронами. Предварительно при помощи вспашки корневища переворачивают в верхнюю часть пахотного слоя, затем извлекают из почвы многократными проходами вычесывающих механизмов вдоль и поперек поля, после чего их сгребают к краям поля и сжигают. Особенно эффективно в борьбе с пыреем ползучим.

Высушивание корневищ. В засушливых степных районах страны при паровой или ранней осенней вспашке корневища сушат на солнце. Соответствующими приемами обработки их размещают ближе к поверхности почвы, где через 15...20 суток корневища высыхают.

Вымораживание корневищ. В районах с малоснежными суровыми зимами корневища вымораживают. После глубокой осенней вспашки почва глубоко промерзает. Весной в засушливых районах промороженные корневища вычесывают, во влажных — запахивают.

Механический способ борьбы с сорняками используют и после сева и в том числе вегетации путем боронования и междурядной обработки пропашных культур. Боронуют как до, так и после появления всходов (в результате у культур весеннего срока сева погибает до 90 % однолетних сорняков). Посевы боронуют, когда сорняки находятся в фазе «белой ниточки» и хорошо уничтожаются. Такое состояние обычно наступает не ранее чем через 3...4 суток после сева, когда корешки мятликовых культур достигают величины половины семени, свеклы — не более 1 см. Посевы яровых овса и ячменя боронуют в фазе кущения культуры, свеклы — при появлении 1...2 пар настоящих листьев, обычно в жаркое время дня, когда растения теряют свой тургор. Особую роль в борьбе с сорняками играет боронование картофеля до всходов, которое проводят не менее 2 раз. Эффективный прием уничтожения всходов сорняков при возделывании пропашных культур — междурядная обработка.

Биологический способ. Особое значение данный способ приобретает в связи с проблемой загрязнения окружающей среды. В зависимости от свойств культурных растений и видового состава сорняков используют несколько приемов.

Использование насекомых и нематод. Для подавления горчака розового используют горчаковую нематоду, осота — личинки жука листогрыза, крестоцветных — рапсового пилильщика, повилики — долгоносиков, червецов. В посевах подсолнечника мушка фитомиза откладывает яйца на растения заразики и снижает их семенную продуктивность на 70 %. Против амброзии полыннолистной используют амброзиевую совку.

Фитопатогенные микроорганизмы. Поражают вегетативные и генеративные органы сорняков. Споры грибов пущинии и ржавчинника резко снижают фотосинтетическую деятельность и затем вызывают гибель бодяка полевого. Споры гриба альтернария, попадая на стебель повилики, быстро прорастают, размножаются и в том числе 2 недель убивают растение-паразит. Против горчака розового применяют горчаковую ржавчину. Недостаток этого метода в его узко избирательном действии, так как подавляется одно сорное растение.

Фитоценоотические меры. В агрофитоценозе между культурным и сорным компонентами полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определенные взаимодействия.

Прямые влияния между растениями полевого сообщества выражаются через паразитизм и полупаразитизм, механическое давление на стебли и корни культуры вьющихся, цепляющихся и сильно ветвящихся сорняков сильно разрастающейся их мочковатой корневой системой; физиолого-биохимическое воздействие, проявляющееся в угнетении или стимулировании жизнедеятельности, конкуренции растений и т. д.

Косвенные влияния проявляются через действия растений на формирование и состояние среды полевого растительного сообщества, которое определяет рост, развитие и состояние растений; через почвенные условия; отзывчивость растений на внешнее воздействия: климатические факторы (засуха, недостаток тепла, градобитие и т. д.), биогенные факторы (развитие болезней, стравливание скотом, занос семян птицами и т. д.), антропогенные факторы (обработка почвы, внесение удобрений, пестицидов и т. д.). Действие фитоценологических мер проявляется через конкурентные взаимоотношения, аллелопатию, чередование культур, технологию возделывания и т. д.

По способности подавлять сорняки в посевах сельскохозяйственные культуры можно разделить на три группы: в первую группу *высокой конкурентоспособности* по отношению ко многим видам сорных растений следует отнести озимую рожь, озимую пшеницу, озимый ячмень, озимый рапс, коноплю, земляную грушу, многолетние травы.

Ко второй группе *со средней конкурентоспособностью* относят ячмень, овес, смесь овса с викой, горчицу, подсолнечник, кукурузу, табак, кормовую капусту, люпин.

Третью группу составляют культуры, обладающие *слабой конкурентной способностью*: яровая пшеница, просо, сорго, зерновые бобовые, картофель, сахарная свекла, лен.

Подбором наиболее конкурентоспособных культур можно существенно снизить засоренность посевов.

Сущность ее заключается в том, что вегетирующие растения, ризосферные микроорганизмы, продукты разложения послеуборочных остатков выделяют физиологически активные вещества, которые оказывают на другие растения в одних случаях стимулирующее, а в других — тормозящее влияние.

Так, выделения живых корневищ пырея ползучего в почву снижают рост кукурузы, овса и озимой ржи в 1,5...2,0 раза и уменьшают густоту стеблестоя ржи в 2...3 раза. Торица полевая, горец щавелелистный, рыжик льняной уменьшают рост льна-долгунца в 1,5...2,0 раза, а густоту его стеблестоя в 5...20 раз.

Севооборот — важнейший фактор экологического оздоровления почвы и посевов. Нарушение оптимального чередования культур в севообороте влечет за собой усиление роста и размножения специализированных и злостных многолетних сорняков, как наиболее вредоносных. В севооборотах засоренность в 2...5 раз меньше, чем в бессменных посевах сужается и видовой состав сорных растений (табл. 23).

23. Засоренность посевов и урожайность культур в зависимости от условий их возделывания

Чередование культур	Сорняки, шт./м		Масса сорняков, г/м ²	Урожайность, т/га
	всего	в том числе многолетники		
<i>Озимая пшеница</i>				
Бессменно	605	22	560,3	2,8
Плодосменный севооборот	182	15	186,1	3,9
Зернопропашной севооборот	153	10	143,7	3,7
<i>Ячмень</i>				
Бессменно	459	87	487,3	2,5
Плодосменный севооборот	108	30	297,4	2,9
Зернопропашной севооборот	115	23	206,9	3,2
Специализированный зерновой севооборот	279	45	306,5	2,6
<i>Картофель</i>				
Бессменно	66	8	897,4	11,5
Плодосменный севооборот	159	16	537,5	18,5
Зернопропашной севооборот	135	12	497,6	17,9
Специализированный зерновой севооборот	187	15	520,4	19,3

Существенная роль в регулировании фитосанитарного потенциала земель принадлежит сеянным многолетним травам, вводимым в севооборот. Благодаря их высокой конкурентной способности и уплотнению почвы, уменьшается численность малолетних сорняков и сильно угнетаются многолетники. Снижение обилия сорняков в посевах этих трав достигает 35...40 %. Засоренность в значительной мере сокращается также под влиянием пропашных культур — картофеля, кукурузы на силос, корнеплодов, занятых и сидеральных паров при соблюдении технологии по уходу за культурами.

В севооборотах можно уменьшить потенциальную засоренность. В чистых и занятых парах количество жизнеспособных семян сорняков можно снизить в 2...3 раза. Важная роль в этом принадлежит пропашным культурам. Их воздействие на сорняки приближается к воздействию чистого пара.

Посевы промежуточных культур относятся к биологическим методам борьбы с сорняками; они оказывают многостороннее влияние на агрофитоценоз севооборота. При их использовании засоренность последующих посевов снижается на 40...50 %, а поражение корневыми гнилями уменьшается в 1,6...2 раза. Оздоровляющее действие промежуточных культур объясняется тем, что своим густым стеблестоем они подавляют сорняки, а после заделки в почву развивается микрофлора, угнетающая семена сорняков и возбудителей корневых гнилей.

Норма высева. Уровень засоренности посевов во многих случаях зависит от созданной густоты стеблестоя культуры, формирование которого обуславливается принятой в данной зоне нормой высева. Уменьшение ее приводит к резкому повышению засоренности посевов.

Более равномерное распределение семян по площади позволяет растениям культуры, благодаря лучшему использованию условий жизни и более эффективному уходу за посевами, оказывать заглушающее влияние на сорняки. Для этих целей проводят перекрестный посев.

Узкорядный посев, как и широкорядный, с последующей междурядной обработкой позволяет значительно снизить засоренность.

Химический способ — основан на уничтожении сорняков химическими веществами — гербицидами.

Гербициды сплошного действия. Вызывают гибель всех растений. Применяют их в соответствующих дозах против сорняков на обочинах дорог, берегах каналов и на других участках, которые должны быть свободными от сорной растительности.

Гербициды избирательного действия. Подавляют или уничтожают сорняки, не повреждая культурные растения.

Гербициды данной группы делят на контактные, повреждающие только органы и ткани растений, с которыми соприкасается препарат; системные, легко проникающие в ткани через листья или корни и передвигающиеся по сосудистопроводящей системе. Вступая во взаимодействие с продуктами обмена, они нарушают жизненные процессы. К гербицидам более чувствительны малолетники. Многолетние сорняки устойчивы, что объясняется наличием мощной корневой системы.

По срокам применения гербицидов различают: *предпосевное внесение в почву с заделкой* культиваторами или боронами; *послепосевное внесение в почву без заделки* или с одновременной заделкой; *довсходовое опрыскивание* поля за несколько дней до появления всходов культурных растений; *послевсходовое опрыскивание*; *послеуборочную обработку* или периоды массового отрастания сорняков. Предпосевное и довсходовое внесение гербицидов наиболее эффективно, так как препарат подавляет сорняки в самые ранние фазы развития культурных растений, когда они наиболее чувствительны к засоренности.

Обработка посевов или почвы гербицидами может быть сплошной, рядковой, ленточной и очаговой. При *сплошной обработке* препарат равномерно разбрызгивают по всей площади. Такую обработку используют на посевах всех культур и на полях, свободных от посевов.

Рядковую и ленточную обработки применяют на полях пропашных культур.

Очаговое внесение гербицидов практикуют для уничтожения куртин, карантинных и особо злостных сорняков. Для этого чаще всего используют гербициды сплошного действия.

При использовании гербицидов поля опрыскивают равномерно, не допуская необработанных участков и перекрытий (повторной обработки); обеспечивают высокую производительность агрегатов и их маневренность; точно дозируют препараты и растворы. Недопустимо травмировать культурные растения механизмами и их движителями.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Какие растения называются сорняками? 2. Какой вред наносят сорняки? 3. Почему, несмотря на применяемые меры борьбы, сорняки не удается полностью уничтожить? 4. Пороги вредоносности, их сущность и значение. 5. Какие принципы положены в основу классификации сорняков? 6. Какие сходства и различия между зимующими и озимыми сорняками, паразитами и полупаразитами? 7. Назовите группы наиболее трудно искореняемых многолетних сорняков и почему? 8. В чем принципиальное различие между механическим и химическим способами борьбы? 9. В чем недостаток биологического способа борьбы с сорняками? 10. В чем различие между фитоценоотическими и биологическими способами борьбы с сорняками? 11. Против каких сорняков применяют метод удушения? 12. В чем цель предупредительных мер борьбы с сорняками, какие их них вы знаете? 13. Какие свойства положены в основу классификации гербицидов? 14. Что такое потенциальная засоренность почвы? 15. Как избавиться от находящихся в почве семян сорняков?

Глава 7

СЕВООБОРОТЫ

7.1. Основные понятия и определения

Севообороты с научно-обоснованным чередованием культур на полях является основной систем земледелия, позволяет рационально использовать почву.

Основой для составления севооборотов в любом сельскохозяйственном предприятии является структура посевных площадей, т. е. процентное соотношение отводимой под каждую культуру площади к суммарной ее величине. Отвод пашни под ту или иную культуру определяется исходя из намечаемых объемов производства продукции (пшеницы, картофеля, сена, силосной массы) на предстоящие годы, адаптивных возможностей и ожидаемой урожайности выращиваемых культур. В небольших сельхозпредприятиях, где выращивают 4—6 культур, и если в структуре посевных площадей они занимают примерно одинаковые площади, можно иметь один четырехпольный (шестипольный) севооборот. Для введения такого севооборота имеющуюся площадь надо делить на четыре (шесть) одинаковые части (поля), а на каждой из них разместить по одной культуре (рис. 14).

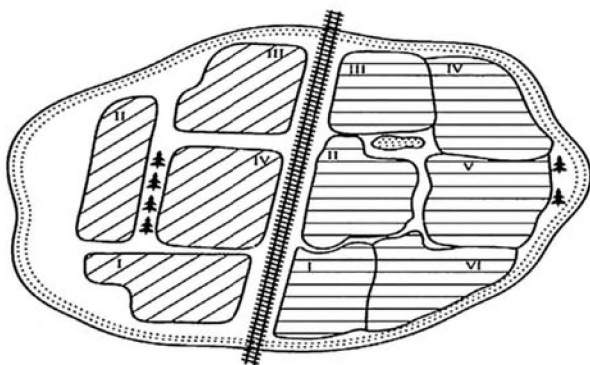


Рис. 14. Схематический план массива 4-х и 6-ти полевых севооборотов (римскими цифрами указаны номера полей)

Такое чередование культур, а также пара (если есть такое поле), во времени и на территории называется *севооборотом*. Но чередование культур должно быть научно обоснованным, т. е. каждую из них надо размещать по тем культурам, после которых она обеспечивает наибольшую урожайность и лучшее качество продукции. В тоже время, она сама должна оказать положительное влияние на плодородие почвы, рост, развитие и урожайность последующих культур.

Культура или пар, которые занимали данное поле в предшествовавшем посеву очередной культуры году, называется *предшественником*. Перечень сельскохозяйственных культур и пара в порядке их чередования называется *схемой севооборота*. Период, в том числе которого сельскохозяйственные культуры и пар проходят через каждое поле в последовательности, установленной схемой севооборота, называется *ротацией севооборота*, а план размещения сельскохозяйственных культур и пара по полям и годам на период ротации — *ротационной таблицей*.

В связи с изменением запросов на ту или иную продукцию, колебаниями цен на эту продукцию на рынке, возникает необходимость изменения набора выращиваемых в севооборотах культур. К примеру, могут упасть цены на продовольственное зерно в связи с высокой урожайностью пшеницы в соседнем регионе, в тоже время повыситься на фуражное зерно ячменя, или овса, используемого для производства детского питания. Для того, чтобы не ломать севооборот при очередном колебании цен на рынке надо иметь гибкий севооборот, где дается схема чередования не каждой культуры, а группы культур, к которым они относятся.

Очень часто несколько пропашных культур — кукуруза, подсолнечник, картофель и другие могут объединяться в одно поле — *сборное поле*. Можно также объединить в одно сборное поле овощные яровые зерновые и даже зернобобовые (пшеница, ячмень, овес, горох и т. д.). Сборные поля пропашных, яровых и озимых зерновых, возможно, получают широкое применение в фермерских (крестьянских) хозяйствах, где, в силу ограниченности пахотных земель, невозможно делить имеющуюся пашню на большое количество полей небольших размеров, и невозможно эффективно применять сельскохозяйственную технику.

В южных орошаемых районах, а также в других обеспеченных осадками регионах страны, широкое распространение имеют посевы многолетних трав, в первую очередь люцерны. Эта культура на Северном Кавказе, в Поволжье в год посева (весной) может формировать 2...3 укоса. В более увлажненных районах, где возможно получение всходов при посеве в августовские сроки, практикуется также позднелетние сроки посева под покров озимых промежуточных культур, овса на зеленый корм и сено и даже озимой пшеницы и озимого ячменя.

В районах с достаточным количеством осадков и суммой эффективных температур в севооборотах, наряду с основными использу-

ются и промежуточные культуры. Основными культурами автооборота называются такие, которые занимают поле большую часть вегетационного периода. Промежуточные культуры те, которые выращиваются в интервале времени свободном от возделывания основных культур севооборота.

На Северном Кавказе, Нижнем Поволжье после уборки озимых и яровых зерновых культур во второй половине июня — первой половине июля остается 90...120 дней теплого периода года с суммой положительных температур воздуха 2200...2500 °С. Сельскохозяйственные культуры (кукуруза, сорго, суданская трава, подсолнечник и их смеси), выращиваемые в этот период после уборки зерновых культур, называются *пожнивными*. Пожнивные культуры преимущественно убираются на силос, зеленый корм, но раннеспелые гибриды кукурузы, просо, гречиха вызревают даже на зерно.

Наряду с указанными яровыми промежуточными широкое распространение получили *озимые* промежуточные культуры (рожь, пшеница, ячмень, тритикале, рапс, их смеси с зимующим горохом, озимой викой). Они выращиваются в промежутке времени между уборкой озимых, яровых зерновых или других ранубираемых культур и посевом поздних яровых культур весной следующего года. Зеленая масса озимых промежуточных культур используется на зеленый корм или сено, уборка урожая проводится с третьей декады апреля по третью декаду мая в зависимости от выращиваемой культуры и зоны возделывания.

Поздние яровые культуры, размещаемые после уборки озимых промежуточных культур, являются *поукосными* (основными) полезанимающими культурами, в отличие от *поукосных* промежуточных культур, которые высеваются после скашивания основных культур на зеленый корм, силос или сено и убирается в том же году (кукуруза, подсолнечник, суданская трава, сорго и др.)

Культуры, высеваемые под покров основной культуры и убираемые осенью того же года на корм, называются *подсеваемыми промежуточными* культурами. Это райграс однолетний, который подсеивается под покров зерновых культур и формирует урожай зеленой массы в период после уборки основной культуры и убирается к концу вегетационного периода. Но это не относится к подсеваемым многолетним травам, которые в данном случае сами являются основными, а не промежуточными культурами.

В севообороте сельскохозяйственные культуры ежегодно чередуются друг с другом. Но нередки случаи, когда они размещаются на одном и том же поле 2...3 года. Такие посевы называются *повторными*. Такое размещение имеет место в специализированных севооборотах зерновых рисовых, хлопковых и др. Повторно высеваются так же озимые зерновые, картофель, яровая пшеница, кукуруза, сорго, суданская трава в кормовых и полевых севооборотах, которые при этом незначительно снижают урожайность по сравнению с ежегодным чередованием с другими, даже не бобовыми культурами.

В практике сельскохозяйственного производства встречаются случаи *бессменного* выращивания полевых культур, т. е. когда продолжительность выращивания ее на одном и том же поле равна или превышает период ротации севооборота. Такие посевы практикуются при возделывании наиболее ценных сельскохозяйственных культур (хлопчатник, рис), для выращивания которых в других климатических условиях нет необходимых температурных (хлопчатник) или технических условий. Бессменные посевы озимой пшеницы, озимого ячменя практикуются также в экстремальных условиях с аридным климатом, где они эффективно использует осенне-зимние осадки и является наиболее урожайными по сравнению с другими культурами.

Но бессменное возделывание сопряжено со значительным снижением урожайности всех сельскохозяйственных культур по сравнению выращиванием в севообороте. По степени устойчивости урожаев при повторных и бессменных посевах полевые культуры делятся на три группы. В первую группу входят культуры, сильно снижающие урожаи (подсолнечник, сахарная свекла, соя, клевер, горох, люпин, лен-долгунец); во вторую — способные при хорошем удобрении, качественной обработке почвы, осуществлении необходимых мер борьбы с сорняками и болезнями обеспечивать высокие урожаи и при повторных посевах (рис, картофель, табак, овес, озимые и яровые формы пшеницы, ячменя, ржи); в третью — дающие высокие урожаи при более продолжительных повторных посевах (хлопчатник, кукуруза, сорго, конопля).

Бесспорно, при составлении севооборотов надо стремиться к тому, чтобы каждую культуру размещать по лучшим предшественникам в соответствии с их требованиями. Но в нынешних условиях функционирования АПК и с учетом экономических возможностей сельскохозяйственных предприятий, конъюнктуры рынка возникает необходимость повторных и более продолжительных бессменных посевов некоторых культур, пользующихся спросом на рынке. Знание научных основ чередования культур позволит специалистам и практическим работникам сельского хозяйства разработать рациональные севообороты, способствующие достижению высоких урожаев полевых культур и повышению экономической эффективности производства.

Каковы причины отрицательных последствий бессменного выращивания сельскохозяйственных культур и чем объясняется необходимость введения севооборотов? Академик Д. Н. Прянишников выделил четыре группы факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур при правильном их чередовании в севооборотах: химические, физические, биологические и экономические.

Химические факторы. Разные группы сельскохозяйственных культур обладают неодинаковым выносом элементов питания и различной способностью к их усвоению. Зерновые культуры требуют больше азота и фосфора, картофель, сахарная свекла, подсолнечник — калия. Бобовые растения, поглощая много фосфора и калия, обогащают почву азотом.

Растения по-разному усваивают элементы питания из легкорастворимых и труднорастворимых соединений. Льну, пшенице, сахарной свекле нужны легкоусвояемые растворимые, в воде элементы. Картофель, гречиха, эспарцет, люпин могут использовать их из труднорастворимых соединений. Последние культуры после отмирания оставляют для последующих культур более доступные формы фосфора.

Корни различных культур проникают в почву на неодинаковую глубину. Корни льна и картофеля проникают на глубину 0,8...1 м, озимой пшеницы и озимой ржи — на 1,5...1,6, кукурузы — на 2...2,5, сахарной свеклы и подсолнечника — на 3...3,5, люцерны — на 4...5 м. Вследствие этого растения с мощной и глубоко проникающей корневой системой используют воду и элементы минерального питания из более глубоких слоев почвы, что не всегда доступно для растений с менее развитыми и поверхностно расположенными корнями. Таким образом, чередование культур в севообороте позволяет не только избежать одностороннего истощения почвы, но и эффективнее использовать запасы элементов питания.

Физические факторы. Причины физического порядка связаны с различной требовательностью возделываемых сельскохозяйственных культур к физическим свойствам почвы: структур, плотности, водно-воздушному режиму и др. Особенности технологии возделывания различных культур оказывают различное влияние на свойства почвы. Благоприятное влияние на физические свойства почвы оказывают посевы многолетних трав, корневая система которых проникает на большую глубину и способствует оструктурированию почвы. Постоянный зеленый покров многолетних трав защищает почву от эрозии. Возделывание многолетних трав создает благоприятные условия для последующего высева зерновых технических культур, льна и др.

Технология возделывания пропашных культур, связанная с многократными обработками почвы до посева, при уходе за посевами и во время уборки урожая, приводит к разрушению структуры почвы. Посевы пропашных культур слабо противостоят ветровой и водной эрозии почвы. Многократные механические обработки чистых паров тоже значительно разрушают структуру почвы.

Различные культуры потребляют разное количество воды из почвы на формирование своего урожая. Одни культуры потребляют много воды для образования урожая, например, сахарная свекла расходует с площади 1 га до 4000 м³ воды. Очень большие объемы воды расходуются при возделывании многолетних трав, овощных и пропашных культур. Чередование культур по полям способствует равномерному, рациональному расходу воды из почвы. При применении севооборотов влага в почве используется более эффективно.

Биологические факторы. Биологическая необходимость чередования культур вызвана их различным отношением к сорнякам, вредителям и болезням.

При бессменных посевах очень быстро распространяется сорняки, поскольку они приспособляются к определенным культурным растениям. Так, овсюг — спутник ранних яровых зерновых культур. Куколь полевой, живокость полевая, ярутка полевая, пастушья сумка, василек синий произрастают преимущественно в посевах озимой пшеницы и озимой ржи. Куриное просо, мышей сизый и зеленый, щирца засоряют посевы проса, кукурузы, риса. Плевел льняной, торица льняная, рыжик льняной специфические сорняки льна.

Культурные растения реагируют на сорняки неодинаково. Широколистные высокостебельные (кукуруза, подсолнечник, конопля, клещевина), затеняя почву, подавляют сорняки сильнее, чем узколистные (овес, ячмень, просо, лен). При возделывании пропашных культур, благодаря обработкам междурядий, условия для уничтожения сорняков улучшаются по сравнению со сплошными посевами зерновых и других культур. Бороться с засоренностью полей значительно легче, если правильно чередовать озимые культуры с яровыми; зерновые с пропашными или зерновыми бобовыми; узколистные с широколистыми. Наиболее полно сорняки уничтожаются в чистых парах.

При повторных и бессменных посевах сельскохозяйственных культур создаются благоприятные условия для размножения вредителей. Например, на сахарной свекле усиленно размножаются свекловичный долгоносик, корневая тля и нематоды; на просе — просяной комарик; на бобовых культурах — клубеньковые долгоносики; на рапсе, льне, конопле — блошки. Повторные посевы озимой пшеницы, или яровой пшеницы приводят к распространению жужелицы хлебной, хлебного пилильщика, гессенской и шведской мух, хлебного жука — кузьки, клопа — черепашки. Ущерб, причиняемый вредителями, значительно уменьшается в результате правильного чередования растений в севообороте. Поражения болезнями часто служит главной причиной, вынуждающей необходимость чередования культур.

Экономические факторы. К этой группе относится возможность в севообороте разгрузить пик в полевых работах и в использовании рабочей силы и техники. При наличии ранних и поздних яровых культур, имеющих разные сроки посева и уборки, нагрузки на людей и технику в один и тот же период в 2 раза ниже, чем на полях, занятых только ранними или только поздними яровыми культурами. Если к ним добавить еще озимые культуры, то напряженность полевых работ будет еще меньше.

Экономически выгодно принимать специализированные севообороты максимально возможной долей ведущих культур. В таких севооборотах зерновые культуры могут занимать 60...80 % площади, хлопчатник — 75...80, конопля — 70, сахарная свекла — 20, картофель — 30...40 %. Специализация севооборотов увеличивает производство продукции растениеводства, повышает эффективность капиталовложений, снижает материальные и трудовые затраты.

С помощью севооборотов можно уменьшить численность сорняков, вредителей и возбудителей болезней до безвредного уровня на основе агротехнических, биологических и других мер борьбы, что уменьшит применение дорогостоящих пестицидов. Это в свою очередь может снизить себестоимость производимой растениеводческой продукции, а в условиях рыночной экономики это весомый экономический аргумент в пользу севооборотов.

7.2. Предшественники основных культур севооборотов

При размещении культур по полям нужно учитывать физические, химические, биологические факторы, создаваемые предшествующей культурой. Каждая высеваемая культура в силу особенностей в биологии развития и специфики технологии выращивания оказывает неодинаковое влияние на плодородие почвы и фитосанитарное состояние, рост, развитие, урожайность и качество урожая последующей культуры.

По влиянию на последующие культуры севооборота все предшествующие располагают в порядке снижения их ценности в следующей последовательности: чистые пары, занятые пары, многолетние травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, технические с непропашными культурами, зерновые культуры, промежуточные культуры. Эта градация носит относительно условный характер, так как оценка предшественников может изменяться в зависимости от количества вносимых удобрений, системы обработки почвы, почвенно-климатических и других условий.

Лучшими предшественниками по влиянию на урожайность последующих культур и продуктивность севооборота считаются **пары**, которые делятся на два типа — чистые и занятые.

Чистый пар — поле, незанятое посевами в том числе одного периода вегетации растений. Такое поле обрабатывают в целях улучшения аэрации и повышения биологической активности почвы, вносят удобрения, ведут борьбу с сорными растениями, вредителями и болезнями растений, проводят мелиоративные работы, готовят под посев последующей культуры севооборота.

В зависимости от системы обработки почвы чистые пары подразделяют на два вида — *черные и ранние*.

Черным паром — называют поле, на котором основную обработку почвы начинают осенью, сразу после уборки предшествующей культуры, накануне года парования поля.

Ранним паром называют поле, на котором основную обработку почву начинают весной, в год парования. В зонах недостаточным увлажнением и сильными ветрами для предотвращения ветровой эрозии и задержания снега зимой чистые пары могут быть так называемыми *кулисными*, т. е. на них высеваются высокостебельные растения (подсолнечник, горчица и др.) по 2...3 ряда (кулисы) поперек направ-

ления господствующих ветров. Расстояние между кулисами составляет обычно 8...12 м.

Занятым паром называют поле, на котором с весны высевают скороспелые культуры на зерно или зеленый корм и рано убирают их. После уборки парозанимающей культуры начинают обработку почвы по типу обработки паровых полей под посев озимых в конце лета или яровых культур весной следующего года.

Занятый пар называют *сидеральным*, если парозанимающая культура используется для заделки в почву в качестве зеленого удобрения (сидерата). Подобными культурами могут быть бобовые (люпин, донник и др.) и крестоцветные (рапс).

В зависимости от почвенно-климатических условий, количества вносимых удобрений и системы защиты растений эффективность паровых полей сильно разнится. При благоприятных почвенно-климатических условиях и современных технологиях выращивания культур севооборота без паровых полей могут быть более продуктивными, чем севообороты с такими полями.

Многолетние травы (люцерна, клевер и др.) как посеянные в чистом виде, так и в смеси с многолетними злаковыми травами (тимopheевкой, овсяницей, житняком и др.) занимают второе место в ряду предшественников.

Высокая ценность многолетних бобовых растений — люцерны, клевера и других как предшественников — определяется прежде всего их азотфиксирующей способностью. Ценность же бобово-мятликовых смесей многолетних трав как предшественников связана с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность последующих культур и продуктивность севооборота. Кроме накопления азота бобовыми компонентом, злаковый компонент одновременно создает и оставляет в почве большую массу хорошо разветвленной корневой системы. И корни, и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы, гумусовый и азотный баланс, на азотный почв. Многолетние травы предохраняют почву от водной и ветровой эрозии.

В полевых севооборотах срок использования многолетних трав не превышает 2...3 года, но в кормовых и специальных почвозащитных севооборотах он увеличивается до 4...5 лет и более.

Однако многолетние травы как предшественник эффективны в районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях. Это связано с тем, что за время своей вегетации многолетние травы расходуют большое количество воды. При недостатке влаги резко снижается их урожайность, они изреживаются, зарастают сорняками, уменьшаются их влияние на плодородие почвы и урожай последующих культур.

Зернобобовые культуры (горох, вика, люпин, соя, фасоль, чечевица и др.) — хорошие предшественники для многих сельскохозяйственных культур, за исключением культур из семейства бобовых из-за поражения специализированными сорняками и болезнями. Все виды зернобобовых культур представляют большую ценность как предшественники

благодаря их азотфиксирующей способности, которая несколько ниже, чем у бобовых трав. Кроме того, вегетационный период этих культур, за исключением люпина, короткий, высеваются они рано весной, и поля рано освобождаются после уборки. Ранняя уборка позволяет тщательно готовить почву под посев озимых культур, поэтому бобовые являются хорошими предшественниками для озимой пшеницы и ржи и других культур.

Пропашные культуры тоже относят к хорошим предшественникам. Среди пропашных есть зерновые, кормовые, технические и зернобобовые культуры. Несмотря на большое разнообразие, они объединены в одну группу по способу возделывания, так как высеваются широко-рядно с междурядьями — 60, 70 см и более.

В течение вегетации пропашных культур осуществляют междурядные обработки почвы, вносят минеральные удобрения, уничтожают сорняки; на орошаемых землях с помощью поливов по междурядьям и других способов орошения для них создают оптимальный водный режим в том числе и всего периода вегетации.

Пропашные культуры предъявляют повышенные требования к плодородию почвы. Поэтому для их возделывания пригодны не все почвы, имеющиеся в хозяйстве. При ограниченных площадях полей с высоким плодородием возникает потребность в повторных посевах пропашных культур.

Пропашные культуры оставляют в почве меньше корневых остатков, структура почвы разрушается от интенсивного рыхления при их возделывании, они слабо предотвращают водную и ветровую эрозию почвы.

Технические непропашные культуры (лен, конопля, рапс и др.) отличаются большим выносом питательных веществ из почвы и необходимостью создания высокого агрофона для получения устойчивых урожаев. Высокий агрофон, длительное последствие пласта многолетних трав или высоких доз навоза при повышенных требованиях по уходу за растениями делают лен-долгунец и коноплю хорошими предшественниками для многих сельскохозяйственных культур. Часто после этих культур и озимые, и яровые зерновые дают такой же урожай, как после занятого пара или зернобобовых культур.

Зерновые культуры считаются менее ценными (удовлетворительными) предшественниками для других групп культур, и особенно при повторных посевах этой группы из-за поражения корневыми гнилями, размножения вредителей и сорных растений. Ценность зерновых культур как предшественников зависит от плодородия почв, внесения удобрений, интегрированной системы защиты растений от вредителей, болезней и сорных растений. Для большинства сельскохозяйственных культур озимая и яровая пшеница, озимая рожь, выращиваемые по чистым парам или после многолетних трав, являются хорошими предшественниками, возможны и повторные посевы зерновых культур.

Зерновые культуры в полевых севооборотах занимают, как правило, большую часть площади пашни, они являются важнейшими продоволь-

ственными культурами, поэтому их нужно размещать по лучшим предшественникам: чистым парам, после многолетних трав, зернобобовых культур, хорошо удобренных пропашных культур. Для фуражных зерновых культур (ячмень, овес) и крупяных культур (просо, гречиха) лучшим местом в севообороте являются поля различных пропашных культур — картофеля, кукурузы, сахарной свеклы, кормовых корнеплодов и др., а также после озимых зерновых культур, идущих после многолетних трав, т. е. по обороту пласта.

Промежуточные культуры. В южных районах России промежуточными культурами могут быть кукуруза, подсолнечник, суданская трава, просо и другие яровые культуры.

Для ускоренной обработки почвы под посев промежуточных культур и сокращения затрат целесообразно применять комбинированные агрегаты, выполняющие за один проезд по полю внесение удобрений, предпосевную обработку почвы и посев.

Промежуточные культуры оказывают положительное влияние на плодородие почвы, улучшают ее структуру, повышают содержание водопрочных агрегатов. Они лучше, чем пропашные, препятствуют развитию ветровой и водной эрозии почвы. Они значительно увеличивают содержание органического вещества в почве — до 4...5 т/га пожнивных и корневых остатков. При заделке в почву всего урожая промежуточных культур на сидеральное удобрение повышается активность почвенной биоты, в результате чего в почве увеличивается содержание доступных для растений питательных веществ — все это способствует повышению урожайности последующих основных культур севооборота.

Возделывание промежуточных культур особенно важно в полевых и специализированных севооборотах с предельным процентом ведущей культуры. Внедрение промежуточных культур значительно снижает отрицательные последствия повторных посевов основной культуры севооборота.

При размещении сельскохозяйственных культур в севообороте в конкретных почвенно-климатических условиях нужно выбирать лучшие предшественники для основных культур с учетом уровня агротехники. Например, для основных полевых, технических и кормовых культур в Республике Дагестан рекомендованы следующие предшественники (Г. Н. Гасанов, 2008 г.) (табл. 24).

24. Предшественники основных сельскохозяйственных культур в Дагестане

№	Культура	Предшественники
1.	Озимые зерновые (пшеница, рожь, ячмень)	Чистые и занятые пары, многолетние травы, зернобобовые, кукуруза на зеленый корм и силос, озимые зерновые
2.	Яровая пшеница	Чистые и занятые пары, пропашные, многолетние травы, зернобобовые, озимые зерновые

№	Культура	Предшественники
3.	Овес, ячмень яровой, гречиха, просо	Пропашные, зернобобовые, озимые зерновые, яровая пшеница, технические непропашные
4.	Горох, вика, люпин, соя и другие зерновые бобовые культуры	Пропашные (кроме бобовых), озимые и яровые и зерновые
5.	Картофель	Озимые зерновые, зернобобовые, травы многолетние, пропашные, яровые зерновые
7.	Кукуруза	Озимые зерновые, картофель, зернобобовые, яровые пшеница, овес, ячмень
8.	Подсолнечник	Озимые зерновые, кукуруза
11.	Рис	Люцерна, зернобобовые, кукуруза, озимые зерновые
13.	Многолетние травы	Подсев под яровые и озимые зерновые, однолетние травы, чистый посев после пропашных или зерновых культур
14.	Однолетние травы	Яровые зерновые, пропашные
15.	Кормовые корнеплоды	Озимые и яровые зерновые, кукуруза, картофель
16.	Промежуточные культуры	Озимые, ранние яровые зерновые и другие культуры, рано освобождающие поля

7.3. Классификация севооборотов

В крупных сельскохозяйственных предприятиях, при наличии животноводческих ферм, комплексов с большой потребностью в кормах, особенно в сочных, в целях экономии материально-технических и денежных средств на перевозку, производство кормов целесообразно сосредоточить вблизи этих ферм в специализированных кормовых севооборотах.

Такая потребность возникает в сельскохозяйственных предприятиях (в фермерских хозяйствах), имеющих благоприятные условия для производства товарной продукции овощей, и (или) расположенных вблизи городов, крупных населенных пунктов. Сосредоточение их производства в специальных овощных севооборотах позволяет более рационально использовать транспорт, другие материальные ресурсы и денежные средства.

Следовательно, одно и то же сельскохозяйственное предприятие может иметь не один севооборот, а несколько, т. е. систему севооборотов, состоящую из разных типов и видов.

Большое количество вариантов размещения сельскохозяйственных культур в севооборотах вызывает необходимость их группировки по определенным признакам для облегчения изучения, проектирования и реализации севооборотов. Современная классификация севооборотов проведена по двум основным признакам:

1 — главный вид растениеводческой продукции, производимой в севообороте, — зерно, корма, техническое сырье, овощи и др. По этому признаку определяют *типы* и подтипы севооборотов различного производственного назначения, различающиеся основной производимой продукцией. Существует три типа севооборотов — **полевые, кормовые и специальные**;

2 — соотношение основных групп сельскохозяйственных культур, различающихся по биологии, технологии возделывания и влиянию на плодородие почвы — зерновые культуры, многолетние травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, технические культуры рядового способа посева, паровые поля.

По второму признаку определяют *виды* севооборотов, различающиеся по структуре посевных площадей: соотношению площади посевов основных групп сельскохозяйственных культур. Их десять и они могут относиться к различным типам и подтипам севооборотов, как это видно из представленной классификации севооборотов (табл. 25).

25. Классификация севооборотов

Типы и подтипы	Виды
Полевые:	
<i>универсальные</i>	Зернопаровые, зернопропашные, зернопаропропашные, зернопаротравяные, зернотравяные, плодосменные, травянопропашные, пропашные, сидеральные
<i>специализированные</i> (зерновые, свекловичные, льняные, картофельные)	Зернопаровые, зернопаропропашные, зернотравяные, плодосменные, пропашные и др.
Кормовые:	
<i>прифермские</i>	Плодосменные, пропашные, травянопропашные, травянозерновые
<i>сенокосно-пастбищные</i>	Травопольные, травянозерновые
Специальные:	

Типы и подтипы	Виды
овощные, овощебахчевые, бахчевые, овощекормовые, рисовые, табачные, лекарственные, конопляные и др.	Пропашные, зернопаропропашные, травянопропашные, зернотравяные, зернопропашные
почвозащитные	Травопольные, травянозерновые

Полевым называют севооборот для производства зерна, технических культур и другой продукции растениеводства. Выделяют два подтипа полевых севооборотов — *универсальные* и *специализированные*. В полевых универсальных севооборотах более 50 % пашни отводится под зерновые культуры, оставшаяся площадь — под технические и кормовые культуры. В зонах с недостаточным количеством осадков часть площади в таких севооборотах может быть отведена под чистые пары.

Специализированным называют севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной из полевых культур. Например, в свекловичном севообороте доля сахарной свеклы составляет 30 %, а при орошении — до 40 % от площади севооборота. В картофельных севооборотах при внесении расчетных норм органических и минеральных удобрений доля картофеля может возрастать до 40 %. В специализированных зерновых севооборотах доля зерновых и зернобобовых культур может составлять 75...85 %.

Кормовыми называют севообороты для производства грубых, сочных и зеленых кормов. В них более 50 % пашни отводится под кормовые культуры. Кормовые севообороты подразделяют на два подтипа: *прифермские* и *сенокосно-пастбищные*.

Прифермскими называют севообороты, расположенные вблизи животноводческих ферм и предназначенные для производства сочных и зеленых кормов. В этих севооборотах преобладают корнеплоды, клубнеплоды и силосные культуры (кукуруза, подсолнечник и др.). Такие севообороты размещают около ферм в целях снижения затрат на перевозку большой массы этих кормовых культур к месту их использования и хранения.

Сенокосно-пастбищным называют севооборот, в котором возделываются многолетние и однолетние травы на сено, сенаж и для выпаса скота. В этих севооборотах небольшая часть пашни может быть отведена под зернофуражные культуры. Для улучшения природных кормовых угодий и организации их рационального использования вводят сенокосообороты и пастбищеобороты, которые используют для заготовки грубых кормов и выпаса животных.

Специальными называют севообороты, предназначенные для возделывания культур, требующих специальных условий и особой агро-

техники возделывания. К таким культурам относятся овощи, бахчевые, рис, табак, конопля и др., которые очень требовательны к плодородию почвы и орошению.

Большое значение среди подтипов специальных севооборотов придается *почвозащитным*, которые предназначены для защиты почв от водной и ветровой эрозии при производстве растениеводческой продукции — зерна, кормов и др.

На склоновых землях с крутизной 5...7° для защиты почвы от водной эрозии вводят севообороты с возделыванием многолетних и однолетних трав (травопольные виды) или часть полей отводится под зерновые культуры, например озимые (травянозерновые виды). Многолетние травы закрывают поверхность почвы травостоем круглый год, развивают мощную корневую систему, предохраняют почву от водной и ветровой эрозии. В степной зоне размещают почвозащитные севообороты с посевом на полях многолетних трав, с полосным размещением сельскохозяйственных культур и кулисного пара поперек направления господствующих ветров.

Для повышения почвозащитной способности севооборотов применяются размещение многолетних трав с культурами со слабой почвозащитной способностью. Полосы многолетних трав и этих культур шириной от 50 до 100 м чередуют друг с другом, размещая поперек склонов или горизонталям склонов конфигурации.

По второму признаку рассмотренные типы и подтипы севооборотов подразделяется на различные виды, среди которых выделяют следующие: зернопаровые, зернопаропропашные, зернопаротравяные, зернотравянные, зернопропашные, плодосменные, травянопропашные, пропашные, травопольные, сидеральные.

1. Зернопаровым называют севооборот, в котором одно поле отводится под чистый пар и два-три поля под зерновые культуры. Например: 1 — чистый пар, 2 — озимая пшеница, 3 — яровая пшеница, 4 — овес. Они известны в России с XIV века преобладают в засушливых степях Поволжья, Южного Урала, Западной Сибири, Алтая и других районах страны.

2. Зернопаропропашным называют севооборот, в котором посевы зерновых культур сплошного сева чередуются с чистым паром и пропашными культурами. Например: 1 — чистый пар, 2 — зерновые, 3 — зерновые, 4 — пропашные, 5 — зерновые, 6 — зерновые. Они широко распространены в полузасушливых степных и лесостепных районах Поволжья, Северного Кавказа, Южного Урала и др.

3. Зернопаротравяным называют севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного сева и имеются чистые пары и многолетние травы. Например: 1 — чистые пар, 2 — озимая рожь, 3 — ячмень с подсевом многолетних трав, 4, 5 — многолетние травы, 6 — озимая рожь, 7 — овес, 8 — ячмень. Распространены в Нечерноземной зоне России.

4. Зернотравяным называют севообороты, в котором преобладают зерновые культуры сплошного сева, а остальная часть пашни занята посевами многолетних и однолетних трав. Например: 1 — ячмень с подсевом трав, 2, 3 — многолетние травы, 4 — озимая пшеница, 5 — овес. Наибольшее распространение этот вид севооборота получил в Нечерноземье.

5. Зернопропашным называют севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного сева, чередующиеся с пропашными культурами. Например: 1 — пропашные, 2 — зерновые, 4 — пропашные, 5 — зерновые. Эти севообороты распространены в более увлажненных районах производства зерна, где нет необходимости в чистых парах: ЦЧЗ, Северный Кавказ, Дальний Восток.

6. Плодосменным называют севооборот, в котором зерновые культуры сплошного сева занимают до половины площади пашни и чередуются с пропашными культурами и бобовыми культурами. Например: 1, 2 — многолетние травы, 3 — озимые, 4 — пропашные, 5 — яровые зерновые, 6 — озимые зерновые, 7 — кукуруза на силос, 8 — яровые с подсевом многолетних трав. Эти севообороты эффективны в условиях достаточного количества осадков или при орошении.

7. Травянопропашным называют севооборот, в котором пропашные культуры чередуются с посевами многолетних трав. Например: 1, 2 — люцерна, 3 — сахарная свекла, 4 — кукуруза на зерно, 5 — зернобобовые, 6 — сахарная свекла, 7 — ячмень с подсевом многолетних трав. Они получили широкое распространение на орошаемых землях юга России.

8. Пропашным называют севооборот, в котором пропашные культуры занимают больше половины площади пашни. Например: 1 — кукуруза на зерно, 2 — подсолнечник, 3 — зернобобовые, 4 — озимая пшеница, 5 — сахарная свекла, 6 — кукуруза на зерно, 7 — кукуруза на силос, 8 — озимая пшеница, 9 — сахарная свекла, 10 — озимый ячмень. Пропашные севообороты используют в основном на орошаемых землях и в районах и в районах достаточного увлажнения.

9. Травопольным называют севооборот, в котором большая часть занята посевами многолетних трав. Например: 1...5 — многолетние травы, 6 — однолетние травы с подсевом многолетних трав. Такой севооборот относится к кормовому типу севооборота.

10. Сидеральный называют севооборот, в котором одно, реже два поля отводят для выращивания сидеральных культур. Например: 1 — люпин на зеленое удобрение (сидерат), 2 — озимая рожь, 3 — картофель, 4 — овес. Эти севообороты используют на песчаных и супесчаных почвах для повышения их плодородия.

Типы и виды севооборотов в крестьянских фермерских хозяйствах (КФХ) определяют в зависимости от почвенно-климатических условий площади пашни, специализации, конъюнктуры рынка и других условий.

Учитывая, что в подавляющем большинстве КФХ небольших размеров до 50—60 га, а в Республике Дагестан 3—10 га, в них обычно организуют один севооборот с короткой ротацией и с узкой специали-

зацией. Возделывают культуры, которые требуют относительно малого разнообразия машин и механизмов. Практика показывает, что КФХ занимаются в основном производством технических, кормовых, зерновых культур, картофеля и овощебахчевых культур. Например, в Республике Дагестан в КФХ рекомендована следующая схема севооборота: 1 — люцерна, выводное поле, 2 — кукуруза на зерно, 3 — бахчевые культуры, лук; 1 — люцерна, выводное поле, 2 — озимая пшеница, 3 — озимая пшеница (ячмень) + пожнивные на корм или сидерацию.

В 2000 году крестьянские (фермерские) хозяйства Дагестана производили лишь 5,1 % сельскохозяйственной продукции, тогда как на долю сельскохозяйственных предприятий приходилось 17,1 %, хозяйств населения — 77,8 %. Крестьянские (фермерские) хозяйства занимали 63,1 тыс. га при среднем размере 2,6 га, а в России 58 га. В 2009 году КФХ производили 9,6 % сельскохозяйственной продукции, сельскохозяйственного предприятия, а хозяйства населения — 80,4 % сельскохозяйственной продукции. При этом общая площадь КФХ выросла почти в 3 раза (189,8 тыс.га), а средняя площадь КФХ возросла до 4,3 га.

7.4. Принципы построения севооборота и их оценка

При разработке схем севооборотов основываются на следующих принципах их построения.

Принцип адаптивности — соответствие культур, возделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим условиям.

Принцип биологической и хозяйственно-экономической целесообразности — включение в севообороты яровых и озимых зерновых культур, чистого или занятого пара, одновидовых или смешанных посевов однолетних культур и многолетних трав, промежуточных и сидеральных культур.

Принцип плодосменности — ежегодная смена на полях севооборота культур, существенно отличающихся по биологическим особенностям и технологии возделывания.

Принцип периодичности — соблюдение научно обоснованного срока возврата одной культуры на то же поле возделывания (табл. 26).

26. Периодичность возделывания основных культур

Культура	Период возврата на прежнее место выращивания, лет
Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес)	1—2
Просо, гречиха	2—3
Кукуруза	1
Зерновые бобовые (горох, вика, чина)	3
Люпин	4—5

Культура	Период возврата на прежнее место выращивания, лет
Картофель	1—2
Сахарная свекла	3—4
Лен-долгунец	5—6
Подсолнечник	6—7
Многолетние травы	3
Кормовые корнеплоды	2—3
Табак	2—3
Рапс	3—4
Капуста	3—4
Томат	2—3
Огурец	2—3
Морковь	1—2

Принцип совместимости и самосовместимости — возможность посева культуры после предшественника того же семейства, той же хозяйственно-биологической группы или повторного посева одной культуры. Например, можно возделывать яровые зерновые после озимых, овес после яровой пшеницы и т. д. Возможны также повторные посевы яровой пшеницы по паровому полю, повторное возделывание кукурузы, картофеля при условии соблюдения высокого уровня агротехники. Но согласно этому принципу нельзя размещать культуры одного семейства или поражаемые одними болезнями и вредителями друг после друга.

Принцип специализации — возможность предельно допустимой доли площади, занимаемой одной или несколькими культурами одной хозяйственно-биологической группы в специализированных зерновых, свекловичных, картофельных, рисовых и других севооборотах.

Принцип уплотненного использования пашни — предполагает включение в севообороты посевов промежуточных культур с целью увеличения продуктивности пашни. Реализуется в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях для организации зеленого конвейера и сидерации. В южных районах возможно получение двух полноценных урожаев зерна, клубнеплодов и другой продукции.

Система севооборота должна предусматривать защиту почвы от водной и ветровой эрозии. Например, в Дагестане для защиты от эрозии приоритетная роль отводится почвозащитным севооборотам. На эродированных участках рекомендуется введение зернотравяных или зернопаротравянных (с занятым паром) севооборотов со следующим чередованием культур: 1 — многолетние травы (люцерна,

или ее смесь с житняком), 2 — озимая пшеница, 3 — озимая пшеница, 4 — пар занятый (озимая рожь с викой на сено).

В условиях проявления водной эрозии рекомендована следующая схема чередования: при крутизне более 5° — 1—4 люцерна, 5 — озимая пшеница, 6 — яровые зерновые; при крутизне 3...5° — 1—3 люцерна, 4 — озимая пшеница, 5 — яровые зерновые, зернобобовые (горох, конские бобы), 6 — картофель, капуста, морковь; при крутизне менее 3° 1 — пар занятый горохоовсяной смесью на сено, 2 — озимая пшеница, 3 — яровые зерновые (овес, ячмень), 4 — горох, 5 — картофель.

В практике земледелия применяют следующие методы оценки севооборотов.

Агроэкономическая оценка сводится к оценке каждого севооборота и всей системы севооборотов хозяйства по выходу продукции на единицу севооборотной площади, выраженной в сопоставимых величинах — в зерновых, кормопротеиновых, денежных единицах. Такая оценка базируется на данных по выходу с 1 га севооборотной площади конкретной натуральной продукции — зерна, семян, корнеплодов, зеленой массы, сена, льноволокна и др. с качественными показателями этой продукции: содержанием белка и клейковины в зерне, сахара и крахмала в корне-клубнеплодах, протеина в кормах, длиной льноволокна и т. д.

Кроме того, используют экономические показатели — уровень производственных затрат на 1 га посевов и на единицу продукции, чистый доход, себестоимость продукции, рентабельность производства с учетом рыночных цен.

Агроэкологическая оценка севооборотов сводится к агротехнической оценке предшественников и всей системы севооборотов относительно их действия на плодородие почвы, баланс гумуса, водный и другие режимы почвы, на ее физические, химические и биологические свойства, на качество продукции, окружающую среду, к выявлению почвозащитной функции каждого севооборота, влияния на фитосанитарный потенциал полей, на экологическое состояние агроландшафта. Система севооборотов позволяет сократить применение средств защиты растений, защитить сельскохозяйственную продукцию и окружающую среду от загрязнения.

В условиях перехода страны к рыночной экономике, систематического изменения цен на материалы и услуги объективной, интегральной оценкой севооборота может быть его **энергетическая** оценка, т. е. определение его энергетической эффективности. Для этого учитывают полные энергозатраты на выращивание всех культур севооборота и суммарное энергосодержание их урожаев с целью выявления степени окупаемости энергозатрат энергосодержанием урожаев. При этом рассчитывают чистый энергетический доход как разницу между содержанием энергии в урожаях и общими затратами на выращивание всех культур севооборота, коэффициент энергетической эффективности (отношение чистого дохода к энергозатратам), биоэнергетический

коэффициент КПД отношение полученной с урожаями энергии к затраченной и энергетическую себестоимость продукции (в расчете на единицу урожая зерна, белка и др.).

Энергетическая оценка севооборота при необходимости может быть переведена в любые денежные единицы, если известна стоимость одного килоджоуля, и в итоге может быть дана экономическая оценка севооборота.

История каждого поля севооборота и технология возделываемых на них культур отражаются в *Книге истории полей*. В этой Книге содержится информация о типах и видах севооборотов, площади полей и всех севооборотов, схемах чередования культур, площади посева культур и чистых паров, засоренности полей, зараженности вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур. В Книгу истории полей регулярно должны записываться все агротехнические мероприятия, проводимые на полях.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Какова роль севооборота в агроландшафтных системах земледелия? 2. Чем отличается повторный посев от бессменного? 3. Каковы причины чередования культур? 4. Что такое плодосмен и какова его роль в развитии научного и практического земледелия? 5. Что положено в основу классификации севооборотов? 6. Какие типы и виды севооборотов вам известны? 7. В чем отличие черного пара от раннего? 8. Какова роль многолетних трав в севооборотах разных зон? 9. Что такое специализированный севооборот? 10. Дайте классификацию промежуточных культур. 11. Назовите основные предшественники пшеницы по подпровинциям Дагестана. 12. Каковы периоды возврата основных культур на прежнее поле севооборота? 13. Что такое полосное размещение культур, где оно применяется? 14. Назовите предшественники основных овощных культур. 15. Что такое специальный севооборот? 16. Дайте характеристику почвозащитной способности основных полевых культур. 17. Что такое введение и освоение севооборота? 18. Как оценивают севообороты с разной структурой посевных площадей? 19. Каково назначение переходной и ротационной таблиц? 20. Что такое Книга истории полей севооборота, кто ее ведет и как она используется? 21. Каковы экологические требования к севообороту?

Глава 8

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

8.1. Задачи обработки почвы и технологические операции при ее обработке

Обработкой почвы называется воздействие на почву рабочими органами машин и орудий с целью улучшения почвенных условий жизни сельскохозяйственных культур и уничтожения сорняков. Эти условия формируются в первую очередь в результате изменения агрофизических параметров плодородия почвы, от которых непосредственно зависят водно-воздушный и тепловой режимы. Действие механической обработки почвы на пищевой режим осуществляется через почвенную биоту.

Механическая обработка почвы является основой современных технологий возделывания культур и важнейшим средством повышения эффективного плодородия почвы и урожайности культур. На обработку почвы расходуется около 40 % энергетических и 25 % трудовых затрат от общего их количества при возделывании и уборке сельскохозяйственных культур.

С помощью механической обработки почвы решаются следующие задачи:

- создание благоприятных водно-воздушного и теплового режимов путем изменения строения пахотного слоя почвы и ее структурного состояния;
- улучшение питательного режима в результате воздействия на жизнедеятельность почвенной биоты;
- борьба с засоренностью почвы и посевов, с вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур;
- заделка в почву прежней растительности или ее остатков и удобрений;
- предупреждение и защита почвы от ветровой и водной эрозии;
- создание необходимых условий для проведения посева культурных растений, ухода за ними и уборки урожая;
- лишение жизнеспособности многолетней растительности при обработке целинных и залежных земель, а также при разделке пласта многолетних трав;
- энергосбережение и экономичность;

Основные технологические операции при воздействии почвообрабатывающих орудий на почву следующие: оборачивание, рыхление, крошение, уплотнение, перемешивание, выравнивание почвы, подрезание сорняков, создание гребней и борозд, сохранение стерни на поверхности почвы.

Оборачивание. Это взаимное перемещение частей пахотного слоя или горизонтов почвы в вертикальном направлении. Необходимость оборачивания вызвана дифференциацией частей пахотного слоя по плодородию почвы. За время возделывания сельскохозяйственных растений верхний слой уплотняется в результате разрушения структурных агрегатов, иссушается, засоряется семенами сорных растений, а нижний обедняется питательными веществами из-за снижения микробиологической деятельности в условиях отсутствия поступления свежего растительного материала. Оборачивание также необходимо для заделки в почву растительных остатков и удобрений. Осуществляют эту операцию с помощью отвальных плугов и луцильников.

Наряду с положительными действиями оборачивание имеет и отрицательные моменты. В условиях недостаточного увлажнения при такой обработке теряется много влаги и снижается эрозионная устойчивость почвы.

Рыхление изменяет взаимное расположение почвенных отдельных частей с образованием крупных пор увеличением объема почвы. Благодаря этой операции улучшается водно-воздушный и тепловой режимы, усиливается биологическая активность почвы, увеличивается накопление усвояемых растениями питательных веществ. Выполняется рыхление в той или иной мере почти всеми почвообрабатывающими орудиями.

Крошение. Под крошением почвы подразумевают уменьшение размеров почвенных структурных отдельных частей. При крошении крупные комки и глыбы распадаются на мелкие комочки. Оно необходимо для создания при обработке почвы мелко-комковатой структуры. Крошение осуществляют многими орудиями, но наиболее эффективно ротационными, особенно фрезами.

Уплотнение. Это противоположная рыхлению операция, которая приводит к изменению взаимного расположения почвенных отдельных частей с образованием мелких пор и уменьшением объема почвы.

Уплотнение необходимо для уменьшения диффузного испарения влаги, равномерной заделки семян при посеве, особенно мелкосеменной культуры и улучшения контакта семян с почвой после посева. Уплотнение осуществляется различными катками.

Перемешивание. Изменение взаимного расположения почвенных отдельных частей, обеспечивающее более однородное состояние обрабатываемого слоя. Оно требуется при внесении органических и минеральных удобрений, извести и гипса, а также при создании более мощного пахотного слоя путем вовлечения в круговорот подпахотных слоев.

Перемешивание происходит при обработке плугами без предплужников, фрезами, отвальными и дисковыми луцильниками.

При глубокой заделке семян и вегетативных органов размножения сорных растений перемешивание нежелательно.

Выравнивание. Обеспечивает устронение неровностей поверхности почвы. Особенно оно необходимо для равномерной по глубине заделки семян и создания одинаковых условий в почве по водным и тепловым свойствам. Невыровненное поле теряет больше влаги, неравномерно прогревается, что приводит к неодинаковой биологической активности и различному накоплению питательных веществ по элементам микрорельефа. В результате разноглубинной заделки семян и неодинакового плодородия почвы на повышенных и пониженных местах микрорельефа всходы появляются недружно и бывают изреженными.

Выравнивание является обязательной технологической операцией при поверхностном орошении. Предпосевное выравнивание почвы создает лучшие условия для равномерного распределения воды при поливе.

Для выравнивания поверхности почвы применяют планировщики, шлейфы, волокуши, мала, грейдеры и другие орудия.

Подрезание сорняков проводят одновременно с рыхлением, перемешиванием и оборачиванием почвы. Однако применяют и специальные приемы обработки почвы с использованием культиваторов с одно- и двухсторонними лапами-бритвами, ножевыми лапами, а также штанговые и другие культиваторы.

Создание микрорельефа (борозд, гребней, гряд, щелей, лунок, микролиманов и др.). В основном применяют в зоне избыточного увлажнения и на склоновых землях. Борозды, гребни и гряды создают для отвода излишней воды и улучшения газообмена, ускорения прогрева почвы и активизации процессов превращения питательных веществ.

На полях, подверженных водной эрозии, создание прерывистых борозд, гребней, щелей, лунок способствует снижению поверхностного стока, предупреждению смыва почвы и увеличению ее влагозапасов.

Для формирования микрорельефа используют окучники, плуги со специальными приспособлениями, грядоделатели, лункоделатели, щелерезы и другие орудия.

Сохранение стерни на поверхности почвы. Стерня пожнивных растительных остатков снижает скорость ветра в приземном слое почвы и предохраняет ее от выдувания, способствует задержанию снега, уменьшению глубины промерзания и накоплению влаги в почве. Обработка почвы с сохранением стерни на поверхности создает благоприятные условия для поглощения летних осадков и предохраняет влагу от испарения.

Сохранение стерни на поверхности почвы достигается применением комплекса противозрозионных орудий и машин. К ним относятся культиваторы-плоскорезы, культиваторы штанговые, бороны игольча-

тые, сеялки стерневые, чизелькультиваторы чизельные плуги, чизельные глубокорыхлители, плуги-рыхлители «Параплау», плуги общего назначения с безотвальными рабочими органами ЛП-0,35 (стойки СИБИМЭ) и др.

8.2. Физико-механические свойства почвы и их влияние на качество обработки

К физико-механическим свойствам относят пластичность, липкость, набухание, усадку, связность и твердость. Физико-механические свойства имеют важнейшее значение для оценки технологических свойств почвы.

Пластичность — способность почвы изменять свою форму (деформироваться) под воздействием внешних сил и сохранять полученную форму после прекращения механического воздействия. Пластичность обусловлена гранулометрическим составом и приобретает ее в определенном диапазоне влажности (в сухом и переувлажненном состоянии почвы пластичностью не обладают). Наиболее высокой пластичностью обладают глинистые почвы, а наименьшей — пески.

Липкость — способность почвы во влажном состоянии прилипать к другим телам (сельскохозяйственным орудиям или другим предметам). Степень липкости зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса и влажности. Она наибольшая у глинистых почв и наименьшая у песчаных почв. С липкостью связано важное агрономическое свойство почвы — *физическая спелость*, то есть состояние влажности, при котором почва хорошо крошится на комки, не прилипает при этом к орудиям обработки. Физическая спелость зависит от гранулометрического состава, гумусированности почв и влажности. Весной раньше других поспевают к обработке песчаные и супесчаные почвы, а при одном и том же гранулометрическом составе — более гумусированные. Для суглинистых почв интервал влажности, при которой достигается такая спелость, равен 40...60 %, для глинистых — 50...60 %, для легких почв — 40...70 % НВ.

Интервалы влажности почвы, при которой достигается ее физическая спелость, для лугово-каштановой почвы Терско-Сулакской равнины Дагестана составляет 45...60 %, лугово-каштановой солончаковой — 45...55 %, коричневой почвы предгорной зоны — 40...65 % НВ.

Различают также *биологическую спелость* почвы, под которой понимают такое состояние ее теплого режима, при котором активизируется микробиологическая активность, а почва готова к посеву или посадке.

Набухание — увеличение объема почвы при увлажнении, измеряемое в процентах к исходному объему почвы. Противоположное ему свойство, проявляющееся при высыхании, называют усадкой. Набухание и усадка зависят от гранулометрического и минералогического состава, состава поглощенных катионов. Наибольшей набухаемостью

обладают глинистые и солонцовые почвы. Набухание — отрицательное свойство почв, так как приводит к разрушению почвенных агрегатов. Сильная усадка приводит к образованию трещин, разрыву корневой системы растений.

Связность (сцепление) — способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить частицы почвы, выражается в т/м^3 . Связность зависит от гранулометрического и минералогического состава, структуры, содержания гумуса, влажности почвы. Наибольшей связностью обладают глинистые почвы, наименьшей — песчаные. Связность снижается при улучшении структуры. Связные почвы лучше противостоят эрозии, однако при увеличении связности возрастают энергетические затраты на обработку почвы.

Твердость — свойство почвы оказывать сопротивление при проникновении в нее под давлением какого-либо тела. Измеряется в кг/см^2 и зависит от влажности, гранулометрического состава, структуры, содержания гумуса. Классификация почв по твердости следующая: рыхлая ($< 10\text{кг/см}^2$), рыхловатая (10...20), плотноватая (20...30), плотная (30...50), весьма плотная (50...100), слитная ($> 100\text{кг/см}^2$).

Для придания почве благоприятной структуры ее необходимо обрабатывать в состоянии физической спелости. При обработке суглинистых и глинистых почв в спелом состоянии они легко крошатся на комки оптимального размера. При вспашке почвы в переувлажненном состоянии образуется сплошной пласт, который быстро теряет воду и дальнейшее его разделяние приводит к сильному разрушению структуры. Вспашка сухой почвы сопровождается появлением крупных глыб и комков.

Наряду со снижением качества обработки незрелых почв возрастают тяговые усилия и расход горючего: на сухой — вследствие повышенной связности, а на переувлажненной — вследствие увеличения липкости.

Структурное состояние почвы влияет на диапазон оптимальной влажности, при которой наступает физическая спелость. Комковатая почва имеет меньшую связность и липкость при той же влажности, что и распыленная почва. Поэтому интервал влажности для хорошей обработки на структурных почвах шире, чем на плохо оструктуренных.

Наступление физической спелости почвы можно определить следующим образом. В нескольких местах на поле следует взять неполную горсть почвы, слегка ее сжать и с высоты пояса человека уронить на землю. При этом спелая суглинистая и супесчаная почва распадется на мелкие комочки, а глинистая при падении не изменит сделанной в руке формы. Незрелая (переувлажненная) почва при падении сплющивается. Физическая спелость почвы в пределах одного поля наступает одновременно, поэтому обработку надо проводить выборочно, по мере подсыхания отдельных участков. В первую очередь поспевает почва на южном и на более крутых склонах, а затем на северных и на пологих.

Для высококачественной обработки почвы необходимо изучить почвенные условия каждого поля и его участков, чтобы своевременно определить наступление физической спелости.

С увеличением скорости движения агрегатов при обработке почвы интервал оптимальной влажности возрастает. Это позволяет проводить вспашку при более высокой влажности почвы. При увеличении скорости движения пахотного агрегата с 3,8 до 5,2 км/ч предельная относительная влажность спелой почвы повысилась на 7...17 %.

Увеличение скорости движения агрегатов на вспашке черноземов способствует лучшему крошению почвы и уменьшению гребнистости вспашки.

Повышение скорости движения почвообрабатывающих агрегатов экономически и агротехнически целесообразно не только на вспашке, но и при культивации, лушении, прикатывании и бороновании. При увеличении скорости движения трактора на культивации до 10—11 км/ч количество крупных глыб уменьшается на 24...28 %, гребнистость вспашки — на 34...39, твердость ее в слое 0...18 см — на 8,6...27 % при одновременном повышении производительности агрегата — на 24...30 %.

8.3. Приемы обработки почвы

Под приемом обработки почвы понимают однократное воздействие на почву почвообрабатывающими машинами и орудиями с целью выполнения одной или нескольких технологических операций. Оптимальные почвенные условия для роста растений обеспечиваются различными способами и приемами основной обработки.

8.3.1. Приемы основной обработки почвы

К основной обработке относят наиболее глубокую сплошную обработку почвы под сельскохозяйственную культуру.

Основная обработка изменяет сложение большей части пахотного слоя. В зависимости от применяемых орудий основную обработку выполняют следующими способами: отвальным с оборачиванием обрабатываемого слоя почвы (пласта); безотвальным рыхлением без оборота обрабатываемого слоя почвы; перемешиванием почвы в обрабатываемом слое фрезой, роторными орудиями. Для выполнения основной обработки почвы используют *общие* приемы: вспашку, безотвальное рыхление, глубокую плоскорезную обработку, фрезерование, чизелевание и др., выполняющие основные задачи обработки почвы. К *специальным* приемам основной обработки почвы относят двухъярусную, трехъярусную и плантажную вспашки, щелевание, кротование, выполняющие специальные задачи обработки почвы.

Вспашка — прием основной обработки почвы плугами, обеспечивающий оборачивание обрабатываемого слоя не менее чем на 135°, частичное перемешивание и рыхление почвы, а также подрезание подземной части растений, заделку удобрений и растительных остатков.

Вспашка, усиливая аэрацию почвы и активизируя деятельность почвенной микрофлоры, способствует интенсификации разложения органического вещества и накоплению доступных растений питательных веществ. Глубокая заделка подрезанных вегетативных органов размножения многолетних сорняков замедляет их прорастание и способствует отмиранию.

Для вспашки применяют отвальные корпуса с культурной, винтовой и полувинтовой формами рабочей поверхности. Плуги могут быть оборудованы также корпусами различной конструкции: вырезными, дисковыми, почвоуглубителем, с выдвижным долотом и др. (рис. 15).

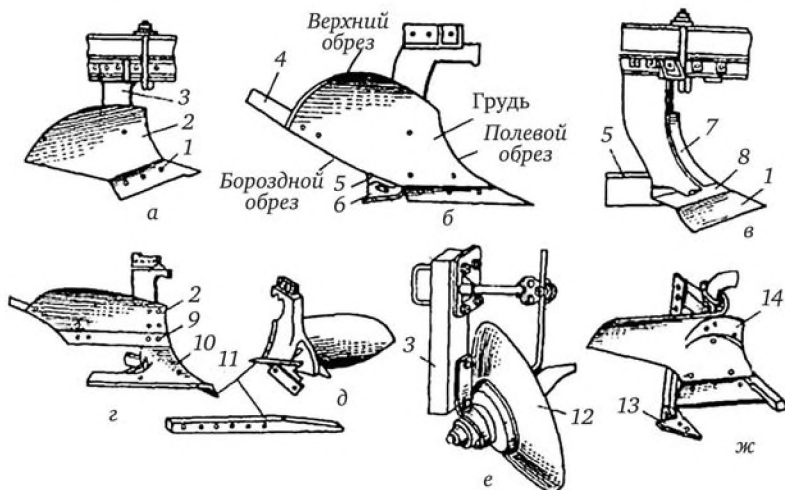


Рис. 15. Современные корпуса плугов, используемые для вспашки старопахотных почв:

а — культурный; б — полувинтовой; в — безотвальный; г — вырезной; д — с выдвижным долотом; е — дисковый; ж — с почвоуглубителем; 1 — лемех; 2 — отвал; 3 — стойка корпуса; 4 — перо отвала; 5 — полевая доска; 6 — пятка полевой доски; 7 — щиток; 8 — уширитель; 9, 10 — верхний и нижний лемеха; 11 — долото; 12 — диск; 13 — почвоуглубительная лапа; 14 — углосним

Плуги с винтовыми и полувинтовыми отвалами наиболее полно оборачивают пласт, но слабо его крошат. Поэтому их применяют для вспашки тяжелых по гранулометрическому составу и задернелых почв, в том числе и после многолетних трав, вновь осваиваемых земель. Плуги, снабженные культурными отвалами, хорошо крошат, оборачивают пласт и заделывают растительные остатки.

Для лучшего крошения и оборачивания пласта при вспашке впереди корпуса плуга ставят предплужник, который срезает верхнюю часть пахотного слоя на глубину 8...12 см и шириной 2/3 ширины захвата корпуса и сбрасывает на дно борозды. Основной корпус плуга подни-

мает нижележащий слой почвы, крошит его и засыпает сброшенный пласт. Вспашка плугами с предплужниками получила название *культурной*.

Глубина вспашки зависит от зональных особенностей, мощности пахотного слоя типа почвы, биологических особенностей культуры, обилия сорняков, а также от глубины основной обработки почвы под предшествующие культуры. Обработка на глубину более 24 см считается глубокой, от 16 до 24 см — обычной, от 8 до 16 см — мелкой, до 8 см — поверхностной.

Для вспашки почвы используют навесные (ПЛН-5-35, ПЛН-4-35, ПЛН-53-5), полунавесные (ПТК-9-35, ПЛН 6-35, ПНИ-6-40), фронтальные (ПФ-2А), прицепные (ПЛ-5-35) и плуги других марок (рис. 16).

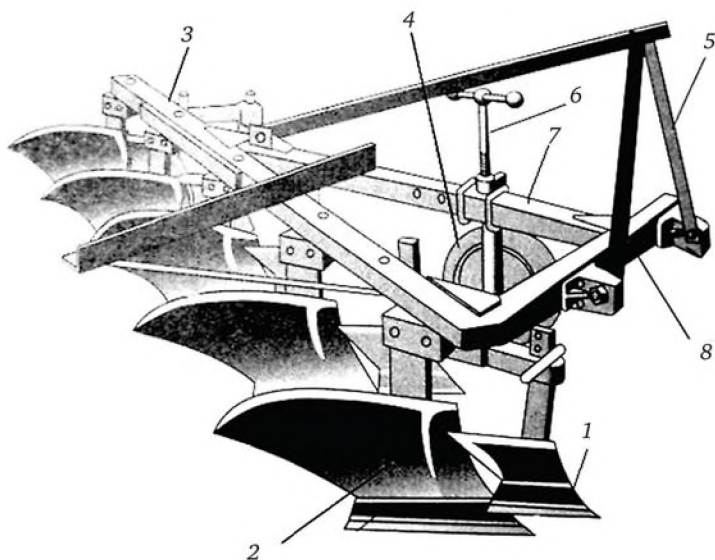


Рис. 16. Навесной плуг ПЛН-5-35:

1 — предплужник; 2 — основной корпус; 3 — главная балка; 4 — опорное колесо; 5 — навеска; 6 — вентиль регулировки глубины вспашки; 7 — продольная балка; 8 — поперечная балка

Безотвальная обработка почвы — прием обработки почвы без ее оборачивания. Ее широко применяют в засушливых условиях, особенно в степных районах, подверженных ветровой эрозии. При такой обработке на поверхности почвы остаются до 50 % стерни, а также хорошо подрезаются сорняки. Стерня задерживает снег, снижает в 1,5...2 раза скорость ветра в приземном слое и повышает устойчивость почвы к выдуванию. Обработанная таким приемом почва, промерзает на меньшую глубину и весной несколько раньше оттаивает.

Талые воды хорошо поглощаются почвой, уменьшается их сток, вследствие чего запасы воды в почве увеличиваются в 1,5...2 раза по сравнению с отвальной обработкой.

Глубокое безотвальное рыхление на 25...27 см проводят осенью, особенно под пропашные, в чистых парах, для предпосадочного рыхления под картофель и другие культуры. Выполняют его безотвальными плугами конструкции Т. С. Мальцева, плугами со снятыми отвалами, безотвальными орудиями типа пара-плау, плугами со стойками СиБИМЭ, плугами-глубокорыхлителями.

Система безотвальной обработки почвы для условий Зауралья, разработанная Т. С. Мальцевым, предусматривает полное исключение вспашки, глубокое безотвальное рыхление почвы на 35...40 см один раз в 3...5 лет в сочетании с ежегодными мелкими обработками: лущением или дискованием на 10...12 см.

Чизелевание — прием безотвальной обработки почвы дизельными орудиями, обеспечивающий ее рыхление, крошение и частичное перемешивание. Его применяют для сплошного глубокого (20...40 см) рыхления почвы, особенно тяжелых и засоленных, для разрушения плужной подошвы, улучшения водопроницаемости почв перед проведением промывных и влагозарядковых поливов. С помощью этого приема облегчается проникновение в почву воды, воздуха и корней растений. Поэтому урожайность культур от проведения чизелевания повышается на 15...20 %.

Для обработки используют чизельные плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, оборудованные приспособлениями для выравнивания гребней ПСТ-2,5 и ПСТ-4,5 (рис. 17).

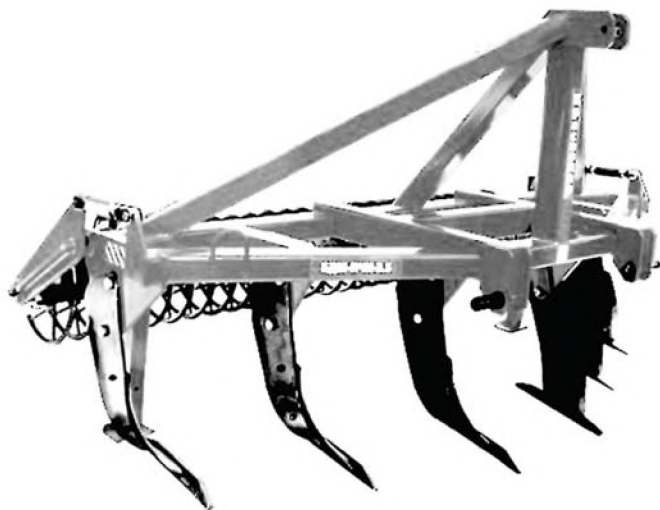


Рис. 17. Плуг чизельный навесной ПЧН-3,5

Плоскорезная обработка — безотвальная обработка почвы плоскорезными орудиями с сохранением большей части послеуборочных остатков на поверхности поля. Ее применяют в засушливых условиях, особенно в районах, подверженных ветровой эрозии. Но, в отличие от ранее рассмотренного безотвального рыхления, при этом приеме на поверхности поля сохраняется до 80 % пожнивных остатков, которые в 2 раза снижают скорость ветра в приземном слое, уменьшают интенсивность испарения почвенной влаги летом и увеличивают снегозадержание на полях зимой. А сохранившаяся при обработке стерня защищает почву от выдувания.

Глубина и количество плоскорезных обработок в севообороте зависят от почвенных и погодных условий, а также от засоренности поля. Глубокую плоскорезную обработку (16...30 см) проводят плоскорезами-глубокорыхлителями КПГ-250А, КПГ-2-150, ПГ-3-5, ПГ-3-100, КПГ-2,2 (рис. 18).

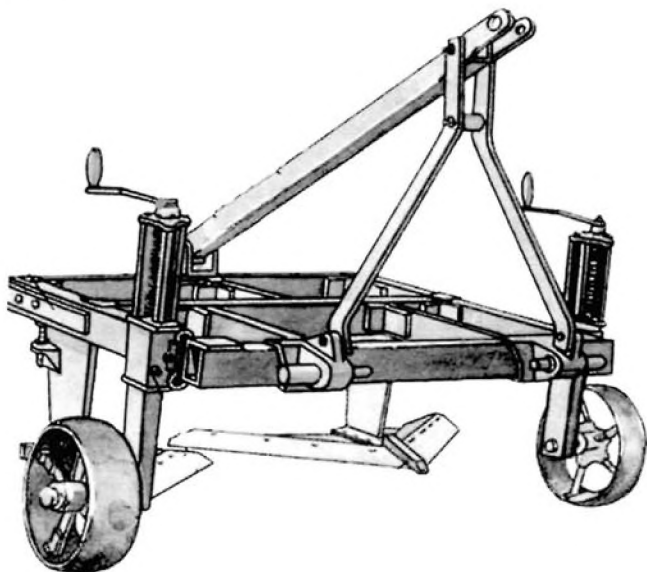


Рис. 18. Плоскорез-глубокорыхлитель КПГ-2-150

Сохранение мульчирующего слоя на поверхности почвы и хорошее ее крошение обеспечивают штанговые культиваторы типа КШ-3,6; при этом образуется более ветроустойчивая поверхность поля. Эти культиваторы применяют для предпосевной подготовки почвы под озимые и яровые зерновые культуры, сплошного рыхления при уходе за парами.

При бесспорно высокой почвозащитной эффективности плоскорезной обработки, меньшей ее энергозатратности по сравнению с отвальной обработкой, она усиливает засоренность и ухудшает фитосани-

тарное состояние почвы. Поэтому в севооборотах такую обработку сочетают с отвальной или с применением гербицидов.

Мелкую плоскорезную (7...16 см) обработку выполняют культиваторами-плоскорезами КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11 (рис. 19).

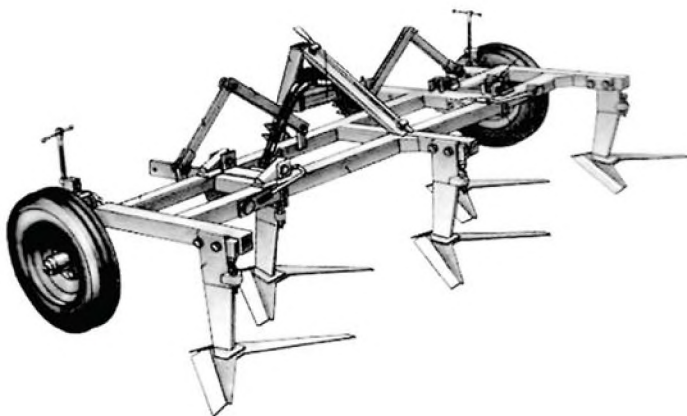


Рис. 19. Культиватор-плоскорез широкозахватный КПШ-5

Фрезерование — прием обработки почвы фрезой, обеспечивающий интенсивное крошение, перемешивание и рыхление обрабатываемого слоя, и уничтожение сорняков. В основу работы фрезы положен роторный принцип, который сводится к тому, что ножи агрегата, укрепленные на горизонтально вращающемся барабане, захватывают почву обрабатываемого слоя и с силой отбрасывают к защитному кожуху. В результате почва крошится на мелкие комочки, хорошо разрыхляется, перемешивается с удобрениями и химмелиорантами (известью или гипсом). Одновременно уничтожаются и сорняки, которые проросли в этом слое.

За один проход фрезы можно качественно подготовить почву для посева зерновых и других культур. В засушливых условиях этот прием позволяет сократить расход почвенной влаги в процессе подготовки почвы, повысить полевую всхожесть семян и урожайность зерновых и других культур на 15...25 %. Глубина фрезерной обработки в севообороте может колебаться в от 6...8 см до 18...20 см в зависимости от возделываемой культуры. Чаще всего фрезерование совмещают с внесением удобрений, гербицидов, и даже с посевом зерновых культур, выравниванием и прикатыванием почвы с использованием комбинированных агрегатов КА-3,6, КА-7,2 (фреза + зерновая сеялка), КФС-3,6 и др. Для фрезерования почвы используют садовые фрезы — ФПШ-200, ФСН-0,9А, полевые — КФГ-3,6, КФ-5,4, болотные — ФБН-2, ФБН-1,5 и др. (рис. 20).



Рис. 20. Фреза КФ-3,0

Длительное применение фрезерной обработки почвы в полевых севооборотах повышает засоренность посевов, особенно корневищными и корнеотпрысковыми сорняками.

Двухъярусная вспашка — обработка почвы, обеспечивающая взаимное перемещение двух слоев или горизонтов, их крошение и рыхление. При выполнении двухъярусной вспашки могут быть применены три технологические схемы: рыхление верхней части пахотного слоя и оборачивание нижнего слоя; оборачивание верхней части и рыхление нижней; взаимное перемещение в вертикальном направлении верхнего и нижнего слоев.

Двухъярусная вспашка проводится на глубину 35...40 см и применяется при окультуривании дерново-подзолистых почв, распашке пласта люцерны, при подготовке почвы под сахарную свеклу и другие технические культуры. Выполняют ее двух- и трехъярусными плугами ПД-3-35, ПТН-3-40, ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40, а также плугами с вырезными корпусами.

Трехъярусная вспашка — обработка почвы, обеспечивающая частичное или полное перемещение трех слоев (горизонтов), их крошение и рыхление. Применяется при обработке солонцовых почв для вовлечения в пахотный слой нижележащего карбонатного слоя (самомелиорация солонцов), а также для взаимного перемещения подзолистого и иллювиального горизонтов подзолистых почв с оставлением на поверхности пахотного слоя. Корпуса этих плугов устанавливают в три яруса для послонной обработки трех слоев, что обеспечивает хорошее рыхление и крошение почвы, глубокую заделку растительных остатков и семян сорняков, в 2...3 раза снижает засоренность поля, создает благоприятные условия для прохождения биологических процессов и накопления влаги (рис. 21).

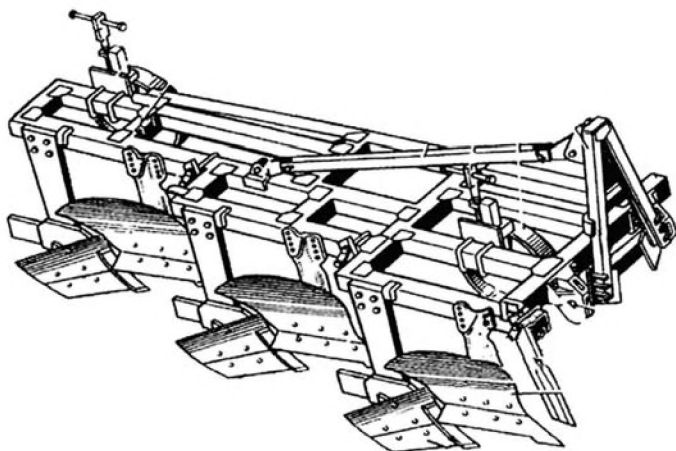


Рис. 21. Ярусный плуг ПТН-3-40

Плантажная вспашка осуществляется специальными плугами на глубину более 40 см. Ее проводят при окультуривании засоленных, и песчаных почв, при подготовке почвы под закладку плодовых насаждений и виноградников, лесопосадок. При плантажной вспашке почву рыхлят на большую глубину, что способствует улучшению физических свойств и окультуриванию глуболежащих слоев. При этом создаются благоприятные условия для глубокого проникновения корней и роста насаждений. Поскольку при плантажной обработке на поверхность извлекаются слои почвы с худшими свойствами, то перед ее проведением вносят большие дозы органических, минеральных удобрений, извести (на кислых почвах) или гипса (на щелочных почвах). Плантажную вспашку выполняют специальными плугами: ППУ-50А, ППН-40, ППН-50 (рис. 22).

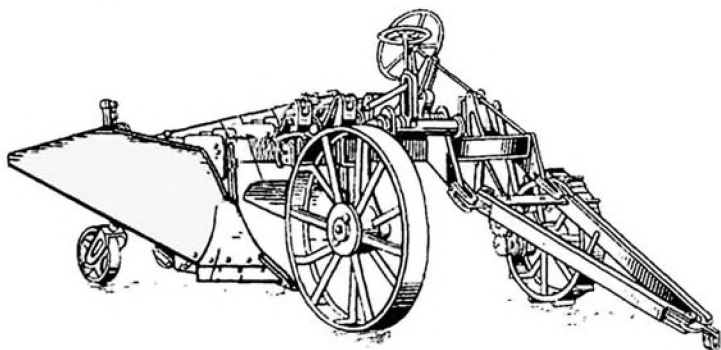


Рис. 22. Плантажный плуг ППУ-50А

Щелевание — прием обработки почвы щелерезами, обеспечивающий глубокое ее прорезание с целью повышения водопроницаемости. Является эффективным приемом предотвращения эрозии на склоновых землях, так как уменьшается сток воды и смыв почвы, в тоже время глубокое прорезание почвы с помощью щелереза ЩН-2-140, ЩН-3-70 способствует улучшению аэрации и накоплению воды.

При движении агрегата поперек склона щелеватель нарезает в почве щели шириной 3...5 см, глубиной 40...60 см с расстоянием между щелями 70...140 см, а на пологих склонах до 2 м. На посевах озимых культур, многолетних трав, пастбищах, осеннее щелевание по мерзлой (до 5...7 см) почве предупреждает гибель растений от вымокания и существенно повышает урожайность (рис. 23).

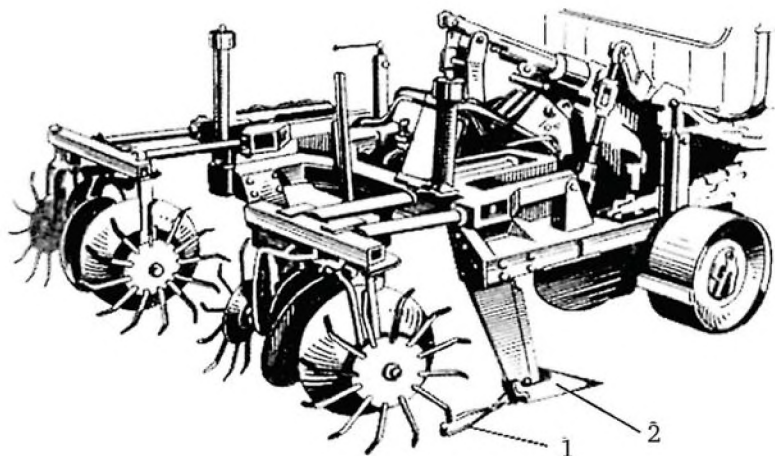


Рис. 23. Щелерез-кротователь ЩН-2-140:
1 — щелерез; 2 — кротователь

Кротование — прием обработки почвы, обеспечивающий образование в ней дрен-кротовин диаметром 6...8 см на расстоянии 0,7...1,4 м друг от друга в подпахотных слоях на глубине 35...40 см. Кротовины служат для отвода лишней воды на переувлажненных почвах, улучшает аэрацию почвы, а на склоновых землях предотвращают сток воды и смыв почвы. Выполняют кротование одновременно со вспашкой специальными кротователями, установленными на корпусе плуга, или рыхлителями-кротователями, а также щелерезом ЩН-2-140.

8.3.2. Приемы мелкой и поверхностной обработки почвы

Глубина обработки оказывает большое влияние на свойства и режимы почвы, от нее зависят рыхление и крошение, заделка семян и вегетативных органов размножения сорных растений, удобрений, которые определяют плодородие пахотного слоя.

Поверхностную (до 8 см) и мелкую (8—16 см) обработки проводят при подготовке почвы под посев культур, для уничтожения сорных растений, ухода за паровыми полями, посевами сельскохозяйственных культур, выравнивания поверхности почвы. К приемам поверхностной и мелкой обработок почвы относится лушение, культивация, шлейфование, прикатывание и др.

Лушение — прием обработки почвы луцильниками, обеспечивающий крошение, рыхление, перемешивание, частичное оборачивание, а также подрезание сорняков. При лушении заделывают часть стерни, а вместе с ней семена сорняков во влажный слой почвы, частично уничтожают вредителей, возбудителей болезней, обитающих на стерне. С помощью лушения на поверхности поля создают рыхлый, мульчирующий слой почвы, который защищает почвенную влагу от испарения, что обеспечивает хорошее качество последующей вспашки и облегчает ее проведение.

Различают лушение жнивья, проводимое после уборки зерновых, зернобобовых и других культур сплошного посева, и лушение почвы. Для лушения жнивья используют дисковые луцильники с плоскими дисками в степных районах и сферическими (вогнутыми) дисками в увлажненных районах и орошаемых землях. Они хорошо разрезают горизонтально расположенные корневища и отпрыски корней многолетних сорняков, стимулируя их прорастание (рис. 24).

Глубина лушения зависит от типа засоренности, влажности почвы в момент обработки и предшественника. При засоренности малолетними сорняками глубина работы дисковых луцильников составляет 4...5 см, корневищными — до 8...10 см.

Для лушения почвы, особенно засоренной корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, используют дисковые тяжелые бороны и лемешные луцильники (рис. 25).

Они хорошо подрезают сорняки и оборачивают верхний слой почвы на глубину 12...17 см. Их применяют для предпосевной обработки почвы, как прием ухода за чистыми парами, а также в системе зяблевой и полупаровой обработок почвы. Особенно эффективно дискование на почвах тяжелого гранулометрического состава, на полях из-под многолетних трав, залежных землях. На переувлажненных почвах оно заменяет зяблевую вспашку. В районах, подверженных ветровой эрозии, вместо лушения проводят плоскорезную или другую обработку.

Культивация — прием сплошной или междурядной обработки почвы культиваторами, обеспечивающий ее крошение, рыхление, частичное перемешивание и выравнивание поверхности пашни и подрезание сорняков. Основная задача культивации — подрезание сорняков, разрыхление почвы и выравнивание поверхности поля. Культивацию проводят на глубину 5...12 см, чаще с одновременным боронованием.

Сплошную культивацию осуществляют для предпосевной подготовки почвы, в системе зяблевой обработки, по уходу за чистыми и кулисными парами, при обработке почвы в садах. Предпосевная культивация

обеспечивает заделку минеральных удобрений, гербицидов, химмелиорантов и создает семенное ложе. Предпосевную культивацию проводят на глубину посева семян (4...6 см) или несколько глубже с учетом усадки почвы, особенно при орошении.

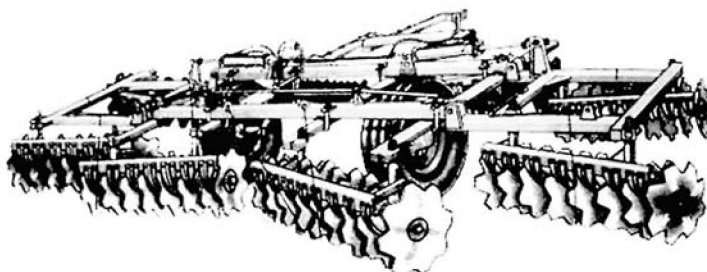


Рис. 24. Тяжелая дисковая борона БДТ-7

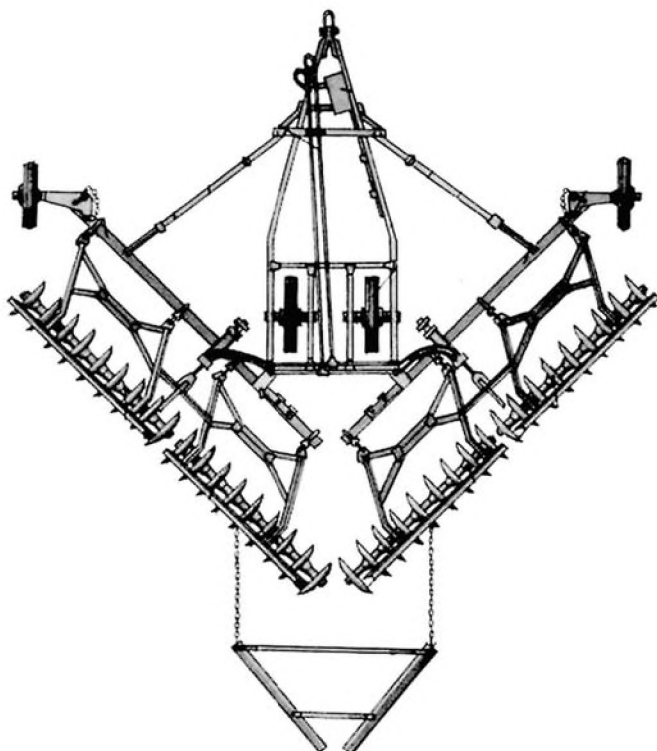


Рис. 25. Луцильник дисковый гидравлический ЛДГ-5

Для этого применяют прицепные и навесные культиваторы с различными типами рабочих органов: плоскорежущими, долотообразными, пружинными, игольчатыми дисками, штанговыми и др. (рис. 26).

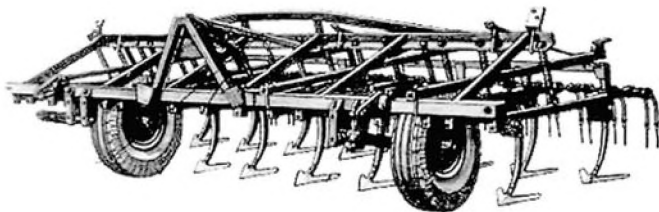


Рис. 26. Культиватор прицепной скоростной КПС-4

Хорошо рыхлят почву культиваторы с универсальными стрельчатыми и долотообразными рабочими органами, а с плоскорежущими — подрезают сорняки. Пружинные культиваторы используют для рыхления почвы и вычесывания корневищ сорняков на поверхность. Культиваторы с игольчатыми дисками хорошо разрушают почвенную корку, рыхлят почву и уничтожают всходы сорняков.

В районах с ветровой эрозией применяют противозерозийные культиваторы-плоскорезы (КПГ-2,2, КПШ-5, КПШ-9) с плоскорежущими рабочими органами. Они обрабатывают почву на глубину 8...16 см с оставлением до 80 % стерни и растительных остатков на поверхности поля, что позволяет уменьшить испарение почвенной воды и защитить почву от выдувания.

Широко применяются тяжелые противозерозийные культиваторы КПЭ-3,8 и КТС-10-1, снабженные пружинными упругими стойками лап, которые во время работы вибрируют и хорошо рыхлят уплотненную почву.

Междурядную культивацию проводят для рыхления почвы и подрезания сорняков в междурядьях пропашных культур. На посадках картофеля используют окучники, которые присыпают почву к растениям. Во избежание повреждения растений по обе стороны рядка оставляют защитные полосы шириной 10...15 см, а культиваторы оборудуют предохранителями. Для междурядной обработки используют универсальные культиваторы-растениепитатели (КРН-4,2, КРН-5,6, КОН-2,8, УСМК-5,4А) с разнообразными рабочими органами, которые одновременно вносят в почву и минеральные удобрения.

Боронование — прием обработки почвы боронами, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное перемешивание и выравнивание поверхности поля, а также уничтожение проростков и всходов сорняков. Все эти операции выполняются боронами с различными рабочими органами. Боронование можно проводить отдельно или одновременно со вспашкой, культивацией, посевом и другими приемами. При ранневесеннем бороновании зяби и черного пара разрушаются капилляры верхнего слоя почвы, создается рыхлый мульчирующий слой, который

предохраняет потери влаги из почвы. Хорошо выровненная при этом поверхность пашни способствует равномерной заделке семян, появлению дружных всходов и одновременному созреванию культур. Послепосевное и довсходовое боронования уничтожают 70...80 % всходов малолетних сорняков, разрушают почвенную корку, создают благоприятные условия для появления дружных всходов растений. Проводят его на посевах зерновых до появления «шилец», на свекловичных полях в фазе первой пары настоящих листьев, на посевах кукурузы в фазе 3...4 листьев.

Ранневесеннее боронование озимых культур и многолетних трав применяют для разрушения почвенной корки, улучшения аэрации и активизации микробиологических процессов, в основном, на почвах тяжелого гранулометрического состава. Этот прием хорошо уничтожает всходы малолетних сорняков. Чтобы не повреждать растения, боронование всходов проводят в один след в дневные часы с использованием зубовых легких, средних и сетчатых борон: БЗСС-1, БСО-4А, ЗОР-0,7 и др. Зубовыми тяжелыми боронами рыхлят почву до глубины 8...10 см, средними — 4...6 см, а легкими (посевными) — 2...3 см, (рис. 27).

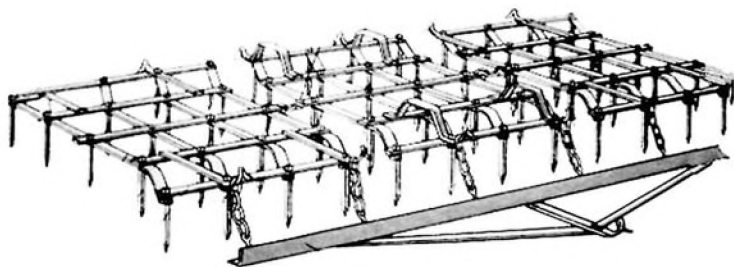


Рис. 27. Борона зубовая 3 БЗСС-1,0

Лучшим сроком боронования является физическая спелость почвы, наступающая при влажности 60...80 % НВ. Для лучшего рыхления и выравнивания почвы боронование проводят поперек направления вспашки, рядков посева или по диагонали поля.

В районах, подверженных ветровой эрозии при почвозащитной (плоскорезной) системе обработки почвы широко используют игольчатые бороны БИГ-3 и БМШ-20. Для неглубокого рыхления и разрезания дернины с целью улучшения аэрации почвы, заделки удобрений при уходе за лугами и пастбищами применяют навесные луговые (БЛШ-2,3) и пастбищные (БПШ-3,1) бороны.

В комплексе машин для минимальной обработки почвы эффективным орудием является ротационная мотыга (рис. 28). Ее применяют для ранневесеннего боронования зяби, паров и посевов озимых, пропашных и технических культур, закрытия влаги и уничтожения всходов сорняков, рыхления почвенной корки на стерневых, мульчированных и отвальных агрофонах.

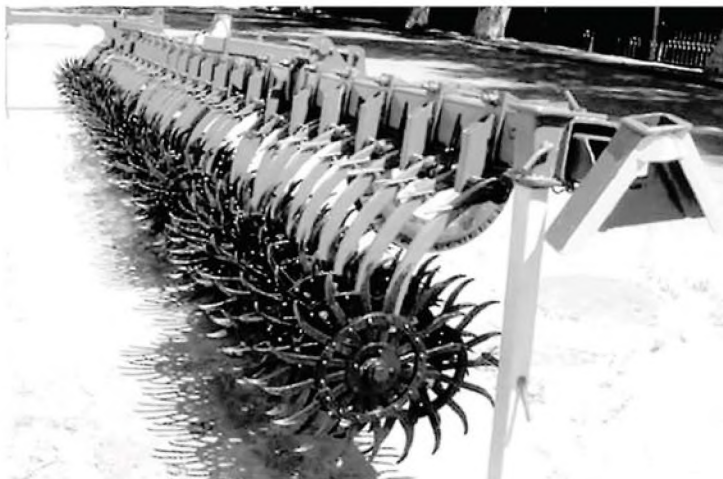


Рис. 28. Мотыга ротационная МРН-8,4/5,6

Мотыга сохраняет на поверхности поля все растительные остатки, имевшиеся до обработки. Ее можно применять до появления на растениях двух-трех настоящих листьев. Это высокопроизводительное и малоэнергоёмкое орудие расширяет возможности применения безгербицидных технологий минимальной и нулевой обработки почвы. Рабочие органы мотыги выполнены в виде пары игольчатых дисков, установленных на подпружиненном поводке с перекрытием и смещением по ходу.



Рис. 29. Водоналивные гладкие катки СКГ-2,1

Прикатывание — прием обработки почвы катками, обеспечивающий ее уплотнение, крошение глыб и частичное выравнивание поверхности почвы. Предпосевное прикатывание уменьшает излишнюю рыхлость поверхностного слоя почвы, улучшает ее прогревание и обеспечивает равномерную глубину заделки семян мелкосеменных культур: клевера, люцерны, льна, корнеплодов и др. Послепосевное прикатывание в сухую погоду улучшает контакт семян культурных растений с твердой фазой почвы, увеличивает капиллярный приток влаги к семенам, ускоряя их прорастание. Всходы зерновых на прикатанной почве появляются на 3...4 дня раньше по сравнению с неприкатанной (рис. 29).

Прикатывание проводят также для предупреждения потерь почвенной влаги из свежевспаханной или взрыхленной, глыбистой или крупнокомковатой почвы вследствие конвекционно-диффузного испарения.

Прикатывание защищает почву от выдувания в эрозионных районах; его используют для уничтожения ледяной корки на посевах озимых культур и при выпирании растений в начале весны. Как самостоятельный прием, его применяют до и после посева культур или в сочетании с различными приемами обработки почвы (вспашкой, культивацией, боронованием), при весенней перепашке зяби, обработке паров. Чаще всего прикатывание почвы проводят одновременно с посевом культур для уплотнения вспаханных торфяников и вновь осваиваемых земель, а также перед запахиванием сидератов.



Рис. 30. Кольчато-шпоровый каток ЗКШ-6

Для прикатывания минеральных почв используют гладкие водоналивные катки, кольчато-зубчатые, кольчато-шпоровые (рис. 30), кольчатые и др. Водоналивные гладкие катки (ЗКВГ-1,4, СКГ-2,1, СКГ-2,2) сильнее уплотняют почву, поэтому для рыхления поверхностного

слоя их агрегатируют с легкими боронами (рис. 29). Кольчато-зубчатые катки (ККН-2,8, КЗК-10) хорошо выравнивают поверхность поля, уплотняют почву до глубины 7 см и одновременно рыхлят ее на глубину 4 см. Их можно применять для предпосевного и послепосевного прикатывания. Для разрушения почвенной корки на посевах используют навесные борончатые катки типа КБН-3.

Шлейфование — прием поверхностной обработки почвы шлейфом, шлейф-бороной типа ШБ-2,5, обеспечивающий рыхление и выравнивание поверхности поля. Шлейф-борола состоит из ножа для срезания гребней, граблей для рыхления почвы и шлейфа из соединенных между собой стальных уголков для выравнивания поверхности почвы. Шлейфование проводят весной для предпосевного выравнивания почвы под сахарную свеклу, овощные, мелкосеменные культуры, весеннего боронования зяби с целью закрытия влаги, выравнивания почвы после культивации.

Малование — прием обработки почвы малой, обеспечивающий выравнивание и уплотнение верхнего слоя почвы на орошаемых участках. Для выполнения этих задач в условиях орошаемого земледелия применяют малу-выравниватель МВ-6 или металлические трубы, рельсы, деревянные брусья, окованные железом, длиной 3...6 м. В процессе движения мала сдвигает гребни и глыбы, частично дробит, разминает их, заполняет почвой углубления. С этой же целью применяют также планировщики П-2,8А, ДЗ-6ОЗА, ППА-3,0.

8.4. Понятие о системе обработки почвы

Обработку почвы выполняют с помощью набора приемов как основной, так и поверхностной обработок с целью выполнения основных задач обработки, способствующих оптимизации почвенных режимов для возделываемых культур. Все приемы обработки объединены в системы. Под *системой обработки* почвы понимают совокупность научно обоснованных приемов обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности.

В зависимости от назначения, глубины воздействия и времени выполнения система обработок включает основную, предпосевную и послепосевную (по уходу за культурой) обработки. При прямом (нулевом) посеве основная и предпосевная обработки могут не проводиться.

Системой обработки почвы регулируют почвенные режимы (водный, воздушный, тепловой и питательный), фитосанитарное состояние, увеличивают мощность пахотного слоя, предупреждают эрозионные процессы, а в целом повышают плодородие почвы и уровень урожайности.

Система обработки почвы зависит от различных условий: типа почвы, уклона поля, климата, засоренности полей, состояния почвы, вида предшественника и биологических особенностей культуры.

8.4.1. Принципы построения системы обработки почвы

Разнообразие почвенно-климатических условий, проявление эрозии, неодинаковое фитосанитарное состояние почвы, различные требования возделываемых культур к её плодородию и другие факторы вызывают необходимость дифференциации систем обработки почвы в севооборотах с учетом этих факторов. В связи с этим при разработке системы обработки почвы в севооборотах необходимо руководствоваться следующими принципами.

1. Принцип почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности приемов обработки почвы. Он предусматривает экологическую оценку и выбор способов обработки почвы с высокой противоэрозионной эффективностью, уменьшение отрицательного влияния эрозии на почву и окружающую среду. Например, в степной зоне система обработки почвы должна основываться на плоскорезной обработке с сохранением до 80 % пожнивных растительных остатков на поверхности почвы и мульчированием соломой, что способствует сохранению воды в почве, предотвращает ветровую эрозию.

На склонах крутизной более 5° основную обработку проводят безотвальными орудиями или плоскорезами-глубококорыehlителями поперек склонов, щелевание, углубление пахотного слоя в целях уменьшения поверхностного стока и смыва почвы. Склоны круче 7° целесообразно залужать многолетними травами.

2. Принцип разноглубинности обработки почвы в севообороте. Согласно этому принципу планируется научно обоснованное чередование глубокой, мелкой и поверхностной обработок в соответствии с местным почвенно-климатическими условиями, биологическими особенностями культур севооборота, их отзывчивостью на глубину пахотного слоя. Культуры с глубокой корневой системой хорошо отзываются на глубокую обработку и лучше используют подпахотные слои почвы. Под эти культуры планируют глубокую обработку почвы с одновременным углублением пахотного слоя (горох, корнеплоды и другие пропашные культуры). Зерновые злаковые культуры обычного сплошного способа посева с мочковатой корневой системой (пшеница, рожь, ячмень, овес) слабо реагирует на глубину обработки почвы. Поэтому при размещении этих культур в севооборотах, особенно после пропашных, глубину основной обработки уменьшают до 10...12 см. При разноглубинной обработке периодически разрыхляются пахотный и подпахотный (плужная «подошва») слои почвы, эффективнее становится борьба с сорными растениями.

3. Принцип минимализации обработки почвы. В условиях современного земледелия широкое применение находят экономические энергосберегающие технологии, в основе которых лежит минимализация обработки почвы. Под *минимальной* понимают обработку почвы с научно обоснованным уменьшением числа обработок, их глубины и затрагиваемой ими площади поля; совмещением нескольких техно-

логических операций за один проход агрегата. К минимальной обработке относят и нулевую, т. е. посев культур в необработанную почву. Борьбу с сорными растениями проводят в таком случае при помощи гербицидов.

Минимальная обработка применяется с целью сокращения энергетических и трудовых затрат, защиты почвы от разрушения структуры и ветровой эрозии, замедления минерализации гумуса.

К отрицательным последствиям минимализации обработки почвы следует отнести увеличение засоренности полей, поражаемости растений вредителями и болезнями. Продолжительные поверхностная и мелкая обработки приводят к дифференциации плодородия в верхней и нижней частях пахотного слоя, накоплению гумуса и питательных веществ в обрабатываемом верхнем (0...10 см) слое почвы, обеднению азотом и чрезмерному уплотнению нижнего, необрабатываемого слоя.

Внедрение минимальной обработки почвы эффективно на плодородных почвах (черноземы, каштановые, серые, лесные), равновесная плотность которых близка к оптимальной для роста и развития зерновых культур (1,2...1,3 т/м³) при содержании воздуха более 15 % от объема почвы. Минимализация обработки эффективна при высоком уровне интенсификации земледелия, технической оснащенности комбинированными почвообрабатывающими посевными агрегатами, обеспеченности удобрениями и химическими средствами защиты растений.

Основными направлениями минимализации обработки почвы являются:

1. Сокращение числа и глубины основной, предпосевной и между-рядных обработок почвы, замена глубоких обработок поверхностными и мелкими с использованием широкозахватных орудий.
2. Совмещение нескольких технологических операций в одну (рыхление, внесение удобрений, выравнивание, посев и прикатывание после посева), на основе применения комбинированных агрегатов.
3. Использование гербицидов, а не механической обработки почвы в целях борьбы с сорными растениями.
4. Мульчирование почвы соломой, сидератами.
5. Залужение низкопродуктивных эродированных почв.

8.4.2. Системы обработки почв в севообороте

Отвальная система обработки почвы в севообороте осуществляется с помощью отвальных орудий с полным или частичным оборачиванием ее слоев.

Данная система подразделяется на две подсистемы: разноглубинную и минимальную. При разноглубинной подсистеме основная обработка почвы в зависимости от выращиваемой культуры и экологических условий может быть глубокой, обычной, мелкой и поверхностной, если они чередуются с более глубокими.

При минимальной подсистеме отвальной обработки ограничиваются применением поверхностной или мелкой обработки почвы. Более глубокие обработки используются в исключительных случаях.

Набор приемов в отвальной системе обработки разнообразен и включает в себя: вспашку (с использованием плуга, обеспечивающим оборачивание обрабатываемого слоя почвы не менее чем на 135°); культурную вспашку; дискование почвы; гребнистую вспашку (вспашка поперек склона с поделкой гребней плугом с одним удлиненным отвалом); двухъярусную вспашку трехъярусными плугами; боронование; фрезерование; прикатывание.

Отвальная разноглубинная обработка почвы в нашей стране получила наибольшее распространение в гумидных и орошаемых условиях. Но тенденции к её минимализации отчетливо проявляются и в этих регионах.

Мульчирующая система обработки почвы в севообороте представляет собой сочетание механической обработки почвы и оставление на ее поверхности измельченных растительных остатков. Она осуществляется с помощью безотвальных орудий, сохраняющих на поверхности почвы пожнивные остатки. Эта система разделяется на три подсистемы: глубокую, разноглубинную и минимальную.

Глубокая подсистема мульчирующей обработки почвы предполагает применение систематической глубокой (глубже 24 см) безотвальной обработки. Она применяется на солончаках, солонцах, солонцеватых и других уплотняющихся почвах, а также в сложных эрозионных ландшафтах для уменьшения поверхностного стока и предотвращения эрозии. Чаще всего она выполняется стойками СибИМЭ.

Разноглубинная подсистема обработки почвы предусматривает чередование мелкой и глубокой плоскорезных и других безотвальных обработок на различную глубину в зависимости от культуры в севообороте и состояния почвы.

Приемы обработки в этой системе первоначально включали в себя плоскорезную обработку культиватором-плоскорезом, глубокое рыхление культиватором-глубокорыхлителем, обработку штанговым противоэрозионным культиватором. В дальнейшем, по мере дифференциации данной системы обработки почвы, дополнительно появились чизелевание, обработка стойками СибИМЭ, обработка пара-плау, щелевание. Применение пара-плау особенно эффективно на плотных пересохших почвах, чизелей — на полях чистых от корнеотпрысковых сорняков, стоек СибИМЭ — на влажных почвах, склонах повышенной крутизны.

Культиватор разноглубинной обработки КРГ-8,6 (рис. 31) со сменными лапами. Для зяблевого рыхления на глубину до 16 см, первой и второй обработки пара и повторного послеуборочного рыхления на подпружиненных Сообразных стойках меньшего сечения, чем у культиваторов КПЭ, устанавливают лапы захватом 360 мм, для предпосевных обработок почвы под озимые и яровые, а также для первого

послеуборочного рыхления на 6—8 см — захватом 255 мм. Для послеуборочного рыхления полей с большим количеством соломы и высокой стерней, а также для дизельного рыхления на глубину до 25 см устанавливают долота шириной 80 мм. Культиватор также содержит подпружиненные кольчатые катки, установленные под углом к поперечной линии, что повышает качество выравнивания поверхности поля. Подпружинивание стоек лап способствует снижению их тягового сопротивления и улучшению самоочистки от нависающей растительности.

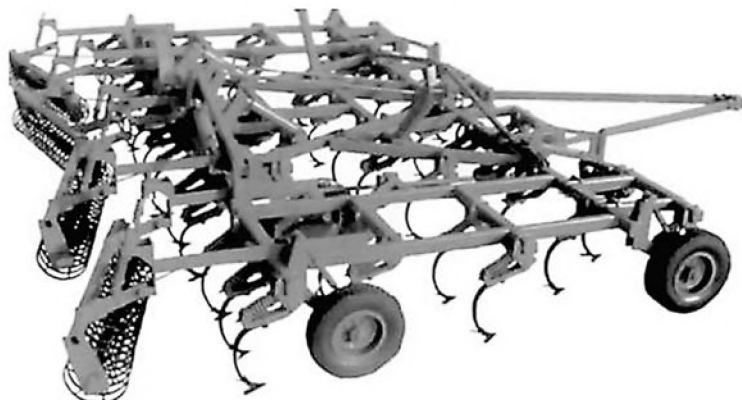


Рис. 31. Культиватор разноглубинной обработки КРГ-8,6

Минимальная подсистема мульчирующей обработки почвы базируется на мелкой плоскорезной обработке. Она нашла широкое распространение на легких по гранулометрическому составу почвах восточных районов страны.

В дисковом мульчировщике ДМ-3,2 (рис. 32) вырезные диски установлены в четыре ряда на пружинных С-образных стойках. Орудие не забивается на хорошо увлажненных полях с большим количеством пожнивных остатков крупнотелельных культур, может обрабатывать почву, засоренную небольшими камнями, устойчиво работает на плотных почвах.

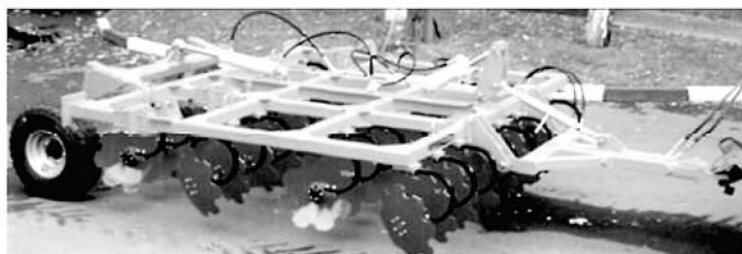


Рис. 32. Дисковый мульчировщик ДМ-3,2

Комбинированная система обработки почвы включает в себя множество вариантов, сочетающих отвальные обработки с безотвальными на различную глубину в соответствии с экологическими условиями и требованиями культур. Она включает в себя три подсистемы: глубокую, разноглубинную и минимальную. В данной системе используются все приемы, составляющие отвальную и мульчирующие системы обработки почвы.

Главным направлением совершенствования комбинированных систем обработки почвы в районах умеренного проявления эрозии или ее отсутствия, является сокращение глубины и частоты обработки и совмещение технологических операций.

Комбинированный навесной культиватор КНК-4 к тракторам тягового класса 3 содержит плоскорезные лапы, дисковые загортачи и трубчатый каток и за один проход подрезают сорняки, рыхлят, крошат и уплотняют почву, выравнивают микрорельеф поля (рис. 33).



Рис. 33. Комбинированный культиватор КНК-4

Нулевая система обработки почвы. При этой системе почва не подвергается механической обработке. Посев проводится специальными сеялками, приспособленными для прямого посева в почву, с сохранившейся на ее поверхности стерней.

Эта система имеет большие перспективы в засушливых районах юга нашей страны, подверженных ветровой эрозии и на легких по гранулометрическому составу почвах. Однако она требует повышенной обеспеченности агрохимическими ресурсами для устранения дефицита азота в почве, который при этом наблюдается, а также проведения более интенсивных мер борьбы с сорняками и другими вредными организмами.

Составной почвообрабатывающий посевной агрегат АПП-7,2 выполнен в виде сцепа комбинированного культиватора и двух сеялок СЗП-3,6А (рис. 34). Культиватор содержит сменные плоскорезные или

рыхлительные лапы, дисковые загортачи заднего ряда стоек лап и секции двухрядного спирального катка. Высокий клиренс рамы, прочные стойки лап позволяют использовать культиватор для рыхления заросшей залежи. Агрегат на глубину посева подрезает пласт с пожнивными остатками и сорной растительностью, крошит, качественно выравнивает и уплотняет разрыхленный слой, высевает семена и прикатывает посевы. Его почвообрабатывающая и посевная части могут использоваться раздельно.

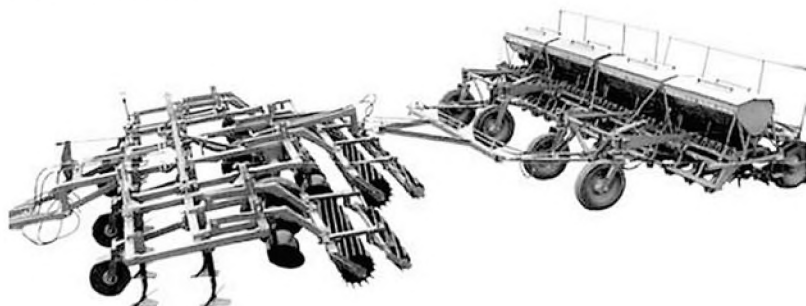


Рис. 34. Почвообрабатывающий посевной агрегат АПП-7,2

Гребне-грядовая система обработки почвы включает в себя нарезку гребней и (или) гряд. Применяется в условиях холодного и влажного климата, муссонного климата Дальнего Востока, а также в горных и предгорных районах Северного Кавказа (при выращивании картофеля).

Система обработки почвы должна быть разработана для каждой почвенно-географической зоны, провинции, подпровинции и более мелких подразделений. Для условий Дагестана, например, где выделены семь крупных подпровинций целесообразно иметь следующие системы и подсистемы обработки почвы (таб. 27).

27. Классификация системы обработки почвы по подпровинциям Дагестана (Гасанов Г. Н.)

Подпровинции	Условия влагообеспечения	Система обработки почвы	Подсистема
Терско-Сулакская	Неорошаемые	Мульчирующая	Разноглубинная
	Орошаемые	Комбинированная	Разноглубинная
Приморская	Неорошаемые	Мульчирующая	Разноглубинная
	Орошаемые	Комбинированная	Разноглубинная

Подпровин- ции	Условия влагообеспечения	Система обработки почвы	Подсистема
Терско-Куме- кая	Неорошаемые	Нулевая	Нет
	Орошаемые	Комбинированная	Разноглу- бинная
Предгорная	Засушливые	Мульчирующая	Разноглу- бинная
	Полузасушливые	Комбинированная	Разноглу- бинная
Среднегорная	Полувлажные (семи- гумидные)	Комбинированная	Разноглу- бинная
Речные долины	Орошаемые	Комбинированная	Разноглу- бинная

Для каждой из выращиваемых в севообороте культур с учетом приведенной классификации и предшественников должна быть разработана технология обработки почвы, где следует предусмотреть сроки, способы и глубины обработки почвы, последовательность выполнения различных приемов, указаны орудия, которые применяются для выполнения этих работ.

8.5. Обработка почвы под яровые культуры

Применяемые системы обработки почвы должны быть зональными и зависят от культуры, предшественника, плодородия почвы, степени засоренности поля сорняками и их биологических особенностей, условий развития эрозии, удобрений, наличия почвообрабатывающей техники и др.

Система обработки почвы под яровые культуры включает осеннюю (зяблевую), весеннюю предпосевную и послепосевную (уход за посевами культур) обработки. Обработку почвы осенью под посев яровых культур следующего года называют **зяблевой**. Она может включать один или несколько приемов, которые зависят от почвенно-климатических условий, предшественников и других факторов.

Система обработки почвы под яровые культуры включает, в зависимости от предшественника, обработку:

- после культур сплошного сева;
- после пропашных культур;
- после сеяных многолетних трав;
- после чистых и занятых паров.

Обработка почвы после однолетних культур сплошного сева.

После уборки однолетних культур (зерновые злаковые, зернобобовые и др.) на полях остаются осыпавшиеся семена и растущие сорные рас-

тения, которые служат местом зимовки вредителей и возбудителей болезней культурных растений. Почва бывает уплотненной, плохо впитывает воду, что увеличивает поверхностный сток.

Главная задача обработки почвы после уборки однолетних культур сплошного посева — уменьшить испарение воды, уничтожить растущие сорные растения, разрыхлить почву, заделать во влажный слой семена сорных растений.

В зависимости от местных условий зяблевая обработка будет различной. Наиболее распространены следующие ее разновидности:

- лущение стерни с последующей зяблевой вспашкой;
- полупаровая обработка, которая включает лущение, вспашку и последующую поверхностную обработку;
- зяблевая вспашка без предварительного лущения;
- мелкая или поверхностная обработка без вспашки;
- плоскорезная обработка;
- обработка с поделкой водозадерживающих препятствий.

В зонах с продолжительным теплым послеуборочным периодом с коэффициентом увлажнения $K \geq 1$ или при орошении, зяблевая обработка начинается с лущения, которое проводится сразу после уборки культур. При лущении подрезаются сорные растения, заделываются в почву семена сорных растений, которые быстрее прорастают и уничтожаются последующими обработками. Вместе с сорными растениями уничтожаются вредители и возбудители болезней сельскохозяйственных культур.

Глубина лущения зависит от типа засоренности полей, плотности и влажности почвы. Малолетние сорные растения уничтожаются лущением на глубину 5...8 см. Для лущения применяют дисковые лущильники ЛДГ-5А, ЛДГ-10А и др., а на тяжелых почвах — тяжелые дисковые бороны БДТ-7, БДТ-10. Направление лущения должно совпадать с направлением предыдущей вспашки. Поля, засоренные корневищными и особенно корнеотпрысковыми сорными растениями, лущат на глубину до 12...14 см лемешными лущильниками ППЛ-5, дисковым культиватором КД-6 и др., которые хорошо подрезают корни и органы вегетативного размножения сорных растений. При сильном засорении лущение проводят дважды (перекрестно). При сухой погоде лущение проводят в агрегате с катками.

Через две-три недели, при прорастании почек возобновления на отрезках корневищ и корневых отпрысков, проводят культурную зяблевую вспашку. При вспашке всходы сорных растений заделываются в почву на глубину 25...27 см, где они погибают. Перед вспашкой вносятся органические и минеральные удобрения, при необходимости химические мелиоранты. Чем раньше проводится зяблевая вспашка, тем больше накапливается в почве доступных для растений питательных веществ, полнее уничтожаются сорные растения. Если на вспаханной почве появляются сорные растения, то их уничтожают поверхностными обработками.

В регионах с коротким послеуборочным периодом вспашку проводят без предварительного лущения, так как оно здесь неэффективно.

Глубина летне-осенней вспашки зависит от типа почвы, мощности гумусового горизонта, от видового состава сорных растений и биологических особенностей культуры, под которую готовят почву. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах под яровые зерновые пахут на 16...18 см. При засорении полей многолетними сорными растениями глубину вспашки увеличивают до 20...22 см. Под пропашные культуры на черноземах и серых лесных почвах применяют глубокую вспашку на 28...30 см.

В степной зоне Западной Сибири, Нижнего Поволжья, при коэффициенте увлажнения < 1 , на почвах, подверженных водной и ветровой эрозии, вместо лущения проводят рыхление почвы игольчатыми бородами (БИГ-3А) или культиваторами-плоскорезами КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11 на глубину 10...12 см, которые подрезают сорные растения, оставляя стерню на поверхности почвы. При отрастании многолетних сорняков плоскорезную обработку повторяют. Осеннюю вспашку заменяют плоскорезной обработкой плоскорезами-глубококорыхлителями на 16...18 см. Такая плоскорезная обработка с сохранением стерни защищает почву от ветровой эрозии, уменьшает испарение воды, снижает минерализацию гумуса. Стерня зимой задерживает снег на полях.

Обработка почвы после пропашных культур. Большинство пропашных культур (сахарная и кормовая свекла, кукуруза, картофель, подсолнечник) убираются поздно и после их уборки поля находятся в относительно чистом от сорняков состоянии, а почва достаточно рыхлая. Поэтому вместо вспашки проводят осеннее лущение на 10...12 см или безотвальное рыхление, или плоскорезную обработку. На тяжелых почвах при засорении многолетними сорными растениями проводят безотвальное рыхление или вспашку плугами с предплужниками после предварительного дискования тяжелыми дисковыми бородами.

На легких почвах при проявлении эрозии основную обработку проводят плоскорезами на глубину 12...14 см, или БИГ-3А, БМШ-15, или оставляют поле необработанным до весны. На солонцовых почвах и склонах проводят глубокое плоскорезное рыхление на 25...27 см поперек склонов для увеличения водопроницаемости почвы. В зимний период проводят снегозадержание.

После пропашных высокостебельных растений (кукуруза, подсолнечник и др.) проводят вспашку, чтобы заделать остатки стеблей. Для заделки стерневых остатков кукурузы поле можно обработать дисковыми лущильниками во взаимно перпендикулярном направлении и немедленно вспахать на установленную глубину.

В засушливых условиях на почвах, чистых от сорняков, после уборки пропашных культур целесообразно использовать безотвальную обработку. Она позволяет сохранить больше влаги и защитить почву от эрозии.

При повторном возделывании пропашных культур на одном и том же поле необходимо применять более глубокую обработку, чем под колосовые культуры.

Во всех природных зонах ранние сроки зяблевой обработки почвы пропашных культур лучше, чем поздние.

Обработка почвы после сеяных многолетних трав. Почва после возделывания многолетних трав (люцерна, клевер, житняк, овсяница и др.) отличается по своим свойствам от почв из под зерновых колосовых и пропашных культур. Верхний слой почвы густо переплетен корнями, хорошо оструктурен, обладает повышенной связностью и сильно иссушен. Кроме того, многолетние травы, особенно третьего-четвертого года, при перезимовках часто изреживаются и засоряются многолетними сорняками, а дернина трав способна отрастать. Поэтому главной задачей обработки таких полей является разделка дернины и лишение ее жизнеспособности, а также создание благоприятных условий для ее разложения.

Наиболее полно и одновременно можно выполнить поставленные задачи при проведении культурной вспашки плугами с предплужниками. Верхний, наиболее связный слой почвы снимаются предплужником, и сбрасывается на дно борозды, а затем сверху насыпают рыхлый слой. При такой обработке вода и воздух свободно проникают в почву, что способствует хорошему разложению дернины.

После вспашки плугом с предплужником полей из-под люцерны часто наблюдается ее отрастание. Чтобы этого избежать, поля с очень плотной дерниной и засоренные многолетними сорняками необходимо перед вспашкой продисковать в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Высокое качество вспашки после многолетних трав возможно при глубине не менее 20 см, в противном случае перевернутая дернина не будет прикрыта достаточным слоем рыхлой почвы. Если почвенные условия не позволяют пахать на указанную глубину, то обработку пласта многолетних трав проводят плугом без предплужника, но с почвоуглубителем. При этом предварительно дискуют вдоль и поперек.

Сроки вспашки полей сеяных многолетних трав устанавливаются в зависимости от почвенных и климатических условий. Необходимо определить срок обработки почвы с таким расчетом, чтобы до наступления холодов началось разложение дернины. Иначе при полном разложении дернины за осенний период образовавшиеся доступные питательные вещества могут быть вымыты за пределы корнеобитаемого слоя. Отсюда следует, что там, где можно получить второй-третий укос трав, с обработкой можно повременить и начать ее вслед за вторым-третьим укосом.

После старовозрастных трав поля нужно пахать раньше, так как дернина разлагается медленно. Почвы легкого гранулометрического состава следует обрабатывать позднее, чем тяжелые, так как на легких почвах дернина разлагается быстрее.

Лучшее время для зяблевой вспашки полей, вышедших из-под многолетних трав, в северо-западных и южных областях — вторая половина сентября.

Обработка почвы на паровых полях. Под пары чаще всего оставляют поля после зерновых колосовых культур, льна, подсолнечника и др. Главные задачи обработки паров — уничтожение сорных растений, накопление влаги и доступных для растений питательных веществ, предупреждение развития эрозии почвы.

В условиях достаточного увлажнения и слабого проявления ветровой эрозии обработку черного пара начинают со вспашки по типу зяби после уборки предшественника с соблюдением вышеизложенной технологии основной обработки почвы после непропашных культур. Под вспашку вносятся органические и минеральные удобрения.

На следующий год в весенне-летний период парования проводят последовательно заглубляющиеся культивации для уничтожения сорных растений. Механические поверхностные обработки могут быть заменены применением гербицидов. В конце лета или в начале осени проводится глубокая безотвальная обработка парового поля.

Поле, оставленное под ранний пар, с осени не обрабатывается. Весной на таком поле проводится боронование, затем в том числе весной и лета — ряд культиваций по мере отрастания сорных растений, которые могут быть заменены обработкой гербицидами. В августе практикуется вспашка с заделкой органических и минеральных удобрений.

В открытой степи, при коэффициенте увлажнения < 1 и проявлении ветровой эрозии почвы, обработка паровых полей должна выполнять почвозащитные функции. Поле под черный пар после уборки предшественника обрабатывается игольчатой бороной с последующей плоскорезной обработкой на 12...14 см. При уборке зерновых культур солома измельчается и разбрасывается по полю. Весной следующего года проводится боронование БИГ-3А, затем обработки плоскорезами КПШ-5, КПШ-9 и др. Механические обработки можно заменить внесением гербицидов. Последняя плоскорезная обработка проводится осенью на глубину 16...18 см под зерновые культуры и на 25...27 см — под пропашные.

В агроландшафтах с проявлением водной эрозии, на склонах крутизной более 5...7° необходимо включение в севооборот занятых паров. В качестве парозанимающих культур применяются донник, озимую рожь на зеленый корм, рапс, горохоовсяные смеси и др. После парозанимающих культур почву обрабатывают в летне-осенний период по типу чистого пара. Такая обработка после рано убираемых культур называется полупаровой. В степной зоне вспашку заменяют плоскорезной обработкой на глубину 12...14 см. Последнюю обработку проводят осенью на глубину 16...18 см под яровые зерновые и на 25...27 см под пропашные культуры. Зимой практикуют снегозадержание.

8.6. Обработка почвы под озимые культуры

Озимые культуры (пшеница, ячмень, рожь, рапс и др.) в отличие от яровых высевают в конце лета или начале осени, а убирают летом следующего года. До наступления морозов они должны развить хорошую корневую систему, раскуститься, и накопить достаточное количество необходимых для перезимовки питательных веществ. Такая биологическая особенность озимых культур определяет основные задачи обработки почвы: сохранение и создание условий для накопления влаги и доступных питательных веществ в почве ко времени посева озимых, создание необходимых условий для заделки семян и перезимовки растений.

Большое влияние на формирование благоприятных условий для роста озимых культур в осенний период оказывают их предшественники. Предшественники для озимых культур можно объединить в две группы: пары и непаровые предшественники.

В качестве непаровых предшественников озимых культур широко используют многолетние травы, зернобобовые, кукурузу на силос, подсолнечник, озимые и др.

Обработка почвы в чистых парах. Обработку чистых паров подразделяют на летне-осеннюю и весенне-летнюю.

Летне-осенняя обработка начинается после уборки предшественника и проводится так же, как и зяблевая под яровые культуры.

Весенне-летняя обработка почвы проводится послойно для очищения пахотного слоя от семян и вегетативных зачатков сорняков. Сущность такой обработки состоит в том, что каждый последующий прием проводят на разную глубину, создавая условия для прорастания сорняков. Кроме того, при весенне-летней обработке почвы необходимо максимально сохранить влагу, накопленную за осень и зиму.

В зоне недостаточного увлажнения первую обработку пара начинают с раннего боронования с целью закрытия влаги. Последующую обработку почвы проводят безотвальными орудиями — культиваторами со стрельчатыми лапами, плоскорезами, штанговыми культиваторами, лемешными лушильниками со снятыми отвалами и др. Хорошие результаты дает сочетание послойной обработки с поверхностной.

При массовом появлении проростков сорняков после покровного боронования проводят обработку почвы плоскорезами или лушильниками со снятыми отвалами на глубину 14 см. С появлением новых всходов обработку повторяют с уменьшением глубины на 2...4 см. В условиях засушливой погоды после каждой обработки проводят прикатывание, которое способствует уменьшению глыбистости, выравниванию поверхности почвы, снижению испарения влаги.

В оставшийся период до посева озимых для обработки почвы применяют 2...3 культивации по мере прорастания сорняков и уплотнения почвы на глубину посева семян. На полях, засоренных корневищными

сорняками, вместо культивации применяют лущение дисковыми орудиями.

Во влажные годы обработку чистого пара надо проводить глубже и чаще. В засушливые годы, когда влаги в почве меньше и сорняки появляются медленно, число и глубину весенне-летних обработок необходимо сократить. Промежутки времени между обработками должны быть достаточными для прорастания семян, сорняков и отрастания проростков из вегетативных органов размножения.

Основную вспашку раннего пара проводят рано весной, но не позднее мая. В одном агрегате с плугом должна работать борона. При таком способе обработки достигаются хорошее крошение и выравнивание пашни. Если полного выравнивания поверхности почвы не произошло, необходимо провести дополнительное боронование.

Дальнейший уход за ранним паром в засушливой зоне состоит в послепахотном прикатывании и культивации по мере появления сорняков. Кроме культиваций и прикатывания после выпадения осадков для разрушения почвенной корки следует проводить боронование.

На полях раннего пара, засоренного пыреем, предпахотное дискование проводить не следует; необходимо дожидаться появления первых побегов в виде шилец и вспахать почву плугами с предплужниками на полную глубину пахотного слоя.

Обработка почвы в занятых парах. В занятых парах возделывают растения, которые рано освобождают поле для обработки почвы и создают благоприятные условия для посева озимых культур. В занятых парах возделывают культуры сплошного сева (бобово-мятликовые смеси, зернобобовые, озимый рапс, однолетние и многолетние травы на сено, зеленый корм или силос и др.), а также пропашные культуры (картофель ранний, кукурузу на зеленый корм или силос и др.).

Обработка почвы в занятых парах может делиться на два периода: первый — от уборки предшественника до посева парозанимающей культуры, второй — после уборки парозанимающей культуры до посева озимых.

Обработка почвы под парозанимающую культуру такая же, как под яровые культуры.

Выбор приема обработки почвы после уборки парозанимающей культуры определяется засоренностью поля, увлажнением почвы и продолжительностью периода от уборки предшественника до посева озимых культур.

Под парозанимающие культуры основную обработку желательно проводить глубоко, чтобы озимые могли использовать последствие глубокой вспашки. Предпосевную обработку осуществляют в более ранние сроки, чтобы создать предпосылки для ранней уборки парозанимающей культуры.

Обработка почвы после уборки парозанимающих культур зависит от продолжительности послеуборочного периода, погодных условий, характера и степени засоренности.

Пар занятый культурами сплошного сева выполняет почвозащитные функции и обогащает почву растительными остатками.

После уборки парозанимающих культур сплошного посева на почвах с достаточной влажностью проводят сразу вспашку на глубину пахотного слоя с боронованием и последующими 1...2 культивациями. Если пахотный слой оказался пересохшим, поле обрабатывают луцильниками, так как при вспашке такой почвы образуются большие глыбы, способствующие дальнейшему ее иссушению и слабому оседанию ко времени посева озимых.

Нецелесообразна вспашка даже хорошо увлажненной почвы при запаздывании с уборкой парозанимающих культур. В этом случае семена сорняков из выворачиваемого слоя не успевают прорости ко времени предпосевной обработки и будут засорять озимые. Кроме того, почва не успевает осесть до посева озимых и накопить достаточно влаги, что приводит к снижению урожая.

При ранней вспашке или лущении с появлением всходов сорняков проводят дополнительное лушение и предпосевную культивацию. При сухой погоде одновременно с лущением поле прикатывают.

После уборки трав на сено или зеленый корм проводят вспашку с боронованием, а если пахотный слой пересох, поле предварительно лушат. Перед посевом применяют культивации на глубину заделки семян озимых культур. Предпахотное лушение рекомендуют при обработке трав с плотной и связной дерниной, сильной засоренностью многолетними сорняками.

При обработке пара, занятого пропашными культурами, под последние осуществляют глубокую зяблевую вспашку плугами с предплужниками или глубокое чизелевание, или глубокое безотвальное рыхление почвы.

Паровые поля, занятые пропашными культурами, характеризуются более рыхлым строением почвы, меньшей засоренностью и коротким послеуборочным периодом. Это позволяет при подготовке почвы к посеву озимых культур ограничиться поверхностной обработкой — лущением с одновременным боронованием. При наличии на поле многолетних сорняков и растительных остатков необходимо провести вспашку с боронованием с последующим прикатыванием.

В южных районах страны после кукурузы и подсолнечника обработку почвы проводят перекрестно дисковой тяжелой бороной, а в сухую погоду одновременно прикатывают.

Мелкая обработка паров, занятых пропашными культурами, более эффективна по сравнению со вспашкой. Например, вспашка черноземных почв в степной и лесостепной зонах часто приводит к образованию глыбистой поверхности. Глыбистая почва плохо оседает, требуются большие затраты на дополнительные обработки. Такая почва отрицательно влияет на всхожесть семян. Всходы озимых культур получаются неравномерными, сильно изреженными, что ухудшает их перезимовку.

При замене вспашки мелкой обработкой экономится до 13 кг/га дизельного топлива и повышается урожайность озимой пшеницы на 10...15 %. При этом сокращается время подготовки почвы и появляется возможность посева озимых в оптимальные сроки.

Обработка сидеральных паров. Занятой пар, засеваемый бобовыми культурами для заделки их в почву на зеленое удобрение, называется сидеральным паром. В качестве сидеральных культур выращивают однолетних и многолетних люпин, сераделлу, донник и ряд других культур.

Положительное действие бобовых сидератов на урожайность озимых и последующих культур севооборота и плодородие почвы проявляется только при запахивании большой массы растений.

Для сидерального пара на песчаных и супесчаных почвах надежной культурой является люпин. Под люпин, на незасоренных многолетними сорняками полях, проводят одно лущение с целью уничтожения пожнивных сорняков. Вспашку с одновременным боронованием осуществляют рано весной, так как при осенней вспашке на легких почвах может усиливаться вымывание питательных веществ. Однако при наличии многолетних сорняков после лущения почву следует глубоко вспашать во время появления проростков сорной растительности.

Растительную массу люпина запахивают во время образования сизых бобиков плугами с дисковыми ножами, установленными перед каждым корпусом. Для лучшей заделки вегетативную массу перед вспашкой следует прикатать или скосить. Через 2...3 недели после заделки люпина поле дискуют, а за 3...4 недели до посева озимых проводят перепашку пара. Если растительная масса ко времени перепашки плохо разложилась, ее заменяют глубоким рыхлением. Недостаточно осевшую почву прикатывают, а перед посевом озимых проводят культивацию на глубину заделки семян.

Запаханная зеленая масса бобовых растений быстро разлагается и обогащает почву доступными для растений озимых культур питательными веществами.

Обработка почвы после непаровых предшественников должна быть строго дифференцирована в зависимости от предшественника, почвенных и погодных условий, засоренности.

После колосовых культур на юге европейской части страны проводят полупаровую обработку почвы. При достаточной влажности применяют мягкую вспашку, а затем по мере прорастания сорняков поле 2...3 раза культивируют. Если почва за период вегетации предшествующей культуры потеряла много влаги, то вслед за уборкой проводят лущение и после этого пашут. До посева озимых поле культивируют с одновременным боронованием и прикатыванием.

В лесостепной и степной зонах широкое распространение получает полупаровая обработка с применением плоскорезающих орудий. При этом оставление стерни на поверхности препятствует эрозии почвы,

задерживает на полях снег и повышает влагообеспеченность озимых культур. Посев озимых производят стерневыми сеялками.

После уборки кукурузы и подсолнечника при низком содержании влаги в почве вместо вспашки применяют лущение на глубину 8...10 или 10...12 см с прикатыванием и боронованием.

В районах Северного Кавказа, после кукурузы поле обрабатывают тяжелыми дисковыми боронами на глубину 8...10 см вдоль и поперек. Перед посевом озимых почву культивируют на глубину заделки семян. В засушливые годы одновременно со вторым лущением применяют прикатывание почвы.

8.7. Предпосевная и послепосевная обработка почвы

Предпосевная обработка — обработка почвы, выполняется перед посевом или посадкой сельскохозяйственных культур. Она выполняет следующие задачи:

1. Уничтожить всходы и проростки семян сорных растений.
2. Создать слой почвы необходимой рыхлости и выровненности для уменьшения испарения воды, усиления микробиологической активности, оптимизации воздушного, теплового и пищевого режимов почвы для получения дружных всходов культурных растений.
3. Создать оптимальное по глубине, плотности и влажности посевное ложе.
4. Выровнять поверхность почвы для качественного проведения последующих полевых работ: ухода за посевами и уборки урожая.

Основные приемы предпосевной обработки — ранневесеннее боронование, культивация, лущение и прикатывание.

Главная задача ранневесеннего боронования — сохранение влаги, снижение испарения, достигаемые при выравнивании поверхности почвы. Весной после таяния снега происходит интенсивное испарение воды по капиллярам почвы. Боронованием разрыхляют поверхностный слой, что значительно снижает испарение воды. На полях, обработанных способом, ранневесеннее боронование проводят зубowymi боронами БЗТ-1, БЗС-1. После плоскорезной обработки применяют игольчатые бороны БИГ-ЗА или бороны-мотыги БМШ-15. Боронование начинают выборочно по мере наступления физической спелости почвы на различных элементах рельефа, в зависимости от экспозиции склонов. Заканчивают боронование за 1...2 дня. Направление боронования должно идти поперек направления зяблевой вспашки или по диагонали поля. Лучше рыхление почвы происходит при ранневесеннем бороновании в два следа.

После ранневесеннего боронования проводится культивация с целью уничтожения сорных растений и подготовки оптимальных условий для посева культур. На вспаханных полях почву культивируют при помощи КПС-4А, КШУ-6 в агрегате с боронами, в сухую погоду — с катками.

После плоскорезной основной обработки для культивации используют КПШ-5, КПШ-9, КПЭ-3,8 и др. Культивация выполняется на глубину посева семян или немного глубже.

Предпосевную культивацию можно совмещать с посевом комбинированными почвообрабатывающими посевами агрегатами: КА-7,2 (фреза-сеялка); АКПП-3,6 (культиваторсеялка); ППК-7,2; ППК-8 или стерневыми сеялками.

При подготовке почвы под поздновысеваемые культуры (просо, гречиха, кукуруза, подсолнечник) после ранневесеннего боронования проводят две культивации с одновременным боронованием, а в сухую погоду с прикатыванием. Вторая культивация проводится при появлении всходов сорных растений перед посевом культуры.

Прикатывание почвы необходимо особенно перед посевом мелкосемянных культур, оно может проводиться в агрегате с культиватором.

Предпосевная обработка полей, вспаханных с осени после многолетних трав, проводится тяжелыми дисковыми боронами в агрегате с зубowymi боронами.

Лучшее качество рыхления, перемешивания почвы с удобрениями и полное уничтожение всходов сорных растений обеспечивают комбинированные почвообрабатывающие агрегаты РВК-3,6, КФГ-3,6, ПАВ-6 и др.

Послепосевная обработка почвы — обработка почвы, проводимая после посева или посадки сельскохозяйственных культур.

В период от посева до уборки урожая проводится механическая обработка почвы для создания благоприятных условий прорастания семян, появления дружных, полных всходов и борьбы с сорными растениями.

Приемы обработки почвы до всходов — прикатывание и боронование. Прикатывание проводят при посеве комбинированными агрегатами или сразу после посева как самостоятельный прием для улучшения контакта семян с твердой фазой почвы в сухую погоду. Уплотнение верхнего рыхлого слоя почвы улучшает подток воды к семенам, ускоряет появление всходов. Если почва влажная, особенно после дождя, то прикатывание проводить не следует, чтобы при высыхании на поверхности почвы не образовалась корка.

Боронование до всходов культур проводят для уничтожения проростков сорных растений, разрушения почвенной корки, которая затрудняет появление всходов растений. Корка образуется после дождей при подсыхании бесструктурных и солонцеватых почв. Разрушение этой корки проводят легкими зубowymi или сетчатыми боронами, легкими ротационными мотыгами на посевах зерновых злаковых культур до появления всходов в виде шилец, а на посевах свеклы — до появления проростков семян длиной 1 см. При бороновании уничтожаются проростки семян сорных растений. При возделывании культур с продолжительным периодом от посева до появления всходов (картофель, кукуруза, подсолнечник и др.) боронование проводят 2...3 раза, уничтожая 70...80 % всходов сорных растений.

Боронование проводят и после всходов на посевах свеклы в фазе первой пары настоящих листьев, на посевах кукурузы — в фазе 3...4 листьев на малой скорости 4...5 км/ч поперек рядков.

Междурядную обработку культур широкорядного способа посева проводят для рыхления почвы, уничтожения сорных растений, внесения подкормки. Междурядные культивации проводят по мере появления всходов сорных растений. Первую обработку на глубину 4...5 см проводят при обозначении рядков всходов пропашных культур с оставлением около рядков защитной зоны шириной 10...12 см. Для рыхления почвы и уничтожения сорных растений в защитной зоне на культиваторы устанавливают пропашные боронки.

При необходимости глубокого рыхления почвы устанавливают долотообразные или стрелчатые лапы, а для внесения удобрений — подкормочные ножи. При повторных культивациях защитную зону увеличивают до 15...20 см. Глубину второй культивации увеличивают до 8...10 см, а всех последующих — уменьшают до 6...8 и 4...5 см, чтобы не повреждать корневую систему растений и не иссушать почву. Количество междурядных обработок зависит от засоренности полей и уплотненности почвы. Механические приемы обработки можно сократить, если применять гербициды для уничтожения сорных растений.

Для окучивания картофеля, капусты, томатов на культиваторы устанавливают лапы с отвалами — окучники, которые присыпают нижние части стеблей рыхлой почвой. Сущность его заключается в присыпании рыхлой влажной почвы к основанию стеблей растений; одновременно подрезаются подземные органы размножения многолетних сорняков в междурядьях. В условиях избыточного увлажнения и при орошении окучивание устраняет переувлажнение почвы, обеспечивает хорошую аэрацию и прогревание почвы, что способствует большему накоплению доступных питательных веществ. У картофеля из окученных стеблей отрастают новые побеги — столоны, что повышает урожай клубней. У томатов при окучивании стимулируется образование придаточных корней, как следствие — улучшается питание растений. В засушливые годы окучивание не проводят, так как в сухой почве не образуются побеги и придаточные корни, а рыхление почвы сопровождается большими потерями воды на испарение. Количество окучиваний и время их проведения зависят от биологических особенностей культуры, высоты растений и погодных условий. Чаще всего осуществляют 1...2 окучивания после дождя или полива при высоте растений 15...20 см с одновременным рыхлением почвы. Последнее окучивание проводят до смыкания ботвы в рядках. Выполняют его пропашными культиваторами КОН-2,8ПМ, КОН-2,8П, УСМК-5,4 и другими, оборудованными рыхлительными лапами и окучниками.

При уходе за посевами озимых культур и многолетних трав, особенно на склонах, проводят щелевание для увеличения водопроницаемости почвы, предотвращения поверхностного стока и смыва почвы. На посевах многолетних трав щелевание проводят после последнего

укоса, а озимых культур — поздней осенью. Щели прорезают на глубину до 40...50 см с расстоянием между ними 70...140 см. В этих целях используют щелеватель ЩН-2-140.

8.8. Особенности обработки почвы при орошении

Система обработки почвы в условиях орошения имеет свои особенности и зависит от культуры севооборота, способа орошения, степени засоренности полей и других условий.

Орошение создает благоприятные условия для обеспечения растений водой, усиливает биологическую активность почвы и активизирует процесс поглощения веществ, тем самым повышая урожайность сельскохозяйственных культур. Но орошение сопровождается частую и отрицательным влиянием на почву. При орошении возможно вымывание почвенных коллоидов, растворимых солей кальция и магния в глубокие горизонты почвы, что ведет к разрушению структуры, уплотнению пахотного горизонта и образованию корки на поверхности почвы. Уменьшается общая и некапиллярная пористость, ухудшается аэрация.

При неправильной планировке орошаемых полей, нарушении режима орошения возможно вторичное засоление почв, возникновение водной эрозии, загрязнение водоемов удобрениями, ядохимикатами. Орошению сопутствует повышенная засоренность полей. Поэтому обработка почвы в условиях орошения имеет свои особенности.

В условиях орошения основными задачами обработки почвы являются:

1. Поддержание хорошего структурного состояния почвы и оптимального строения пахотного слоя.
2. Тщательная планировка полей, подготовка к предполагаемому способу орошения.
3. Эффективные меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.
4. Периодическое разрушение почвенной корки.

При поливе происходит уплотнение почвы, вследствие чего уменьшаются водо- и воздухопроницаемость, биологическая активность почвы. Кроме того, на распыленных почвах часто образуется почвенная корка, препятствующая прорастанию семян и затрудняющая нормальный рост растений. В этом случае необходимо применение рыхлящих почвообрабатывающих орудий. Это первая особенность обработки орошаемых земель.

Второй особенностью обработки почв в условиях орошения являются выравнивание поверхности почвы и придание ей нужного уклона путем проведения планировочных работ. При этом исключается застой воды и переувлажнение почвы в понижениях; одновременно наступает физическая спелость почвы для обработки и посева. Планировка пред-

упреждает вторичное засоление и заболачивание орошаемых земель, развитие водной эрозии. Выровненная поверхность поля позволяет автоматизировать полив, повысить производительность почвообрабатывающих, дождевальных и других агрегатов и главное — качество выполняемых полевых работ.

Планировка бывает основная, ремонтная и эксплуатационная.

Основную (капитальную) планировку проводят при устройстве орошаемых земель по специальным проектам. При поливе затоплением на рисовых полях (картах) необходима горизонтальная планировка с малым уклоном (до 0,002), а при поливе по бороздам и полосам применяют планировку под наклонную поверхность с большим уклоном полей.

Ремонтную планировку проводят на площадях с сильно деформированной поверхностью поля под действием орошения, оседания, размыва почвы или движения тяжелых машин и агрегатов.

Для предварительного выравнивания (срезки) возвышений, засыпки понижений используют бульдозеры, грейдеры. Окончательное выравнивание поверхности предварительно вспаханной почвы выполняют с помощью длиннобазовых ковшовых планировщиков П-5, ПА-3, Д-719.

Эксплуатационную планировку поверхности поля проводят ежегодно при подготовке его к поливу или после вспашки перед посевом сельскохозяйственных культур. При выравнивании устраняются развальные борозды, свальные гребни, промоины и другие неровности, образуемые при обработке почвы или движении тяжелой техники. Хорошее выравнивание поверхности почвы перед посевом с одновременным рыхлением и мульчированием обеспечивают отвальные выравниватели ВПШ-15, ВП-8А, ВПН-5,6 и другие при движении агрегатов под углом к направлению вспашки.

Основная обработка почвы при орошении зависит от влажности почвы, засоренности поля, способа орошения и вида полива (предпахотный, влагозарядковый и др.).

При зяблевой обработке недостаток в почве восполняется предпахотным поливом, в результате которого пересохшая почва приобретает физическую спелость, а для семян сорных растений создаются хорошие условия для прорастания. Для этого полива целесообразно сохранить имеющуюся поливную сеть, не проводя предпахотного лущения. При отсутствии поливной сети ее создают перед поливом по взлущенному полю.

В условиях орошения применяют глубокую вспашку, которую проводят в зависимости от мощности гумусового слоя или с выворачиванием или с рыхлением подпахотного слоя. Глубокая вспашка без выноса подпахотного слоя на поверхность полезна на луговых и лугово-болотных почвах, солонцах, которые содержат в нижнем горизонте вредные соли натрия, железа, алюминия.

На почвах тяжелого гранулометрического состава глубокую вспашку необходимо проводить чаще, чем на легких, с изменением глубины для предупреждения образования плужной подошвы.

Для проведения влагозарядковых поливов одновременно со вспашкой делают валики или борозды. Валики создают при помощи плуга с удлиненными отвалами, а борозды могут быть поделаны при удлинении второго и четвертого отвалов у четырехкорпусного плуга или при вспашке обычным плугом со специальными бороздоделателями. Пашут и нарезают борозды вдоль склона, а затем в поперечном направлении нарезают выводные борозды через 150...400 м одна от другой в зависимости от крутизны склона.

После полива валики и борозды выравнивают при проведении лущения на чистых от сорняков полях или при помощи культивации с предварительным боронованием на засоренных сорняками почвах.

На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, осуществляют двукратное лущение стерни: первое на глубину 6...8 см при уборке зерновых, второе — на 10...12 см при массовом появлении всходов сорняков. При вторичном отрастании сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками и боронование. При засорении поля малолетними сорняками ограничиваются одним лущением на меньшую глубину.

Для борьбы с сорняками применяют провокационные поливы. Их проводят после уборки сельскохозяйственных культур с целью создания благоприятных условий для прорастания семян сорняков. После массового появления всходов сорных растений их уничтожают обработкой. Провокационные поливы можно применять в предпосевной период или в другое время.

Предпосевная обработка почвы на поливных землях должна проводиться с особой тщательностью, чтобы придать поверхности поля мелкокомковатую структуру и выровнять его, уничтожить сорные растения. Под культуры ранних сроков посева ранневесеннее боронование заменяют культивацией при наступлении физической спелости почвы. Поверхность почвы выравнивают комбинированными агрегатами ВРН-5,6, ВП-8А и др.

Под культуры поздних сроков посева проводят две культивации с боронованием: первую — на глубину 10...12 см, вторую — на глубину посева семян. Для лучшего выравнивания поверхности почвы культивации нужно проводить поперек или под углом к направлению вспашки.

Глубина культиваций зависит от способа полива и степени уплотненности почвы. На сильно уплотненных почвах с применением влагозарядковых поливов необходимо глубокое безотвальное рыхление чизель-культиваторами. При полосном орошении культур сплошного посева предпосевную культивацию углубляют на 3...4 см против обычной глубины, так как валикоделатель, идущий впереди сеялки, снимает верхний слой почвы и формирует валик. Глубокая предпосевная культивация необходима и при орошении по бороздам.

Послепосевная обработка почвы при орошении необходима для устранения почвенной корки и поддержание поверхности почвы в рыхлом и чистом от сорняков состоянии. С этой целью проводят довско-

довое и послеवсходовое боронования легкими зубowymi, сетчатыми боронами или ротационными мотыгами. Чтобы не повредить растения, боронование по всходам осуществляют во второй половине дня, когда у растений ослаблен тургор.

Посевы люцерны первого года жизни боронуют после укусов зубowymi или игольчатыми боронами, а посевы прошлых лет при сильном засорении рыхлят культиваторами с долотообразными рабочими органами или используют пружинные бороны. На склоновых землях эффективно щелевание посевов на глубину 35...40 см.

Междурядья пропашных культур после полива рыхлят при наступлении физической спелости почвы. Глубину первых рыхлений увеличивают по сравнению с неорошаемыми участками, что связано с уплотнением орошаемой почвы.

Для проведения вегетационных поливов на посевах пропашных культур одновременно с междурядной культивацией нарезают поливные, выводные борозды и временные оросители. Количество междурядных рыхлений зависит от засоренности посевов, числа поливов, уплотнения почвы и погодных условий.

8.9. Контроль качества приемов обработки почвы

Уровень и стабилизация урожайности сельскохозяйственных культур в значительной степени зависят от качества выполнения полевых работ, и в первую очередь от технического состояния почвообрабатывающих машин и орудий и правильной их регулировки, от основной и предпосевной обработок, качества к подготовленной к посеву (посадке) почвы.

Под *качеством обработки* почвы понимают совокупность показателей, характеризующих соответствие состояния почвы после ее обработки агротехническим требованиям.

К общим показателям качества проведения полевых работ относятся: срок выполнения, наличие огрехов, глубина и ее равномерность.

Соблюдение *срока выполнения работ* — это обязательное требование при оценке всех видов полевых работ. Отклонение от оптимального срока при обработке почвы приводит к потере влаги, увеличению энергетических и трудовых затрат на доведение ее до необходимого состояния, к задержке с выполнением других полевых работ, увеличению засоренности, а также к изменению внутренних свойств почвы.

Наличие огрехов (невспаханных, непрокультивированных мест и др.) — показатель плохой работы. Они способствуют увеличению засоренности полей, затрудняют выполнение последующих работ, увеличивают пестроту почвенного плодородия.

Глубина выполнения работ и ее равномерность оказывают большое влияние на плодородие почвы (мощность пахотного слоя и его структуру, фитосанитарное состояние, активность биологических процессов,

наличие усвояемых питательных веществ), водно-воздушный и тепловой режимы.

Наряду с общими показателями качества каждому приему обработки почвы, посеву и уходу за культурами присущи свои, которые определяются стоящими перед ними задачами.

К показателям качества лущения жнивья относятся: полнота заделки семян и подрезания вегетирующих сорняков; обработка контрольных и разворотных полос; соблюдение направления обработки пашни, прямолинейность движения агрегата.

При проведении основной культурной вспашки показателями качества являются: полный оборот пласта, его крошение и рыхление; выровненность поверхности пашни и отсутствие глыбистости; заделка пожнивных остатков, дернины многолетних трав, семян и вегетирующих сорняков, органических и минеральных удобрений. Требуются также соблюдение прямолинейности движения агрегата, наличие контрольных и разворотных полос и последующая их распашка.

Качество плоскорезной обработки оценивают по сохранению стерни, подрезанию сорняков, соблюдению стыковых перекрытий в смежных проходах агрегата, прямолинейности.

Боронование следует проводить под углом к направлению вспашки, что способствует лучшему рыхлению и крошению почвы. После боронования верхний слой почвы должен быть рыхлым и не иметь крупных глыб, комьев, гребней и борозд. Боронование почвы с повышенной влажностью приводит к замазыванию и образованию корки, с пониженной — делает поверхность почвы глыбистой. Следовательно, качественными показателями боронования будут выровненность поверхности пашни, отсутствие глыб, соблюдение направления обработки пашни, прямолинейность движения агрегата, заделка концов поля.

При проведении культивации необходимо обращать внимание на степень крошения и отсутствие глыб, полноту подрезания сорняков, выровненность пашни; соблюдение направления обработки пашни (первую культивацию проводят поперек направления основной вспашки, последующие — перпендикулярно первой); прямолинейность движения агрегата; заделку следов колес и гусениц трактора; обработку контрольных и разворотных полос.

Качественные показатели междурядной обработки: полное подрезание сорняков в междурядьях, отсутствие подрезания и заваливания рядков культурных растений.

Контроль за качеством полевых работ осуществляют глазомерно по 3-х или 5-ти бальной системе, а также с использованием простейших приборов и оборудования (бороздомера, профилемера, квадратной метровой рамки, бура Калентьева, линейки с делением, трости агронома и др.)

В производственных условиях работу оценивают на «хорошо» если она выполнена в срок с точным соблюдением всех агротехнических требований.

Удовлетворительной считают работу, выполненную в срок, с соблюдением основных агротехнических требований, но при этом отдельные показатели качества незначительно выходят за пределы допустимых отклонений и не оказывают существенного влияния на снижение урожайности.

Плохой считают работу, выполненную с грубым нарушением агротехнических сроков, что влечет сильное снижение урожайности.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что понимают под системой обработки почвы в севообороте? 2. Какое влияние оказывает система обработки почвы на экологическую среду? 3. На каких методологических принципах строится система обработки почвы в севообороте? 4. Каковы особенности мульчирующей обработки почвы и в каких зонах ее проводят? 5. Какие требования предъявляют к обработке почвы в районах проявления ветровой, водной эрозии? 6. Под какие культуры и какими орудиями проводят углубление пахотного слоя? 7. Каковы условия минимализации обработки почвы под яровые культуры? 8. Каковы технологии минимализации обработки почвы под яровые культуры? 9. Назовите особенности обработки почвы в условиях орошения.

Глава 9

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ОТ ЭРОЗИИ

9.1. Эрозия, ее виды и условия проявления

Слово *эрозия* происходит от латинского *erosia* — разъедание, разрушение. Различают эрозию нормальную или естественную (геологическую) и современную или ускоренную.

Естественная эрозия возникает на поверхности почвы под влиянием природных факторов и процесс этот протекает медленно, незаметно. Этот вид эрозии не приносит большого вреда, так как почва в естественных условиях скреплена корневой системой и остатками растений, что защищает ее от разрушения.

Современная эрозия почв связана с хозяйственной деятельностью человека. Распашка земель, вырубка лесов, интенсивный выпас скота и другие причины способствуют интенсивному разрушению почвенного покрова водой или ветром. В России ежегодно приrost эродированных площадей достигает 1,5 млн га, а приrost оврагов — до 100 тыс. га.

По данным Госкомзема России, из 221 млн га сельхозугодий эрозионно опасные и подверженные водной и ветровой эрозии сельскохозяйственные угодья занимают более 117 млн га (52,9 %), в том числе эродированные — 51 млн га, из них пашня соответственно 84,8 и 35,1 млн га, пастбища — 28,7 и 14,4 млн га.

При этом процесс разрушения почвы превышает темпы почвообразования. Эрозия возникает и развивается, когда почва незащищена или слабо защищена посевами сельскохозяйственных культур от воздействия ветра, капель дождя, ливневых струй, талых и оросительных вод. В зависимости от факторов, обуславливающих ее развитие, выделяют два типа эрозии — водную и ветровую.

Водная эрозия проявляется на склонах более 1° и даже при уклоне 0,3...0,5° при стоке талых и дождевых вод. По форме проявления различают поверхностную (плоскостную) эрозию или смыв почвы, и овражную или размыв почвы.

Поверхностная эрозия малозаметна и поэтому очень опасна. Она наблюдается на выровненных склонах, характеризующихся равномерным распределением стока, и приводит к равномерному по территории смыву почвы. Обычно поверхностный смыв почвы происходит в виде

струйчатых или ручейковых размывов, которые при очередной обработке заравниваются и засыпаются. Подсчитано, что с холмов ежегодно смывается слой почвы толщиной 2 мм, примерно 50 т/га. На образование же слоя почвы 2...3 см требуется 200...400 лет. В зависимости от мощности смытого слоя выделяют почвы слабо-, средне- и сильно-носмытые. При потере почвами 3...6 т/га в год их считают слабосмытыми, при потере 6...12 т/га — среднесмытыми, а при сносе мелкозема в количестве, превышающем 12 т/га в год — сильно-смытыми.

Овражная — эрозия, когда размывы достигают глубины более 1 м и при их наличии поля сплошной сельскохозяйственной обработке не поддаются. Процесс линейного разрушения почвы и грунтов происходит энергией движущейся воды, образовавшейся в результате выпадения ливневых дождей или бурного снеготаяния. Однако количество смытой почвы при этом обычно больше, чем при снеготаянии и достигает 10...100 т/га. В большинстве случаев овражная эрозия следует за поверхностной.

Степень развития водной эрозии определяется природными и антропогенными факторами. К их числу относятся климат, рельеф, растительный покров, гранулометрический состав.

Климат. Наибольшее значение для проявления эрозии имеют осадки и режим их выпадения. При выпадении одного и того же их количества за более короткое время эрозия возрастает. За 1...2 дня иногда может выпасть вся среднемесячная норма осадков. Почва не успевает впитать такое количество воды, избыток воды начинает стекать по склонам.

Рельеф местности — важнейший фактор развития водной эрозии. От его особенностей во многом зависит размер и скорость поверхностного стока, следовательно, скорость разрушения и сноса почвы. Важнейшими характеристиками рельефа, от которых зависит эрозия почвы, является крутизна, длина, форма и экспозиция склонов. С увеличением крутизны возрастает смыв почвы. Чем длиннее склон, тем больше объем поверхностного стока, скорость течения. Значительный смыв проявляется приблизительно от середины склона. На склонах южных экспозиций эрозия нередко бывает больше, поэтому южные склоны эродированы, как правило, сильнее, чем северные и северо-восточные.

Растительный покров. Уменьшает или полностью предупреждает развитие эрозии. Сельскохозяйственные культуры по разному защищают почву от ливней.

Культуры	Коэффициент эрозионной опасности
Чистый пар	1,0
Пропашные	0,7...0,9
Яровые зерновые	0,4...0,5
Озимые зерновые	0,2...0,3
Многолетние травы	0,01...0,05

Чем лучше развивается надземная масса растения, тем выше их почвозащитная эффективность, поскольку густой растительный покров ослабляет разрушительное воздействие капель дождя на почву. Наилучшими почвозащитными свойствами обладают многолетние травы (люцерна, клевер, костер, ежа сборная).

Гранулометрический состав почвы существенно влияет на устойчивость ее к эрозии. С увеличением размеров частиц почвы ее противозерозийная устойчивость обычно падает. В большей степени поддаются смыву суглинистые и глинистые бесструктурные почвы. Они плохо пропускают воду, легко заплывают, образуя корку. С таких почв стекает до 70 % дождевой и до 90...100 % талой воды. Песчаные и супесчаные почвы, имея более высокую водопроницаемость в меньшей степени подвержены эрозии.

Ветровая эрозия (или дефляция) — разрушение почвы под действием ветра. Возникновение ветровой эрозии связано с действием воздушных потоков на частицы почвы, которые приходят в движение.

В зависимости от интенсивности и формы проявления дефляция подразделяется на местную или повседневную, пыльные бури и выдувание почвы зимой вместе со снегом.

Повседневная эрозия проявляется в виде пыльных столбов образующихся на пашне и разбитых песках в результате подъема ветром почвенных частиц и поземки, при которой ветер передвигает частицы почвы вдоль поверхности земли, обычно в слое не более 1 м. При этом виде эрозии частицы почвы не переносятся на большое расстояние. Она возникает на пашне при ветре скоростью меньше 12...15 м/с.

Пыльные бури — наиболее активный и вредоносный вид ветровой эрозии, при которой почва разрушается очень сильно. Под пыльной бурей понимается явление, когда сильным ветром (более 12...15 м/с) разрушается и выдувается верхний слой почвы. Вместе с почвой ветер может уносить с полей семена и всходы культур.

Факторы ветровой эрозии — климат, рельеф местности, растительность, свойства почв.

Из климатических факторов ветровая эрозия тесно связана с количеством осадков и температурой. С ростом засушливости климата и уменьшением влажности дефляция почв возрастает.

Рельеф. В отличие от водной, ветровая эрозия наблюдается на склонах и на совершенно выровненных участках. Ветер разносит продукты эрозии в различном направлении и даже вверх по склону. Однако в первую очередь ветровой эрозии подвергаются выпуклые участки поверхности и ветроударные склоны.

Растительность — самый мощный фактор, противодействующий ветровой эрозии. На почвах, покрытых целинной растительностью, ветровая эрозия практически отсутствует. Растительность снижает скорость ветра в приземном слое воздуха, очищает поток от минеральных частиц и лишает его их бомбардирующей энергии, скрепляет почву

корнями. Деревянистая растительность исключает дефляцию полностью, травянистая резко ее снижает.

Почва. Существенно воздействует на возникновение и развитие ветровой эрозии гранулометрический состав почвы.

В естественном состоянии выдуванию подвергаются почвы, легкие по гранулометрическому составу — пески и супеси.

Водная и ветровая эрозия наносят огромный вред сельскому хозяйству. Вследствие смыва водой и выдувания ветром из верхнего, наиболее плодородного гумусового слоя, содержащего наибольшее количество питательных веществ ежегодно теряется огромное количество элементов питания.

На склоновых землях (2° и более) вместе со стоком талых и дождевых вод ($400...700 \text{ м}^3/\text{га}$) ежегодно смывается с каждого гектара полей до $50...100 \text{ т}$ почвы и $100...150 \text{ кг}$ питательных веществ, а в районах проявления ветровой эрозии столько же почвы выдувается.

Вследствие потери гумуса, питательных веществ и ухудшения физических свойств снижается урожайность сельскохозяйственных культур на слабосмытых почвах — на $10...30 \%$, среднесмытых — на $30...50 \%$ и сильносмытых — $50...70 \%$.

Огромный вред народному хозяйству наносят овраги. Они разрушают пахотные земли, пастбища, сенокосы.

Наиболее сложной формой эрозионных процессов является *совместная эрозия* — одновременное проявление водной и ветровой эрозий.

9.2. Защита почв от водной эрозии

В связи с огромным ущербом причиняемым эрозией, необходима система мероприятий, с помощью которых можно предотвратить или свести к минимуму эрозионные процессы. Наиболее эффективно освоение не отдельных почвозащитных приемов, а противоэрозионного комплекса. Почвозащитный комплекс должен органично входить в ландшафтную систему ведения хозяйства. При этом, чем интенсивнее использование земли в хозяйстве, тем на более высоком уровне должна проводиться комплексная защита почв от эрозии.

Защита почв от водной эрозии заключается в предупреждении, ликвидации очагов и прекращении процесса ее развития. Сущность мероприятий по предотвращению водной эрозии состоит в уменьшении поверхностного стока, сохранении на поле максимального количества атмосферных осадков, переводе поверхностного стока во внутрипочвенный, в усилении противоэрозионной стойкости почв.

Противозащитный комплекс включает систему взаимосвязанных и дополняющих друг друга организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий.

Организационно-хозяйственные мероприятия. В борьбе с водной эрозией почвы большую роль играет правильное размещение сельско-

хозяйственных угодий. При этом учитывают рельеф, экспозицию склонов, состояние и степень смытости почвы, потенциальную опасность проявления водной эрозии, противоэрозионные свойства культурных растений. Противоэрозионная организация территории предусматривает прекращение или предотвращение эрозионных процессов, рациональное использование земель и повышение плодородия почвы.

При разработке плана противоэрозионной организации территории определяется состав, соотношение, размещение и трансформация сельскохозяйственных угодий, выделяются эрозионно опасные участки сельскохозяйственных угодий, на которых необходимо осуществить профилактические противоэрозионные мероприятия; из оборота пашни исключаются сильно эродированные земли и отводятся под залужение или облесение; выделяются площади под закладку многолетних насаждений, под полевые и другие культуры. Основу противоэрозионной организации территории составляют выращивание зерновых и особенно пропашных культур на выровненных землях, многолетних трав и озимых зерновых на склонах.

Агротехнические мероприятия складываются из использования культур, обладающих почвозащитными свойствами — многолетних трав и однолетних культур сплошного посева, приемов противоэрозионной обработки почвы, агротехнических средств повышения плодородия смытых почв, специальных приемов по снегозадержанию и регулированию снеготаяния.

Почвозащитные севообороты выполняют определенную роль в защите почвы от водной эрозии. Они исключают пропашные культуры, как слабо защищающие почву от смыва, особенно весной и в начале лета и увеличивают посевы многолетних трав, промежуточных культур, которые хорошо защищают почву от разрушения в эрозионно опасные периоды и служат одним из лучших способов окультуривания смытых почв. В почвозащитных севооборотах многолетние травы занимают 50...70 % площади.

На склонах крутизной до 3...5° со слабо- и среднесмытыми почвами, где опасность проявления эрозии увеличивается, предпочтение в севооборотах отдают травам и однолетним культурам сплошного сева.

На более крутых склонах (5...10°), в основном со средне- и сильносмытыми почвами, в севооборотах увеличиваются посевы многолетних трав и промежуточных культур. В почвозащитных севооборотах состав культур подбирают таким образом, чтобы поля в том числе вегетационного периода были заняты посевами сельскохозяйственных культур. По возможности при нарезке полей севооборотов поля располагают поперек склона.

Полосное размещение сельскохозяйственных культур. В почвозащитных севооборотах на склонах для борьбы со смывом и размывом почвы применяют полосное размещение культурных растений. Их высевают не сплошь, а полосами поперек склона, чередуя с буферными полосами многолетних трав.

Ширина буферных полос и расстояние между ними зависят от крутизны склонов. На склонах крутизной 6...8° буферные полосы шириной 6...10 м делают через каждые 40...50 м. С возрастанием крутизны склона ширину полос увеличивают, а расстояние между ними уменьшают. Кроме того, ширина полосы должна быть кратной ширине сеялки.

Противоэрозионная обработка почвы — наиболее простое мероприятие по регулированию стока талых и дождевых вод, не требующее дополнительных затрат. Основные задачи обработки почв, подверженных водной эрозии:

- предупреждение возможности проявления эрозионных процессов;

- повышение сопротивляемости почвы смыву;

- увеличение водопоглощающих свойств почвы, шероховатости поверхности и защитной роли растительного покрова.

Приемы обработки, направленные на защиту почв от водной эрозии, условно можно разделить на 2 группы: общие и специальные. Общие приемы обработки почвы те, для проведения которых не требуется специальная техника, а осуществляются они орудиями общего назначения. К общим приемам относят: вспашку поперек склона, контурную вспашку, вспашку с рыхлением подпахотного слоя, культивацию.

Для обеспечения максимального задержания вод необходимы специальные приемы обработки почвы. По своему назначению они делятся на несколько групп:

- приемы, направленные на создание противоэрозионного микро-рельефа на поверхности пашни (лункование, прерывистое бороздование, создание микролиманов, обвалование);

- приемы, повышающие водопроницаемость почв (щелевание, кротование, почвоуглубление, обработка чизелем, глубокое полосное рыхление);

- приемы, придающие поверхности пашни устойчивую поверхность (микрокулисная обработка, мульчирование, обработка поверхности пашни полимерами, сохранение на поверхности почвы пожнивных остатков);

- приемы, обеспечивающие задержание и регулирование снеготаяния на полях (посев кулис, поделка снежных валиков, полосное уплотнение, зачернение снега).

Применение удобрений относится к числу наиболее важных приемов защиты почв от эрозии. Удобрения способствуют ускоренному и более дружному появлению всходов высеваемых культур, улучшают развитие надземной вегетативной массы растений, увеличивается густота стояния растений, лучше развивается корневая система, связывающая почву. Особое значение на эродированных почвах имеет внесение органических удобрений. Дозы внесения органических удобрений на слабо эродированных почвах увеличиваются на 20...50 %, на средне эродированных — на 50...100 %.

Лесомелиоративные мероприятия. В районах развития водной эрозии (на склоновых землях) при проведении лесомелиоративных мероприятий очень важно учитывать особенности рельефа местности, так как ошибка в размещении лесных полос может привести к усилению стока, увеличению смыва и размыва почвы, оврагообразованию.

Водорегулирующие лесные полосы создают на сравнительно крутых (более 2...3°) склонах. Их назначение — распыление и поглощение поверхностного стока талых и ливневых вод. Располагают водорегулирующие (4...7-рядные) полосы поперек склона или по горизонталям с расстоянием между ними от 200 до 350 м, в зависимости от крутизны склона и подверженности почвы эрозии.

Прибалочные лесополосы предназначены для защиты прилегающей пашни от разрушения эрозией и для лучшего снегораспределения и увлажнения полей. Обычно их проектируют ажурной конструкции, шириной 12...21 м.

Приовражные лесные полосы создают для закрепления растущих вершин оврагов. Они должны охватывать не отдельные вершины, а целую систему оврагов и их вершин. Опыт показал, что сначала следует провести закрепление вершин оврагов обвалованием.

Пастбищезащитные лесные полосы на склонах также проектируют с учетом рельефа, поврежденности почв эрозией, направления стока, господствующих ветров. Конструкция таких полос ажурная и ажурно-продуваемая, ширина их 9...18 м, расстояние между основными полосами 200...350 м.

Из гидротехнических противоэрозионных мероприятий в первую очередь используют следующие:

земляные водозадерживающие, водорегулирующие валы и каналы для задержания или отвода воды в укрепленные водоприемники (пруды, водоемы), ложбины и др.;

вершинные (головные) сооружения в виде бетонных, кирпичных, деревянных и других лотков, быстротоков, перепадов, консолей и т. д.;

донные сооружения по руслам ложбин и оврагов для предотвращения дальнейшего размыва русла; берегоукрепительные и противоселевые сооружения.

9.3. Защита почв от ветровой эрозии

Защита почв от ветровой эрозии осуществляется с помощью почвозащитных севооборотов, агротехнических и лесомелиоративных противоэрозионных мероприятий.

Основой почвозащитной системы земледелия служат почвозащитные севообороты и коренное изменение системы обработки почвы: отказ от применения плуга и других почвообрабатывающих орудий, заделывающих растительные остатки; обработка почвы орудиями плоскорезного типа, сохраняющими на поверхности почвы стерню

и другие растительные остатки; введение и освоение почвозащитных севооборотов с полосным размещением посевов однолетних культур и многолетних трав, размещением паров на полях полосами между полосами зерновых культур.

Почвозащитные севообороты служат организационной основой мероприятий по защите почв от дефляции, они надежно защищают почву от дальнейшего разрушения ветром, способствуют тому, что противоэрозионный эффект от их внедрения в 2...3 раза выше, чем от полевых. Почвозащитная роль севооборотов определяется подбором культур и их чередованием. Сельскохозяйственные культуры по-разному влияют на развитие ветровой эрозии. Установлено, что многолетние травы обладают значительно большими почвозащитными свойствами, чем однолетние. При посеве в севообороте или при залужении они в том числе всего года хорошо защищают почву от воздействия ветра. Максимальная густота посевов многолетних трав наблюдается в том числе 2...3 лет (у люцерны — до 5). В последующем, почвозащитные свойства и продуктивность многолетних трав снижается. Озимые культуры также обладают высокими почвозащитными свойствами.

Противостоят ветровой эрозии и поля, занятые зерновыми яровыми культурами. В период сева яровых зерновых почва более влажная, меньше распыляется во время обработок и сева, благодаря чему ее ветроустойчивость повышается. При посеве яровых зерновых культур в оптимальные сроки ветровой эрозии не наблюдается, так как всходы появляются раньше, чем подсыхает верхний слой почвы. Выращивание промежуточных культур в севооборотах увеличивает их почвозащитную роль. К культурам, способствующим ветровой эрозии почвы, относятся пропашные.

Полосное размещение культур. Эффективным приемом защиты земель от дефляции является полосное размещение культур, то есть чередование полос, занятых, например, паром и многолетними культурами. Сущность полосного размещения культур состоит в том, что полосами размещают сельскохозяйственные культуры с различным почвозащитным действием с целью предотвращения эрозионных процессов. Полосы располагают поперек склонов или основных направлений господствующих ветров. На почвах легкого гранулометрического состава, подверженных дефляции, полосы однолетних культур и многолетних трав делают не шире 50 метров. На почвах, более стойких к выдуванию, ширину полос доводят до 50...100, а иногда и до 100...150 метров.

На полях, занятых пропашными культурами и чистыми парами, дефляционная устойчивость снижается на тяжелых почвах по сравнению с полями, имеющими легкий гранулометрический состав. Поэтому пропашные культуры и пары можно размещать полосами, чередуя их с такими же по ширине полосами озимых зерновых культур или многолетних трав, которые защищают паровые или пропашные полосы растениями в период вегетации, а после уборки — стерни. На полях,

где вероятность проявления дефляции высокая, необходимо размещать так, чтобы в каждом поле по полосам произрастали многолетние травы, которые обладают значительно большей способностью предотвращать дефляцию, чем однолетние культуры.

Агротехнические мероприятия по предотвращению ветровой эрозии почв включают безотвальную, плоскорезную и нулевую обработку почв, сев яровых зерновых в ранние сроки, кулисные пары, послепосевное прикатывание почвы кольчато-шпоровыми катками и др.

Система обработки почвы в районах проявления ветровой эрозии строится по иному принципу, чем в районах действия водной эрозии. В связи с тем, что здесь главный лимитирующий фактор урожайности — влага, вся система основной и последующих обработок почвы должна быть направлена на максимальное ее накопление, сохранение и рациональное использование. С этой задачей довольно успешно справляются, используя безотвальную обработку почвы.

Теоретическими и практическими предпосылками разработки почвозащитного бесплужного земледелия являются:

- использование почвозащитных технологий, основанных на бесплужной обработке почвы;

- использование защитной роли растительности и ее пожнивных остатков;

- использование стерни и пожнивных остатков для снегозадержания;

- минимализация обработки почвы;

- разработка мер борьбы с вредными организмами;

- разработка системы мощных орудий для обработки и посева без оборота пласта.

Применение почвозащитного безотвального земледелия позволяет успешно защищать почву от ветровой эрозии весной, летом, осенью и зимой, повышать запасы доступной растениям влаги в метровом слое почвы на 20...40 мм, увеличивать урожайность зерновых на 0,2...0,6 т/га.

В системе осенней обработки подверженных ветровой эрозии почв, большое значение предается сохранению на поверхности почвы стерни. Максимальное сохранение стерни на поверхности почвы, после обработки и посева — главное требование к почвообрабатывающим орудиям и посевным машинам. Этого можно достичь путем использования для лущения игольчатой бороны БИГ-3А и применения чизельных орудий. После их обработки на поверхности почвы остается до 60 % стерни, поверхность поля становится мелко ребристой, что снижает скорость ветра в приземном слое, а в зимнее время лучше задерживает снег. Предпосевная обработка почвы проводится в сжатые сроки для сохранения влаги и своевременного посева культур.

Сев зерновых культур перекрестным способом — эффективный почвозащитный прием. Равномерное покрытие поверхности почвы сельскохозяйственными растениями способствует снижению скорости

ветра в приземном слое, благодаря чему дефляции почвы не происходит.

На паровых полях и после рано убираемых культур на почвах, подверженных ветровой эрозии, создают кулисы путем посева на этих полях горчицы, подсолнечника, суданской травы и других культур, которые высевают рядами перпендикулярно господствующим ветрам.

Большое внимание уделяют минимальной и нулевой обработке почвы. Минимальная обработка почвы предусматривает в одном комплексе различные механические и химические операции по посеву и уходу за сельскохозяйственными культурами. При нулевой обработке посев проводят специальными сеялками в нарезанные сошниками узкие бороздки по необработанному полю.

В борьбе с ветровой эрозией важное место занимает мульчирование поверхности почвы путем сохранения пожнивных остатков или разбрасыванием различных мульчирующих материалов.

Наряду с агротехническими мероприятиями, в борьбе с ветровой эрозией используют химические препараты, которые улучшают структурно-агрегатное состояние почвы или создают на поверхности почвы различные пленки, защищающие ее от выдувания. В качестве закрепителей используют битумные эмульсии, синтетические латексы, отходы нефтяной, бумажной и сланцевой промышленности.

Если агротехнические приемы не обеспечивают должной защиты почв от ветровой эрозии, их дополняют **лесомелиоративными противоэрозионными мероприятиями** (посадка лесополос).

Главное назначение лесных полос в открытых степных и лесостепных районах с активной ветровой деятельностью заключается в снижении скорости и турбулентности эрозионного ветрового потока. Ослабляя ветер, они защищают почву от выдувания летом и зимой, задерживают снег на полях, повышают влажность почвы и воздуха, улучшают микроклимат.

По данным ВНИАЛМИ, в системе лесных полос снега на полях бывает в 1,5...2 раза больше, влажность воздуха в приземном слое на 5...10 % выше, а испаряемость на 20...30 % меньше, чем в открытой степи. Все это создает лучшие условия для развития растений и формирования урожая.

Противоэрозионная и мелиоративная эффективность лесных полос зависит, прежде всего, от их конструкции. Для степных районов рекомендуют ажурные и продуваемые узкорядные (3...5 рядов) полосы, которые способствуют ослаблению дефляции, более равномерному распределению снега на полях и увлажнению почвы.

В районах **совместного проявления водной и ветровой эрозии** необходимо применение противоэрозионного комплекса, основу которого составляет противоэрозионная организация территории.

С совместным проявлением водной и ветровой эрозии позволяет успешно бороться и *плоскорезная* обработка почвы. Это обусловлено тем, что механизм действия ветровой и водной эрозии в принципе

одинаков. В первом случае, стерня снижает скорость ветра в приземном слое воздуха и препятствует переносу почвы, во втором — стерня уменьшает кинетическую силу стекающей воды и препятствует перемещению почвенных частиц. Корневая система растений скрепляет комки почвы, увеличивая их сопротивляемость отрыву.

Главные достоинства плоскорезной обработки склоновых земель состоят в следующем:

в послеуборочный период почва защищена от эрозии стерневыми остатками и мульчей (она всегда остается на поверхности после плоскорезной обработки);

образуется поверхностный органоминеральный слой с хорошей водопоглощательной способностью и оптимальной плотностью (он препятствует разрушению почвы ударами дождевых капель и склоновому стоку осадков);

стерня уменьшает сдувание снега со склонов (в результате почва меньше промерзает, повышается ее водопроницаемость во время стока талых вод и выпадения осадков зимой и весной);

улучшается баланс гумуса в поверхностном слое по сравнению с отвальной обработкой;

предотвращается образование глыб при вспашке пересушенной почвы, особенно на склонах повышенной крутизны и при неполном обороте пласта.

В зоне совместного проявления ветровой и водной эрозии на почвах, легких по гранулометрическому составу и с подстилающей породой, обладающей хорошей фильтрационной способностью, оптимальная глубина вспашки должна составлять 14...16 см. Почвы, тяжелые по гранулометрическому составу, с глинистой и тяжелосуглинистой подстилающей породой, эффективнее обрабатывать на глубину 25...27 см. Это создает лучшую инфильтрационную способность и большую водовместимость.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что такое эрозия и ущерб причиняемый ею? 2. Какие виды эрозии вы знаете? 3. Назовите основные причины возникновения эрозии. 4. Что вы знаете о почвозащитной организации территории? 5. Что такое почвозащитный севооборот? 6. Что такое полосное размещение культур? 7. Назовите приемы обработки направленные на защиту почв от водной эрозии? 8. Какова роль мелиоративных мероприятий в защите почв от эрозии? 9. Назовите основные гидротехнические приемы борьбы с водной эрозией? 10. Какую роль играет стерня, оставленная на поверхности поля? 11. Роль плоскорезной и безотвальной обработки в борьбе с ветровой эрозией. 12. Кулисные пары и их роль в защите почв от дефляции. 13. Какую роль в защите от эрозии играют лесополосы?

Глава 10

ОСНОВЫ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

10.1. Понятие о мелиорации и ее типах

Мелиорация (от латинского *melioration* — улучшение) — отрасль народного хозяйства, охватывающая вопросы улучшения природных условий используемых земель.

В зависимости от целей и объекта мелиорации подразделяют на:

- сельскохозяйственные (улучшение земельных угодий для земледелия);
- лесохозяйственные (создание благоприятных условий для произрастания и использования лесов);
- рыбохозяйственные (устройство рыбоводных прудов);
- санитарно-гигиенические (оздоровление местности);
- рекреационные (улучшение земельных и водных объектов для отдыха трудящихся и спорта);
- ландшафтно-защитные (защита берегов рек и водохранилищ от разрушений и др.);
- мелиорация охотничьих угодий и др.

История развития человечества тесно связана с использованием земли, как основного средства сельскохозяйственного производства. Учитывая, что численность населения земного шара еженедельно увеличивается на 1,25 млн человек, задача в области сельскохозяйственного производства заключается в получении максимально возможного количества сельскохозяйственной продукции с единицы площади. На величину урожая сельскохозяйственных культур большое влияние оказывают климатические факторы, среди которых наибольшее значение оказывают обеспеченность теплом, водой и светом. В Российской Федерации количество тепла и света увеличивается с севера на юг, а влагообеспеченность, наоборот, снижается. Для сельскохозяйственного производства почва должна быть умеренно влажной, так как при избыточном увлажнении интенсивно развиваются анаэробные процессы, а при недостатке влаги, разлагается органическое вещество и почва теряет свое плодородие.

Задача сельскохозяйственной мелиорации заключается в улучшении свойств и плодородия почв и обеспечении высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур независимо от капризов природы.

Под **сельскохозяйственными** мелиорациями, по определению основоположника российской мелиоративной науки академика А. Н. Костякова (1887—1957), понимают «систему организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных на коренное улучшение неблагоприятных природных (гидрологических, почвенных, агроклиматических) условий с целью наиболее эффективного использования земельных ресурсов в соответствии с потребностями сельского хозяйства».

В современных условиях мелиорация стала составной частью не только земледелия, но и охраны окружающей среды. Она является обязательным элементом землепользования и земледелия в частности. Мелиорация, изменяя водный режим, положительно воздействует на воздушный, тепловой, питательный и микробиологический режимы почвы, улучшает ее плодородие и создает оптимальные условия для выращивания высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Но эффект проявляется только на фоне высокой культуры земледелия.

По воздействию на почву, растения и климат сельскохозяйственные мелиорации делятся на следующие основные типы.

Гидротехнические — направлены на регулирование водного режима территории. Изменение водного режима необходимо проводить как при недостаточном (с помощью орошения), так и при избыточном увлажнении почвы (путем осушения).

Климатические мелиорации направлены на улучшение теплового режима почвы и воздуха, повышение влажности воздуха (аэрозольное орошение), а также почвы на основе управления водным режимом почвы в зимнее и ранневесеннее время путем снежных мелиораций (снегозадержание, зачернение и уплотнение снега).

Культуртехнические — улучшают состояние поверхности почвы и пахотного слоя, что достигается уборкой камней, удалением кустарника, пней, кочек, погребенной древесины, выравниванием поверхности.

Почвенные мелиорации направлены на улучшение структуры, физических и водно-физических свойств почвы. Они проводятся с целью улучшения структуры почвы на основе землевания (пескование, глинование), торфования, применения оструктурирования, кольматажа.

Химические — обеспечивают улучшение химических свойств почвы за счет изменения неблагоприятных свойств при внесении извести, гипса, удобрений и других химических веществ.

Фитомелиорации основаны на улучшении свойств почвы и ее режимов путем применения адаптированных к конкретным условиям травянистой и древесной растительности. При фитомелиорациях создают лесополосы, проводят залесение песков и закрепление склонов посевами многолетних трав, используют фитомелиоранты для рассоления поверхностных слоев почвы и др. Наиболее распространены и эффективны следующие виды мелиорации: орошение и осушение.

10.2. Общие сведения об орошении

Оросительные мелиорации получили наибольшее распространение, так как более 70 % всех сельскохозяйственных угодий и около 80 % пашни РФ, расположены в зонах недостаточного или неустойчивого увлажнения с часто повторяющимися засухами и суховеями, резко снижающими урожайность и валовые сборы сельскохозяйственных культур. Значимость орошения, как стабилизирующего фактора, будет нарастать в ближайшее время с уже проявляющимся глобальным потеплением климата и расширением зон земледелия с экстремальными природно-климатическими явлениями.

Орошение — это искусственная подача воды на поля, испытывающие недостаток влаги, обеспечивающая оптимальный для роста и развития сельскохозяйственных растений водный, воздушный, питательный, тепловой и микробиологический режимы почвы.

Орошение в условиях многоукладности сельского хозяйства рассматривается как одно из основных средств интенсификации земледелия, обеспечивающее гарантированное и стабильное производство сельскохозяйственной продукции независимо от погодных условий.

Орошение в первую очередь проводится с целью резкого улучшения семеноводческой базы, создания прочной кормовой базы для животноводства, развития овощеводства, садоводства и виноградарства (особенно вблизи крупных промышленных центров), концентрации производства и создания агропромышленных комплексов (рисоводство, хлопководство, свекловодство и др.), а также создания крупных отраслевых специализированных орошаемых участков.

Орошение при правильном его применении оказывает всестороннее положительное воздействие на внешнюю среду, способствуя повышению плодородия почвы, улучшению микроклимата, формированию высокого и устойчивого урожая лучшего качества.

Потребность растений в воде неодинакова и в разные фазы их развития.

Влажность почвы регулируют поливами.

Поливная норма — количество воды, которое выдают сельскохозяйственной культуре за один полив. *Оросительная норма* — количество воды, которое выдают сельскохозяйственной культуре за весь оросительный период. Оросительная норма равна сумме поливных норм. Поливную и оросительную нормы выражают в кубических метрах воды на 1 га площади, занятой культурой (табл. 28).

28. Средние оросительные нормы для основных сельскохозяйственных культур по зонам Российской Федерации, м³/га

Культуры	Зона		
	лесостепь	степь	полупустыня
Яровая пшеница	1300—2100	2000—2500	3000—4000
Озимая пшеница	1100—1900	2500—3500	3500—4500

Культуры	Зона		
	лесостепь	степь	полупустыня
Зернобобовые	1100—1600	1500—2500	3000—4000
Кукуруза на зерно	2000—3600	3600—4600	5500—8000
Кукуруза на силос	2000—3000	3000—4400	5000—7500
Сахарная свекла	2000—3300	4200—5600	5500—8000
Многолетние травы	3000—4400	4500—6200	6000—10000
Ранний картофель	1500—2400	2600—3100	3000—4500
Овощи	2300—3500	4000—6500	6000—8000
Хлопчатник	—	—	—
Виноградники	2000—2800	3100—4400	4500—6500
Сады	1800—2600	2700—4400	4200—6500

Под режимом орошения сельскохозяйственных культур понимают совокупность норм, сроков и числа поливов. Режим орошения должен обеспечивать наиболее благоприятный водно-воздушный режим почвы для данной культуры и получение высоких урожаев при соблюдении экологических требований.

Благоприятное действие орошения проявляется в полной мере тогда, когда поливы, в комплексе с соответствующей агротехникой, проводятся в количествах и сроки, отвечающие потребностям растений.

10.3. Способы орошения и техника полива культур

Способ орошения — комплекс мер и приемов распределения воды на поливном участке и превращение водного потока в почвенную и атмосферную влагу.

Различают следующие способы орошения:

поверхностное — распределение воды по поверхности земли с помощью борозд, полос и затопления чеков;

дождевание — создание искусственного дождя;

аэрозольное увлажнение (мелкодисперсное дождевание) — распыление мельчайших капель воды для регулирования температуры и влажности приземного слоя воздуха над полем;

внутрипочвенное — подача воды непосредственно в корнеобитаемую зону почвы по увлажнителям или подъем уровня почвенно-грунтовых вод;

капельное — локальное орошение с помощью микроводовыпусков, поливных капельниц.

Полив — однократное искусственное увлажнение почвы и (или) приземного слоя воздуха. *Техника полива* — параметры технологии про-

ведения полива (длина борозд, полос, расходы, дальность полета дождевальной струи, расстояния между увлажнителями и др.), т. е. техническое осуществление полива при том или ином способе орошения.

Поливная техника — технические средства (машины, механизмы и орудия) для проведения полива.

Поверхностное орошение в зависимости от характера распределения поливной воды по полю и способа перевода в почвенную влагу поверхностное орошение осуществляется: затоплением, по полосам и по бороздам.

Полив затоплением — один из наиболее древних способов поверхностного орошения. В настоящее время полив затоплением ограничен возделыванием риса, лиманным орошением, а в некоторых случаях влагозарядковыми и вегетационными поливами под полевые культуры. Затопление применяют и при выращивании культур, хорошо переносящих кратковременное затопление слоем воды (люцерна, кукуруза, овес, сорго, пшеница, ячмень и др.). Применению полива затоплением благоприятствуют ровный безуклонный или малоуклонный рельеф местности и достаточная водообеспеченность источника орошения.

Поливная норма в зависимости от размера чека колеблется в пределах 1500...4000 м³/га.

Полив по полосам применяют при орошении культур сплошного сева. Вода при таком поливе движется по поверхности почвы, ограниченной с двух сторон валиками высотой 15...25 см, слоем 2...3 см. Ширина полос согласуется с шириной захвата сельскохозяйственной техники и принимается равной 3,6...4,2 м или кратной ей. Полив по полосам чаще применяют для проведения вегетационных поливов культур узкочадного посева (зерновые колосовые, многолетние и однолетние травы и др.), плодовых насаждений и виноградников, а также предпосевных, влагозарядковых и промывочных поливов под любые культуры.

Поливная норма при поливе по полосам колеблется в пределах 800...1500 м³/га.

Полив по бороздам наиболее совершенный способ поверхностного самотечного орошения и самый распространенный способ полива пропашных культур (кукуруза, подсолнечник, свекла, хлопчатник, картофель и т. д.), виноградников, садов и овощных культур.

Оросительная вода при поливе бороздам распределяется не сплошным затоплением поверхности поля, а по нарезаемым в междурядьях пропашных культур углублениям — бороздам.

Поливная норма при поливе по бороздам колеблется в пределах 400...1500 м³/га.

Дождевание — самый распространенный способ орошения в РФ. Сущность полива дождеванием состоит в том, что оросительная вода, под действием искусственно создаваемого давления с помощью специальных аппаратов или насадок, распыляется на мелкие капли. Под действием силы тяжести капли дождя падают на орошаемую площадь, увлажняя при этом приземный слой воздуха, растения и почву.

Достоинства орошения дождеванием: высокий уровень механизации, частичная или полная автоматизация процесса полива; возможность применения на площадях, имеющих как прямые, так и обратные уклоны или безуклонную поверхность; меньшие, по сравнению с поверхностным способом орошения, объемы планировочных работ; возможность маневрирования поливными нормами в широком диапазоне от 50 до 900 м³/га.

Недостатки дождевания: высокая энергоемкость; большие затраты металла; отрицательное влияние ветра и др.

В зависимости от типа насадок или аппаратов дождевальные машины и установки разделяют на короткоструйные, среднеструйные и дальнеструйные.

Короткоструйные дождевальные машины. Полив зерновых, овощных, кормовых, технических культур, ягодных кустарников, плодовых питомников, лугов и пастбищ, расположенных на относительно ровных участках и допускающих устройство открытых оросителей, осуществляют двухконсольным дождевальным агрегатом ДДА-100МА.

Во время полива трактор движется по приканальной дороге и забирает воду из временного оросителя или лотка.

Производительность машины за 1 час чистой работы при поливной норме 600 м³/га составляет 0,78 га.

Среднеструйные дождевальные машины и установки. Дождевальные машины и установки, оборудованные среднеструйными дождевальными аппаратами — «Фрегат», «Волжанка», «Днепр», и др. Радиус покрытия площади дождем у таких аппаратов изменяется от 15 до 35 м.

Дождевальный колесный трубопровод ДКШ-64 «Волжанка» предназначен для полива зерновых и кормовых (кроме высокостебельных — кукурузы, сорго, подсолнечника и др.), овощных, бахчевых культур, картофеля, свеклы, лугов и пастбищ. Дождеватель представляет собой многоопорный колесный самоходный трубопровод фронтального перемещения. Он состоит из двух дождевальных крыльев длиной по 400 м. Посередине каждой трубы, как на оси, крепят ходовые колеса. Трубопровод расположен на расстоянии 0,89 м от поверхности поля.

Производительность при поливе с одной позиции — 1,44 га, по 0,72 га под каждым крылом, за 1 час чистой работы при поливной норме 600 м³/га составляет 0,39 га.

Дальнеструйные дождевальные машины. Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-100 широко используют в практике орошения высокорентабельных сельскохозяйственных культур, а при соответствующем оборудовании — садов и лесопитомников. Навешиваются они на тракторы ДТ-75 и ДТ-75М (ДДН-70) или Т-150, Т-4А и ДТ-75 (ДДН-100). Расход воды машиной ДДН-70 — 65 л/с, ДДН-100 — 100...115 л/с. Полив проводят позиционно с забором воды из временных оросителей или от низконапорных трубопроводов.

Дальнеструйные дождевальные машины чувствительны к отрицательному влиянию ветра на качество полива. При скорости ветра

до 1,5...2 м/с полив лучше проводить по кругу, а при большей скорости (до 6 м/с) — по сектору. При поливной норме 600 м³/га за 1 час чистой работы машина обеспечивает полив площади ДЦН-70 — 0,39 га, ДДН-100 — 0,7 га.

Внутрипочвенное (подпочвенное) орошение — способ, при котором воду подают в корнеобитаемый слой по трубам — увлажнителям, прокладываемых в почве на глубине 40...60 см от поверхности земли. Через отверстия в трубах капиллярным путем вода поступает к корням растений, не увлажняя поверхность почвы.

При ВПО возможна полная механизация поливов, строгое нормирование подачи воды и растворенных в ней удобрений в соответствии с потребностями возделываемых культур, снижаются затраты труда на обработку посевов, внесение удобрений, борьбу с сорняками.

Системы ВПО применяют при выращивании высокодоходных культур — овощные и плодовые культуры, виноград, хлопчатник и др. Строительство системы ВПО сравнительно дорого и окупается только через 3...6 лет, поэтому этот способ еще недостаточно распространен, хотя преимущества его очевидны.

Поливные нормы при ВПО изменяются от 250 до 750 м³/га, а оросительная от 2400 до 5500 м³/га.

Капельное орошение — это способ локального увлажнения почвы, т. е. зоны непосредственного расположения корневой системы. При капельном орошении (КО) подача воды производится непосредственно растениям через специальные микроводовыпуски — капельницы с очень малыми расходами (4...20 л/час). При этом увлажняется только зона распространения корней, междурядья остаются сухими. Вместе с поливной водой при необходимости подаются удобрения. Раствор удобрений впрыскивается в магистральный трубопровод с помощью инжектора.

Важнейшее преимущество КО — большая экономия оросительной воды в результате существенного снижения потерь воды на фильтрацию за пределы корнеобитаемой зоны, испарение, поверхностный сток, а также из-за устранения неравномерности полива. Многочисленные опыты показали, что при капельном орошении хлопчатника, картофеля, томатов, огурцов, апельсинов, винограда и других культур оросительная норма снижается на 41...47 % по сравнению с дождеванием и на 52...60 % — с поверхностным способом орошения.

Система КО экологически безопасна и применяется на землях с повышенными уклонами (до 0,35), при ограниченных запасах водных ресурсов, на малоплодородных (каменисто-песчаных) почвах, изрезанном рельефе, где традиционные способы орошения практически не применимы. Капельное орошение обеспечивает самый высокий коэффициент использования оросительной воды — 80...95 % (при дождевании — 70...80 %, при поверхностном орошении — 30...60 %).

Поливная норма при капельном орошении колеблется в пределах от 40 м³/га до 300 м³/га.

Аэрозольное (мелкодисперсное) дождевание предназначено для увеличения влажности приземного слоя воздуха и уменьшения температуры листьев растений при неблагоприятных условиях внешней среды (воздушные засухи и суховеи). При этом способе вода распыляется на мельчайшие капли размером 0,4...0,6 мм, которые хорошо удерживаются на листовой поверхности, оставаясь на них до полного испарения, охлаждая листовую поверхность и повышая влажность воздуха в среде растений.

Его проводят, когда температура воздуха превышает физиологический оптимум, условно его принимают за 25 °С.

Мелкодисперсное дождевание используется для повышения эффективности фотосинтеза, защиты растений от заморозков, борьбы с суховеями, вредителями, регенерации корневой системы вымерзших растений и др.

Разовая норма увлажнения при МДД находится в пределах 100...600 л/га в час в зависимости от температуры и влажности воздуха. При этом поливная норма колеблется в пределах 3...5 м³/га, а оросительная норма не превышает 180 м³/га, что в 2...16 раз меньше, чем при других способах орошения.

10.4. Общие сведения об осушении

Известно, что избыток воды в почве приводит к недостатку в ней кислорода почвенного воздуха и к развитию анаэробных бактерий, что замедляет процессы разложения органических остатков. Поэтому в переувлажненной почве мало минеральных солей, необходимых для питания растений, корни растений задыхаются от недостатка воздуха и отмирают, что ведет к гибели растений или сильному ослаблению роста.

При отсутствии кислорода в переувлажненной почве происходят процессы брожения, дающие, кроме углекислоты, ядовитые вещества, которые отравляют корни растений. Избыток воды разрушает структуру почвы, что создает менее благоприятный для растений водно-воздушный и питательный режимы в почве.

В целях регулирования водно-воздушного режима почв необходимо проведение осушительных мелиораций. **Осушение** — понимают искусственное удаление поверхностных и избыточных почвенных вод с определенных земельных территорий (избыточно увлажненные, заболоченные земли и болота) в целях повышения плодородия почв, соответствующего роста продуктивности сельскохозяйственных культур и вовлечения в сельскохозяйственный оборот малопродуктивных земель.

Общая площадь земель, нуждающихся в регулировании водного режима с помощью осушительных мелиораций составляет в Российской Федерации 165...182 млн га, из них 71,4 млн га земли сельскохозяйственного пользования.

Основная причина избыточного увлажнения почвы — атмосферные осадки, превышающие расход влаги на суммарное испарение. Осушение существенно изменяет свойства почвы. Уменьшая количество воды на поверхности и в порах почвы, осушение повышает содержание воздуха в ней, вместе с тем влияет на температуру, кислотность, содержание и деятельность почвенных микроорганизмов.

Осушение дает возможность произвести обработку и посев культур на 10...14 суток раньше, чем без осушения, поэтому длительность вегетационного периода увеличивается и появляется большая возможность своевременного вызревания культур, чем без осушения.

В зависимости от типа водного питания переувлажненных земель и хозяйственного их использования применяются различные методы и способы осушения. Под *методом* понимают основные принципы регулирования водного режима земель, устраняющие причины избыточного содержания почвенной влаги.

К основным методам осушения относят:

1. Ускорение поверхностного стока или регулирование стока поверхностной воды. Этот метод применяется при атмосферном типе водного питания, когда почва переувлажняется атмосферными осадками или водами от разлива рек и ручьев (русловое водное питание). Он используется при осушении тяжелых почв, естественных луговых угодий и пастбищ.

2. Метод ускорения внутреннего стока (понижение уровня грунтовых и грунтово-напорных вод) используется в тех случаях, когда почвы участка избыточно увлажняются грунтовыми или грунтово-напорными водами, выклинивающимися на поверхность или залегающими близко к дневной поверхности (грунтовое водное питание). Он применяется на почвах легкого гранулометрического состава и низинных торфяниках.

3. Ограждение осушаемой территории от притока поверхностных или грунтовых вод. При поступлении воды, стекающей по поверхности с вышележащего водосбора (намывной тип водного питания), когда грунтовые воды на переувлажнение не влияют (залегают глубже 3 м), всю или часть притекающей воды на участок извне стараются перехватить и не допустить на осушаемую площадь, а сток избытка воды с самой территории ускорить.

4. Комбинированный метод (сочетание нескольких методов осушения) используется при смешанном водном питании.

5. Особые методы регулирования водного режима почв: обвалование русла рек, понижение уровня воды и увеличение пропускной способности рек, заиливание (повышение дна низин, кольматаж песчаных и галечниковых земель и т. д.).

С учетом метода осушения устанавливается тот или иной способ осушения. Под *способом* осушения понимают устройства, отводящие избыточную воду (каналы, дренаж, закрытые собиратели, ложбины, агромелиоративные мероприятия и др.). Это конкретная система

гидромелиоративных мероприятий, направленная на реализацию методов осушения. Способ осушения назначают в соответствии с типом водного питания, выбранным методом, использованием земель и с учетом технических возможностей осуществления данного способа.

Для ускорения или регулирования стока поверхностных вод применяют способ устройства сети открытых или закрытых собирателей, необходимого понижения уровня грунтовых вод можно достичь системой открытых и закрытых дренажей. Перехват вод, поступающих со смежных площадей, выполняют способом устройства оградительной сети (нагорных, ловчих каналов, береговых дренажей), а для защиты территории от затопления применяют дамбы обвалования. Комбинированный способ выбирают тогда, когда предусматривается несколько методов осушения.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что такое с.-х. мелиорация? 2. На какие типы подразделяется с.-х. мелиорация? 3. В чем особенность фитомелиораций? 4. Что такое орошение и на какие виды оно различается? 5. Какая разница между поливной и оросительной нормой? 6. Что такое режим орошения? 7. Чем отличается способ орошения от техники полива? 8. Какие вы знаете способы орошения сельскохозяйственных культур? 9. Чем отличаются поливы затоплением по бороздам и по полосам? 10. В чем сущность дождевания, его преимущества и недостатки? 11. Чем отличаются короткоструйные, среднеструйные и дальнеструйные дождевательные машины? 12. За счет чего увлажняется почва при внутрисочвенном орошении? 13. Сущность капельного орошения, его преимущества и недостатки. 14. Какой способ орошения предназначен для регулирования микроклимата орошаемого поля? 15. Что вы понимаете под осушением? 16. Перечислите типы водного питания и их основные различия. 17. В чем отличие метода осушения от способа осушения?

Часть 3

ОСНОВЫ АГРОХИМИИ



Глава 11

ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ И КЛАССИФИКАЦИЯ УДОБРЕНИЙ

11.1. Химический состав и питание растений

Агрохимия — наука о взаимодействии удобрений, почвы и растений, круговороте веществ в земледелии, рациональном и экологически безопасном применении удобрений.

Внесение удобрений позволяет вводить в круговорот веществ новые количества элементов питания растений, а применение навоза и других отходов животноводства и растениеводства — повторно использовать часть питательных веществ, уже входивших в состав предыдущих урожаев.

Главная цель применения удобрений — улучшение питания растений. Изучение питания сельскохозяйственных растений всегда было одной из важнейших задач агрохимии. В задачу агрохимии входят, кроме того, изучение и разработка наиболее эффективных методов регулирования питания и обмена веществ в растениях внесением удобрений для повышения урожая и улучшения его качества.

Первый объект исследования в агрохимии — растение. При изучении питания растений и разработке способов его регулирования с помощью удобрений, необходимо учитывать также особенности биологии и агротехники отдельных культур. Здесь отмечается связь агрохимии с растениеводством.

Второй объект исследования в агрохимии — почва. Изучение содержания и динамики питательных веществ в почве, их доступность растениям, разнообразных процессов превращения удобрений в почве, их действия на ее свойства — важный раздел агрохимии.

И наконец, *третий объект* агрохимии — сами удобрения; изучая их состав, свойства и эффективность, агрохимия связана не только с сельскохозяйственным производством, но и с химической промышленностью.

«Изучение взаимоотношений между растением, почвой и удобрением — писал Д. Н. Прянишников — всегда являлось главной задачей агрохимии».

Питание растений — сложный процесс обмена веществ между растениями и окружающей средой. Этот переход веществ в растение из воз-

духа (при ассимиляции CO_2 в процессе фотосинтеза) и поглощение из почвы основной массы доступных минеральных соединений через корневую систему, и, в то же время, выведение ряда веществ.

Растение строит свой организм из определенных химических элементов, находящихся в окружающей среде. В состав растения входят вода и сухое вещество. В большинстве вегетативных органов сельскохозяйственных культур содержание воды составляет 70...95 %.

Сухое вещество растений имеет в среднем следующий элементарный состав (% по массе), углерод — 45, кислород — 42, водород — 6,5, азот — 1,5 и другие элементы — 5,0. Всего в составе растений обнаружено более 80 химических элементов, из которых 20 элементов считаются, безусловно необходимыми элементами питания и 12 — считаются условно необходимыми. Без углерода, кислорода, водорода, азота, фосфора, калия, кальция, магния, серы, железа, бора, меди, марганца, цинка, молибдена, ванадия, кобальта, йода, натрия и хлора невозможен нормальный ход жизненных процессов и завершение полного цикла развития растений.

Несмотря на резкие отличия в количественной потребности, функции каждого элемента строго специфичны, ни один элемент не может быть заменен другим. Недостаток любого элемента приводит к нарушению обмена веществ и физиологических процессов у растений, ухудшению их роста и развития, снижению урожая и его качества.

Азот входит в состав белков, ферментов, нуклеиновых кислот, хлорофилла, витаминов, алкалоидов.

Уровень азотного питания определяет размеры и интенсивность синтеза белка и других азотистых органических соединений в растениях и, следовательно, ростовых процессов.

Недостаток азота особенно резко сказывается на росте вегетативных органов.

Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, которые участвуют в самых важных процессах жизнедеятельности организмов — синтезе белка, росте и размножении, передаче наследственных свойств.

Фосфор входит также в состав витаминов и многих ферментов, участвует в углеводном и азотном обмене, в процессах фотосинтеза, дыхания и брожения.

Важную роль играет обеспечение растений фосфором и в период формирования репродуктивных органов. Его недостаток в этот период тормозит развитие и задерживает созревание растений, вызывает снижение урожая и ухудшение качества продукции.

Калий способствует нормальному течению фотосинтеза, передвижению углеводов (сахаров, крахмала) синтезу белков, повышает зимостойкость культур. Растения, обеспеченные калием, лучше переносят недостаток воды при кратковременных засухах. Калий увеличивает прочность стеблей зерновых культур и уменьшает их полегаемость (при одинаковых условиях освещенности), повышает стойкость растений против некоторых заболеваний.

В зависимости от способов поступления элементов питания в растения выделяют следующие типы питания: автотрофный и симбиотропный.

Автотрофный тип. В большинстве случаев у растений преобладает этот тип питания (от греч. *trophe* — пища), т. е. самостоятельное обеспечение неорганическими элементами, азотом почвы и углекислым газом, из которых синтезируются органические вещества.

Симбиотропный тип. При этом типе питания высшее растение тесно сожительствует с другими организмами. Здесь наблюдается взаимное использование продуктов обмена веществ в процессе питания.

Питательные вещества поступают в растения через корни и листья. Поэтому различают воздушный и корневой виды питания.

Воздушное питание (фотосинтез) — основной процесс, приводящий к образованию органических веществ в растениях. При фотосинтезе солнечная энергия в зеленых частях растений, содержащих хлорофилл, превращается в химическую энергию, которая используется на синтез углеводов из углекислого газа и воды.

Корневое питание. Азот и зольные элементы поглощаются из почвы деятельной поверхностью корневой системы растений в виде ионов (анионов и катионов).

Минеральное питание — один из наиболее доступных факторов регулирования жизнедеятельности растений. Поэтому в настоящее время главная задача агрохимиков — своевременное и направленное воздействие через процессы корневого питания с помощью удобрений на ход формирования урожая.

На почвах с большими валовыми запасами элементов питания растений (черноземы, пойменные земли) пищевой режим может быть значительно улучшен рациональной механической обработкой.

11.2. Классификация удобрений

Под *удобрениями* — понимают вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почв в целях увеличения урожая сельскохозяйственных растений и улучшения качества получаемой продукции.

По характеру действия на почву и растения удобрения делятся на прямодействующие и косвеннодействующие (рис. 35).

Прямодействующие содержат необходимые растениям питательные элементы и применяются для улучшения питания сельскохозяйственных культур. К этой группе относятся азотные, фосфорные и другие удобрения. *Косвенно действующие* применяют для улучшения свойств почвы, изменения реакции почвенного раствора и усиления процессов мобилизации, имеющихся в почве питательных веществ, т. е. они оказывают косвенное воздействие на условия питания растений.

К косвенно действующим удобрениям относят используемые для химической мелиорации почв известковые и гипсовые удобрения, а также бактериальные удобрения, способствующие усилению биологических процессов в почвах.



Рис. 35. Классификация удобрений

В зависимости от количества содержащихся в удобрениях элементов питания они делятся на *простые* (односторонние), содержащие только один элемент питания (или азот, или фосфор, или калий, или микроэлемент) и *комплексные* (многосторонние), содержащие два и более элементов питания.

Комплексные удобрения по химическому составу подразделяются на минеральные и органические. Минеральные по составу и способу производства делят на сложные, комбинированные и смешанные. Органические удобрения содержат большую группу элементов питания и являются либо продуктами животного происхождения (навоз, навозная жижа, птичий помет), либо растительного происхождения (торф, сидераты, солома). В отдельную группу органических удобрений выделяют сапропель (отложения пресноводных озер и прудов), компосты, осадки сточных вод, бытовые отходы и др.

Содержание действующего вещества выражают в процентах массы: в азотных удобрениях в расчете на N, в фосфорных — на P_2O_5 и в калий-

ных — на K_2O . Для пересчета дозы удобрения в килограммах действующего вещества на физические удобрения указываемую дозу N , P_5O_5 или K_2O делят на процент содержания действующего вещества в удобрении. Например, нужно внести дозу 70 кг азота на 1 га в виде аммиачной селитры: так как содержание азота в ней 34,5 %, то количество физического удобрения будет $70 : 34,5 = 2$ ц/га.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что изучает агрохимия? 2. Из чего состоит сухое вещество сельскохозяйственных культур? 3. Каков элементный состав сухого вещества растений? 4. Какое значение имеют азот, фосфор, калий в жизни растений? 5. Чем отличается автотрофный тип питания от симбиотропного? 6. В чем заключается воздушное питание растений? 7. Что такое корневое питание? 8. Как классифицируют удобрения?

Глава 12

УДОБРЕНИЯ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

12.1. Минеральные удобрения

12.1.1. Азотные удобрения

Азотные удобрения обеспечивают до 50 % общей прибавки урожая, получаемой от полного минерального удобрения. Внесение 1 кг азота минеральных удобрений обеспечивает прибавку урожая: 8...15 кг зерна, 50...70 картофеля, 20...30 сена луговых трав, 30...40 — корнеплодов сахарной свеклы, около 3 кг льноволокна.

На долю азотных удобрений приходится 6...7 млн т питательных веществ, что составляет 42...44 % общего объема производства минеральных удобрений.

Исследования показали, что в полевых условиях в год внесения растения используют лишь 30...50 % азота удобрений, 25...45 % азота закрепляется в почве в органической форме, а 10...30 % безвозвратно теряется из почвы.

В зависимости от формы соединения азота, содержащегося в удобрении они подразделяются на следующие виды: нитратные, аммонийные и аммиачные, аммонийно-нитратные, амидные. Кроме того, азотные удобрения могут быть представлены смешанными формами (аммиакаты и КАСы).

Нитратные удобрения — содержат азот в нитратной форме: NaNO_3 натриевая селитра и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ — кальциевая селитра. Они являются побочным продуктом основных химических производств и составляют небольшую долю (менее 1 %) выпускаемых азотных удобрений. Физиологически щелочные удобрения, содержат 16 и 13 % азота соответственно.

Аммонийные и аммиачные удобрения — содержат азот в аммонийной (NH_4) или аммиачной (NH_3) форме. К ним относят сульфат аммония — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ с содержанием 21 % N, хлорид аммония — NH_4Cl с содержанием 25 % N, сульфат аммония — натрия — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ с содержанием 16 % N, аммиачная вода — NH_4OH с содержанием 18...20,5 % N и безводный аммиак — NH_3 с содержанием 82,3 % N.

Аммонийно-нитратные удобрения — содержат азот в аммонийной и нитратной формах. Это аммиачная селитра — NH_4NO_3 с содержанием

34,5 % N и известково-аммонийная селитра — $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ с содержанием 26...28 % азота.

Одно из самых распространенных азотных удобрений (на его долю приходится 36 % всех выпускаемых азотных удобрений). Универсальное удобрение, ее можно применять под любые культуры на всех почвах и в любые сроки.

Амидные удобрения содержат азот в амидной (NH_2) форме. К этому виду относят мочевины или карбамиды — $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ с содержанием 46 % N. Это универсальное удобрение, на долю которого приходится 35 % всех азотных удобрений.

Смешанные формы азотных удобрений представлены смесями водных растворов аммиачной селитры, мочевины и других форм азотных удобрений. К этому виду относят аммиакаты — растворы аммиачной селитры и мочевины в водном аммиаке.

КАС — водные растворы аммиачной селитры и мочевины с содержанием 28...32 % N получили широкое распространение за рубежом, начали производиться и в нашей стране, а к 2010 году они должны выйти на второе место среди производимых азотных удобрений.

Использование КАС в сельском хозяйстве имеет несомненные преимущества перед твердыми удобрениями: обеспечивается полная механизация всех погрузочно-разгрузочных работ, резко уменьшаются потери, снижаются затраты на производство и применение, улучшаются условия труда, исключаются расход тары и слеживаемость, обеспечивается высокая равномерность внесения азота, упрощается приготовление необходимых тукосмесей, в том числе с добавкой микроэлементов и пестицидов.

12.1.2. Фосфорные удобрения

Значительная доля почв сельскохозяйственного назначения, в том числе и пахотных земель, в России имеет низкую обеспеченность фосфором. Особенно бедны фосфором почвы легкого гранулометрического состава. Низкое содержание подвижного и, следовательно, доступного для растений фосфора характерно для кислых почв с высокой способностью к химическому поглощению его в трудодоступных формах. На черноземах и других почвах с повышенным содержанием гумуса фосфор является элементом питания, в первую очередь лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур.

Фосфорные удобрения в зависимости от растворимости и доступности фосфора для растений подразделяют на три группы:

— **содержащие фосфор в водорастворимой форме** — суперфосфат простой и двойной. Фосфор из этих удобрений легко доступен растениям;

— **фосфор, который не растворим в воде, но растворим в слабых кислотах** (2 %-ной лимонной кислоте) или в щелочном растворе цитрата аммония, — преципитат, томасшлак, термофосфаты, обесфторенный фосфат. Фосфор в них находится в доступной растениям форме;

— не растворимые в воде и плохо — в слабых кислотах, полностью растворимые только в сильных кислотах, — фосфоритная и костяная мука. Это более труднодоступные источники фосфора для растений.

Источник получения фосфорных удобрений — природные фосфоросодержащие агоруды (фосфориты и апатиты), а также богатые фосфором отходы металлургической промышленности (томашлак, мартеновские шлаки). Основное значение имеют апатиты и фосфориты. В настоящее время среднегодовой выпуск фосфорных удобрений в России составляет 2,4 млн т или 20 % от общего объема удобрений.

Суперфосфат простой получают обработкой размолотого апатита серной кислотой. Простой суперфосфат из апатита содержит около 20 % усваиваемого фосфора P_2O_5 и гипс. Усвояемый фосфор в суперфосфате составляет 88...98 % общего содержания.

Суперфосфат двойной $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ отличается от простого более высоким содержанием усваиваемого фосфора — 45...49 % и не содержит гипса.

Обесфторенный фосфат содержит не менее 36 % P_2O_5 , можно применять на всех типах почв и по эффективности не уступает суперфосфату. Используют в основном для минеральной подкормки животных.

Фосфатшлак — побочный продукт переработки мартеновским способом чугуна на сталь и железо. Содержит не менее 10 % P_2O_5 . Сильнощелочное удобрение, поэтому используют на кислых почвах и в местах получения.

Томашлак — побочный продукт при переработке в железо и сталь чугуна по методу Томаса. Томашлак — темный порошок, содержит не менее 14 % P_2O_5 , щелочное удобрение, поэтому используют также, как и фосфатшлак.

Фосфоритная мука — тонкоразмолотый фосфат содержащий 30 % P_2O_5 , который не растворим в воде, слабых кислотах, и слабо доступен для большинства растений. Самое дешевое фосфорное удобрение, но даже оно не доступно АПК из-за низкой платежеспособности сельскохозяйственных товаропроизводителей. Это основное фосфорное удобрение из группы простых (односторонних) удобрений. На его долю приходится 12,0 % доли выпускаемых фосфорных удобрений.

Применение фосфорных удобрений — единственный путь пополнения запасов фосфора в почве и обеспечения бездефицитного баланса этого элемента в хозяйстве. Основная часть потребленного растениями фосфора отчуждается из хозяйства с товарной продукцией и лишь частично возвращается в почву с пожнивными остатками — и в составе местных органических удобрений.

Фосфор водорастворимых форм удобрений сильно закрепляется почвами и имеет низкий коэффициент использования растениями. При внесении удобрения локально — в рядки при посеве и посадке культур — коэффициент усвоения фосфора растениями возрастает в 1,3...1,5 раза. За ротацию севооборота (7...9 лет) использование фосфора удобрения составляет 40...50 %, остальное количество внесенного

фосфора связывается в усвояемых и в труднодоступных для растений формах. Следовательно, для получения планируемой прибавки урожая необходимо вносить не менее, чем в 2 раза больше фосфора с удобрениями, чем выносятся его с желаемой прибавкой урожая.

Для получения высоких и стабильных урожаев, сохранения и повышения плодородия почв интенсивность баланса фосфора (т. е. степень превышения приходной части над расходной, выраженная в процентах) должна составлять для лесостепной зоны 150...200 %, а степной — 200...250 %. Фактическая интенсивность баланса фосфора в земледелии на территории европейской части страны и в целом по России составляет 20 %.

12.1.3. Калийные удобрения

Их применение наиболее эффективно на почвах легкого гранулометрического состава и на почвах с низким содержанием калия. На других почвах с высокими валовыми запасами калия надобность в калийных удобрениях возникает при возделывании культур потребляющих большое количество калия — силосных и овощных, корне- и клубнеплодов, подсолнечника и других, особенно при низком уровне применения навоза и иных органических удобрений.

Для производства калийных удобрений используют природные местонахождения калийных солей. На территории России находится крупнейшее месторождение хлористых калийных солей — Верхнекамское (Соликамское — Березняки).

В настоящее время среднегодовой выпуск калийных удобрений в России составляет 3,5...4,0 млн т, что составляет 31,4 % от общего объема выпускаемых минеральных удобрений.

Калийные удобрения подразделяют на концентрированные и сырые.

Сырые калийные удобрения, получают путем дробления и размола природных калийных солей. Применять сырые калийные соли целесообразно лишь вблизи месторождений калийных руд, так как они имеют низкое содержание K_2O и большое количество примесей. Они содержат много хлора, что также ограничивает их применение.

Сильвинит — $nKCl + mNaCl$. Содержит 12...15 % K_2O и 35...40 % Na_2O . Применяют под натриелюбивые культуры (корнеплоды, капуста, клевер и др.).

Каинит — $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ с примесью $NaCl$. Содержит 10 % K_2O , 6...7 % MgO , 32...35 % Cl , 22...25 % Na_2O , 15...17 % SO_4 .

К **концентрированным** калийным удобрениям относят хлористый калий, сернокислый калий, калимагнезия и др.

Хлористый калий — KCl основное калийное удобрение, на долю которого приходится более 90 % выпускаемых калийных удобрений. Содержит 57...60 % K_2O , мелкокристаллический порошок розового цвета, выпускается и в гранулированном виде, универсальное удобрение.

Учитывая, что калий хорошо поглощается почвой (не вымывается), возможно внесение калийного удобрения про запас, на 2...3 года (вместе с фосфорными удобрениями). Вносить хлористый калий при посеве не рекомендуют, так как он может снизить всхожесть семян.

Сульфат калия — K_2SO_4 содержит 46 % K_2O , мелкокристаллическая соль серого цвета, универсальное удобрение, т. е. можно применять на всех почвах и под все культуры, но особенно чувствительные к хлору (виноград, цитрусовые, лен, картофель, табак и др.). Из-за дороговизны промышленного производства занимает незначительный (1,7 %) объем среди калийных удобрений.

Калимагnezия — $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$, содержит 28...30 % K_2O и 8...10 % MgO . Хорошее удобрение для культур, потребляющих наряду с калием много магния (клевер, лен, картофель), особенно на бедных песчаных и супесчаных почвах.

По данным агрохимической службы России, долевое участие калия в прибавке урожая основных культур неполного минерального удобрения составляет 17...26 %.

Важное условие эффективного применения калийных удобрений — хорошее обеспечение растений азотом и фосфором. На почвах, бедных азотом и фосфором, одни калийные удобрения не дают желаемого результата.

Калийные удобрения на связных почвах лучше вносить осенью (при этом ограничивается отрицательное действие хлора), а на легких почвах — весной под предпосевную обработку или частично в подкормку.

12.1.4. Комплексные удобрения

К комплексным удобрениям относятся удобрения, содержащие 2 и более элементов питания. По способу производства эти удобрения подразделяют на сложные, комбинированные и смешанные.

Сложные удобрения содержат два или три элемента питания в составе одного химического соединения. Например, калийная селитра аммофос — и диаммофос, магнийаммоний фосфат и др.

Аммофос ($NH_4H_2PO_4$) — основное фосфорное удобрение, на долю которого приходится около 35 % от общего производства фосфорных удобрений. Содержит 11...12 % и 40...60 % P_2O_5 в хорошо усвояемой растениями, преимущественно водорастворимой форме. Универсальное удобрение.

Диаммофос ($(NH_4)_2HPO_4$) — фосфорное удобрение, на долю которого приходится 20,3 % от общего производства фосфорных удобрений. Содержит 18 % N и около 50 % P_2O_5 . Это самое концентрированное из всех сложных удобрений, содержащее азот и фосфор в доступной для растений водорастворимой форме.

Калийная селитра (KNO_3) — содержит 13 % N и 46 % K_2O , обладает хорошими физическими свойствами. В качестве источника калия дает

хороший эффект при внесении под культуры, чувствительные к хлору. Недостаток — широкое соотношение между азотом и калием (1 : 3,5), поэтому при ее использовании требуется дополнительное внесение азотных удобрений.

Магний-аммонийфосфат (MgNH_4PO_4) — тройное удобрение, содержащее 10...11 % N и 39...40 % P_2O_5 и 15...16 % MgO .

Комбинированные удобрения получают в едином технологическом процессе, содержат в одной грануле два или три элемента питания, но в составе различных химических соединений.

Нитрофос [$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$] и *нитрофоска* [$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{KCl}$]. Нитрофос содержит 23...24 % N и 14...17 % P_2O_5 , а нитрофоска — по 16 % NPK. Универсальные удобрения.

Нитроаммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3$) и *нитроаммофоску* ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl}$). Нитроаммофос содержит по 23 % N и P_2O_5 , а у нитроаммофоски по 17 % NPK.

Диаммофоска $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{KCl}$ содержит 10 % N, 26 % P_2O_5 и 26 % KCl .

Общий недостаток сложных и комбинированных удобрений заключается в необходимости дополнительного внесения того или иного элемента в виде простых удобрений, так как разные почвы различаются по содержанию элементов питания и по потребности в них растений.

Смешанные удобрения — это смеси (гранулированных) простых и сложных удобрений, получаемые в заводских условиях, либо на тукосмесительных установках непосредственно в хозяйствах путем сухого смешивания. Смешанные удобрения имеют преимущество перед сложными и комбинированными удобрениями, которые выпускаются с фиксированным содержанием питательных элементов, не всегда подходящим для определенной культуры и почвы. Сухое смешивание позволяет создать больший ассортимент удобрений с любым необходимым соотношением NPK и микроэлементов. Однако не все удобрения можно смешивать друг с другом, так как в результате химических реакций между ними может уменьшаться растворимость, содержание питательных веществ, ухудшаться физические свойства удобрений. Для приготовления смешанных удобрений в первую очередь используют мочевины или аммиачную селитру, аммофос и хлористый калий.

12.2. Органические удобрения

Органические удобрения — это разной степени разложения органические вещества в основном растительного и животного происхождения. Количественный и качественный состав органических удобрений зависят от их происхождения, условий накопления и хранения. Эти удобрения содержат обычно много влаги и в небольших количествах

основные элементы питания и микроэлементы, поэтому их относят к комплексным удобрениям. Однако содержание NPK в органических удобрениях по сравнению с минеральными низкое, поэтому их не перевозят на далекие расстояния, а используют на месте получения и называют *местными*.

Применение навоза и других органических удобрений позволяет повторно вовлекать в круговорот питательных веществ часть элементов питания, ранее отчужденных из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур.

Органические удобрения — не только источник элементов питания и дополнительный источник CO_2 для улучшения воздушного питания растений, но и энергетический материал, источник пищи для почвенных микроорганизмов и источник обогащения почвы микрофлорой.

Систематическое внесение органических удобрений способствует регулированию содержания в почве органического вещества, подвижных форм NPK и микроэлементов, биологической активности, водно-физических и других свойств почвы.

К органическим удобрениям относят навоз, торф, навозную жижу, птичий помет, зеленые удобрения, солому, компосты, сапропель и др.

12.2.1. Навоз

Навоз — это основное органическое удобрение в зависимости от технологии содержания животных получают подстилочный и бесподстилочный навоз, который различается по составу, способам хранения и использования.

Подстилочный навоз. Его состав и удобрительная ценность зависят от вида животного, продолжительности стойлового периода, состава кормов, качества и количества подстилки, способа хранения. В среднем, в составе навоза КРС содержится 0,5 % азота, 0,25 % фосфора, 0,6 % калия и 75 % воды.

Для увеличения выхода навоза и повышения его качества большое значение имеют вид и количество подстилочного материала. Подстилка улучшает физические свойства навоза, впитывает мочу и поглощает образующийся при ее разложении аммиак, что уменьшает потери азота.

Для подстилки применяют солому злаковых культур, торф или торфяную крошку, режу — древесные стружки и опилки. Чаще всего для подстилки используют солому в виде резки длиной 9...15 см при среднесуточной норме подстилки от 1 до 6 кг соломы в зависимости от вида скота.

Количество получаемого в хозяйстве навоза зависит от вида животного, общего поголовья скота, продолжительности стойлового периода, наличия кормов и вида подстилки, возрастного состава животных (табл. 29).

29. Количество навоза (т), получаемого в год от одного животного при содержании на соломенной подстилке

Вид скота	Продолжительность стойлового периода, дни			
	240—220	220—200	200—180	менее 180
Крупный рогатый скот	9—10	8—9	6—8	4—5
Лошади	7—8	5—6	4—4,5	2,5—3,0
Свиньи	2,25	1,75	1,5	1,0
Овцы	1,0	0,9	0,6—0,8	0,4—0,5

Количество и качество навоза в значительной степени зависят от способа его хранения. В зависимости от способа хранения разложение навоза происходит с разной интенсивностью и навоз получается неодинакового качества. Существуют плотный, рыхлоплотный и рыхлый способы хранения навоза.

Плотное (или холодное) хранение в навозохранилище или в поле заключается в укладывании навоза слоем высотой 1 м и шириной 3...4 м и немедленном уплотнении. На уплотненный слой укладывают и сразу же уплотняют последующие, пока высота штабеля не достигает 2,5...3 м. Сверху штабель накрывают соломой или землей. Температура в таком штабеле не поднимается выше 20...30 °С, разложение идет в анаэробных условиях, потери органического вещества не превышают 10...12 %. Свежий навоз становится полуперепревшим через 3...5 мес., теряет в среднем 25 % от первоначальной массы. Перепревший навоз получают через 7...8 месяцев.

Рыхлоплотное (или горячее) хранение заключается в укладывании навоза слоем 1 м без уплотнения. Развитие микробиологических процессов идет в аэробных условиях с повышением температуры до 60...70 °С, после чего слой уплотняют и на него накладывают следующий слой и т. д., пока высота штабеля не достигнет 2,5...3 м. При таком способе хранения полуперепревший навоз получают через 1,5...2 мес., но потери органического вещества увеличиваются до 17...22 %. Перепревший навоз получают через 4...5 мес. При таком способе хранения в нем погибают семена сорняков и возбудители желудочно-кишечных заболеваний. Этот способ хранения применяют также при большом количестве соломы в навозе.

Рыхлое хранение заключается в хранении навоза без уплотнения, что приводит к большим потерям органического вещества (до 40 %), навоз разлагается быстрее, но неравномерно, что снижает его качество, как удобрения.

По степени разложения различают: свежий, полуперепревший, перепревший навоз и перегной.

Свежий навоз — слаборазложившаяся масса, солома в которой еще сохраняет первоначальный цвет и прочность.

Полуперепревший навоз теряет по сравнению со свежим в среднем 25 % первоначальной массы и органического вещества. Солома в нем приобретает темно-коричневый цвет, теряет прочность и легко разывается.

Перепревший навоз — однородная темная масса, содержащая 50 % исходной массы и органического вещества, в которой не замечены даже отдельные элементы подстилочного материала.

Перегной — рыхлая землистая темная однородная масса, содержащая не более 25 % массы органического вещества исходного свежего навоза.

Без крайней необходимости не следует хранить навоз до перепревшего и тем более перегнойного состояния, так как это ведет к громадным потерям органического вещества и азота.

Наиболее рационально применение навоза в полуперепревшем состоянии, в котором лучше сохраняется азот и содержится наибольшее количество органического вещества.

Навоз обладает значительным последствием. Использование азота, фосфора и калия из навоза второй культурой обычно составляет соответственно 15...20; 10...15 и 10...15 %, третьей — 10...15; 5...10 и 0...10 %. Использование питательных веществ навоза за ротацию севооборота (с учетом последствия) составляет: азот — 50...60 %, фосфора — 50...60 и калия — 80...90 %, что близко к использованию соответствующих питательных веществ из минеральных удобрений.

Дозы навоза зависят от его качества, а также удобряемой культуры. Под овощные и пропашные культуры (кукуруза, картофель сахарная свекла и др.) необходимо вносить более высокие дозы (40...50 т/га), чем под зерновые (20...30 т/га). Лучше всего вносить навоз с осени под явлевую обработку почвы.

Бесподстилочный навоз получают на крупных специализированных фермах и животноводческих комплексах, где практикуется бесподстильное содержание животных.

Свежий бесподстилочный навоз в среднем содержит 0,77 % N, 0,44 % P_2O_5 , 0,76 % K_2O и до 90 % воды. В таком навозе от 50 до 70 % азота находится в аммонийной форме, хорошо доступной растениям в первый период внесения. Поэтому коэффициент использования культурами азота бесподстилочного навоза и действие его на урожай в год внесения выше, чем подстилочного, а последствие, наоборот, слабее.

Для транспортировки и внесения бесподстилочного навоза используют специальные цистерны-разбрасыватели. Дозы бесподстилочного навоза зависят от удобряемой культуры и составляют: 30...35 т/га под озимые зерновые и однолетние травы; 38...50 т/га под картофель; 50...100 т/га под корнеплоды; 60...100 т/га под кукурузу на зеленый корм и силос; 60...80 т/га под многолетние мятликовые и бобово-мятликовые травы, травы на сено и зеленый корм.

12.2.2. Другие виды органических удобрений

Навозная жижа — ценное быстродействующее азотно-калийное удобрение, содержащее в среднем 0,2...0,3 % N, 0,4...0,5 % K₂O и фосфора — 0,01 %. Общее количество ее в среднем составляет 10...15 % массы свежего навоза. Хранить ее надо в плотно закрытом жижесборнике, что существенно сократит потери азота.

Навозную жижу можно вносить в основное удобрение и в подкормку, а также использовать для приготовления компостов с торфом. Под зерновые культуры, картофель и корнеплоды в основное удобрение вносят 15...20 т/га навозной жижи, под овощные — 20...30 т/га.

При клеточном содержании (на птицефабриках) получают бесподстилочный помет в год от курицы 60...70 кг, утки 100...170 кг и гуся 250...300 кг. Помет содержит 2,0 % N, 1,5 % P₂O₅, 0,5 % K₂O и 65 % воды. Непосредственно для удобрения его не применяют, он идет в основном для приготовления компостов с торфом или соломой, причем их берут столько, чтобы получилась достаточно рыхлая и сыпучая масса (обычно в соотношении 0,5...1,0 : 1,0). При отсутствии торфа можно пересыпать помет сухой перегнойной землей или перепревшим навозом, а также добавить к нему 7...10 % суперфосфата, который почти полностью связывает выделяющийся аммиак.

Хорошо сохраненный птичий помет — ценное удобрение, дающее высокие прибавки урожая сельскохозяйственных культур. Его можно применять под все культуры в качестве основного удобрения — 2...5 т/га с заделкой под плуг, а также в меньших дозах в подкормку озимых или пропашных культур с заделкой соответственно бороной и культиватором при междурядных обработках. Доза сырого помета для подкормки составляет 0,8...1 т/га, для жидкой подкормки применяют вдвое меньшую дозу при разбавлении сухого помета водой в 6...7 раз.

Торф и торфяные компосты. Торф образуется в результате неполного разложения болотных растений в условиях повышенной влажности и недостаточного доступа воздуха. В зависимости от происхождения торф делят на верховой, низинный и переходный. Содержание питательных веществ повышается при переходе от верхового к низинному торфу, в котором содержится 2,5...3,5 % N, 0,2...0,5 % P₂O₅ и 0,15...0,20 % K₂O.

Хорошее действие на сельскохозяйственные культуры оказывает низинный торф. Лучший способ использования торфа на удобрение — применение его в составе компоста. При компостировании торфа с навозом (в соотношении 1 : 1) микробиологические процессы в торфе активизируются, в результате чего его удобрительная ценность повышается. Очень эффективно компостирование торфа с навозной жижей. Для поглощения 1 т жижи необходимо около 200 кг верхового или 500 кг низинного торфа при 50 %-ной влажности.

Компосты. Обычно компост состоит из двух компонентов, неодинаковых по устойчивости к разложению микроорганизмами. Один из них

(торф, земля) выступает в роли поглотителя влаги и аммиака и без компостирования слабо разлагается, другой (навоз, жижа и др.) обогащен микрофлорой и содержит значительное количество легкоразлагающихся азотсодержащих органических соединений.

Компост считают готовым, когда вся его масса становится однородной и рассыпчатой. Обычно готовят торфонавозные, торфожиловые и другие компосты. Наиболее целесообразно внесение компостов осенью под зяблевую вспашку или весной под перепашку зяби.

Солома — как органическое удобрение может применяться в хозяйстве при ее излишках. При влажности 16 % солома содержит в среднем 0,5 % N, 0,25 % P_2O_5 и 1,0 % K_2O . Излишки соломы (если они не находят другого применения) сразу после уборки урожая из валков измельчают, равномерно распределяют по поверхности поля и заделывают в почву. Для лучшего разложения ее с помощью дискования или лущения заделывают на глубину 8...10 см, с последующей основной обработкой на принятую глубину в обычные для конкретной зоны сроки. На полях с внесением соломы размещают, прежде всего, бобовые и удобряемые азотом пропашные культуры.

Вносят солому в количестве 2...10 т/га, как правило, под пропашные культуры, а учитывая длительность ее разложения, наибольший эффект от внесения сказывается на второй год.

Зеленые удобрения — свежая растительная масса, как правило, бобовых растений, запахиваемая в почву в целях обогащения ее азотом и органическим веществом. Этот прием называют также *сидерацией*, а растения, возделываемые на зеленое удобрение — *сидератами*. С зеленым удобрением в почву вносят до 35...40 т/га органической массы (не считая корней), содержащей 100...200 кг азота. В качестве сидератов возделывают такие бобовые растения, как люпин, сераделлу, донник, озимую вику, астрагал, чину, эспарцет, а также горчицу, рапс, сурепицу и др.

Органические удобрения обладают длительным действием, поэтому при определении их агрономической и экономической эффективности нужно суммировать достоверные прибавки от них за все годы (минимум за 3...4 года).

12.3. Косвеннодействующие удобрения

К удобрениям косвенного действия относят используемые для химической мелиорации почв известковые и гипсовые удобрения, а также бактериальные удобрения. Химическая мелиорация почв — это регулирование состава поглощенных ПИК катионов путем замены избытка нежелательных среди них (H, Al, Fe, Mn в кислых почвах, Na и Mg в щелочных почвах) на кальций. Проводят эту замену на кислых почвах внесением известковых, а на щелочных — гипсовых удобрений.

Известкование кислых почв. Для каждого вида растений существует определенный наиболее благоприятный для роста и развития интервал реакции почвы (табл. 5).

Наиболее распространенный способ уменьшения кислотности почвы — *известкование*, при котором происходит замещение поглощенного водорода на кальций.

Эффективность известкования зависит от кислотности почв, чем выше кислотность, тем острее потребность в известковании и больше прибавки урожая от этого агроприема.

Известь обладает длительным действием. Полная доза извести может оказывать положительное влияние на урожай сельскохозяйственных культур в том числе 14...15 лет, а половинная доза — не более 6...7 лет. С течением времени после внесения извести вновь происходит постепенное увеличение кислотности почвы и возникает потребность в повторном известковании.

Для известкования применяют известковые удобрения промышленного производства, получаемые размолотом твердых карбонатных пород (известняковая и доломитовая мука) и отходы промышленности, богатые известью (металлургические шлаки, цементная пыль, дефекация и др.).

Эффективность применения извести в большей степени зависит от равномерного ее внесения и тщательного перемешивания с почвой. Известь должна быть хорошо измельчена и перед заделкой равномерно рассеяна по поверхности почвы. Необходимо применять заделку извести под плуг с осени под зяблевую обработку или весной под перепашку зяби, лучше всего вместе с органическими удобрениями (навозом, торфом, компостами).

Известь медленно растворяется и взаимодействует с почвой, действие ее проявляется постепенно, поэтому максимальный эффект от известкования достигается на второй-третий годы.

Гипсование — химическая мелиорация с помощью гипса ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) солонцовых почв, имеющих высокую долю натрия в ПИК (более 10 % емкости поглощения) и щелочную реакцию, что и обуславливает неблагоприятные физические, химические, физико-химические и биологические свойства и низкое плодородие почв.

Солонцы отличаются неблагоприятным водно-воздушным режимом: при увлажнении солонцовый горизонт набухает, становится практически водонепроницаемым, очень вязким, а при подсыхании превращается в твердую плотную массу. Все это служит серьезной преградой для корней растений и не поддается механической обработке.

Коренное улучшение солонцов достигается заменой в ППК натрия на кальций путем гипсования; удалением образующихся солей натрия промывкой и разрушением солонцового горизонта.

Для гипсования могут быть использованы следующие материалы.

Гипс сыромолотый $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, фосфогипс, глиногипс.

Доза гипса в зависимости от количества поглощенного натрия и щелочности почвы может быть от 3 до 10 т/га. Гипсование проводят осенью: половину нормы вносят под зяблевую вспашку, а половину распределяют по поверхности, а затем заделывают дисковыми боронами.

Затраты на гипсование почвы окупаются за 2...3 года, действие гипса прослеживается до 10 лет.

Улучшение слабосолонцеватых почв, как правило, достигается само-мелиорацией, фитомелиорацией и землеванием.

Вопросы для самопроверки знаний

1. По какому принципу делятся азотные удобрения? 2. Назовите нитратные удобрения, их состав и свойства. 3. Что такое аммонийные и аммиачные удобрения? 4. Каковы состав и свойства смешанных форм азотных удобрений? 5. На какие основные группы подразделяются фосфорные удобрения? 6. Расскажите об особенностях применения фосфорных удобрений. 7. Расскажите о сырых калийных солях. 8. В чем особенность других калийных удобрений? 9. На каких почвах и под какие культуры наиболее эффективно применение калийных удобрений? 10. Какие удобрения называют комплексными? 11. Как подразделяются комплексные удобрения по способу производства? 12. Чем отличаются органические удобрения от минеральных? 13. Перечислите виды органических удобрений? 14. Состав подстилочного навоза и от чего зависит его выход? 15. Какие существуют способы хранения навоза? 16. Какие изменения происходят при его хранении? 17. Как классифицируется навоз по степени разложения? 20. Каковы свойства навозной жижи и птичьего помета, применяемых в качестве удобрений? 18. Что вы знаете о торфе и торфяных компостах? 19. Что называют зеленым удобрением и какое действие они оказывают на почву и растения? 20. Какие удобрения называют косвеннодействующими и почему? 21. Какое влияние оказывает известкование на свойства почвы? 22. Какие материалы используются для известкования и когда оно проводится? 23. На каких почвах и по каким показателям проводится гипсование почв? 24. Какие материалы используют при гипсовании и в каких дозах?

Глава 13

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ

13.1. Система удобрений и ее составные части

Высокая эффективность удобрений обеспечивается только при применении их с учетом конкретных почвенно-климатических условий, особенностей питания отдельных культур и чередования их в севообороте, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов.

Система удобрений — это комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических и агрохимических мероприятий, направленных на рациональное использование органических и минеральных удобрений с целью повышения урожая, его качества и воспроизводства плодородия почв.

Цель системы удобрения (СУ) — удовлетворение потребностей растений в элементах минерального питания на планируемый урожай при ежегодном обеспечении максимально возможной агроэкономической эффективности и экологической безопасности использования имеющихся природно-экономических ресурсов (почв, удобрений, мелиорантов, культур, сортов, техники и т. д.) каждого хозяйства.

Основные задачи системы удобрений:

- повышение продуктивности возделываемых культур и плодородия почвы;

- утилизация отходов животноводства и растениеводства;

- устранение различий (выравнивание) в плодородии отдельных полей и участков с одновременной оптимизацией агрохимических показателей почв в соответствии с требованиями возделываемых культур;

- повышение окупаемости удобрений и мелиорантов прибавками урожая возделываемых культур при любой обеспеченности удобрениями, вплоть до максимально возможной;

- постоянное соблюдение всевозрастающих требований по охране окружающей среды от загрязнения средствами химизации земледелия.

Система удобрений включает 2 этапа. Первый этап — включает разработку и выполнение организационно-хозяйственных и экономических мероприятий, связанных с производством, заготовкой, закупкой, перевозкой и хранением удобрений.

Второй этап — это рациональное распределение удобрений по севооборотам и внутри их под различные культуры.

Составные части СУ следующие:

— научно-организационную систему использования удобрений в хозяйстве;

— систему применения удобрений в севообороте, как важнейшее звено агроландшафтной системы земледелия;

— систему удобрений отдельных культур севооборота, составленную из оптимальных доз, форм, сроков и способов внесения удобрений.

Система удобрений в хозяйстве — это комплекс предусматривающий:

— механизированные складские помещения для правильного хранения минеральных удобрений;

— накопление и правильное хранение органических удобрений;

— наличие транспортных средств для перевозки удобрений;

— комплекс по внесению минеральных и органических удобрений;

— известкование кислых и гипсование солонцовых почв.

Система удобрений в севообороте — часть общей системы удобрения в хозяйстве. Под ней понимают распределение органических и минеральных удобрений, химических мелиорантов и других удобрительных средств под культуры севооборота. На этом этапе предусматривают дозы, сроки и способы внесения удобрений под отдельные культуры с учетом планируемого урожая, физиологических особенностей питания культур и их чередования, технологии возделывания, почвенно-климатических и гидротехнических условий, свойств удобрений, экономических условий хозяйства.

Система удобрений отдельной культуры — план распределения минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и других удобрительных средств по полям для обеспечения высокого агроэкономического эффекта на основе систематического роста плодородия почв, получения сельскохозяйственной продукции высокого качества и охраны окружающей среды от загрязнения. Система удобрений отдельной культуры находится в неразрывной связи с системой удобрений в севообороте.

13.2. Способы внесения удобрений

Годовую норму удобрений под отдельные культуры можно вносить в разные сроки и различными способами. Сроки и приемы внесения удобрений должны обеспечивать наилучшие условия питания растений в том числе и всей вегетации и наибольшую окупаемость питательных веществ урожаем. Различают три способа внесения удобрений: допосевное (или основное), припосевное (в рядки, гнезда, лунки) и послепосевное (или подкормки в период вегетации).

Основное (допосевное) удобрение Цель основного удобрения — обеспечить растения элементами питания на весь период его развития и повысить плодородие почвы. До посева вносят навоз и другие органи-

ческие удобрения и, как правило, 65...75 % общей дозы минеральных удобрений под конкретную сельскохозяйственную культуру.

Основное удобрение вносят в разброс или локально. Внесение *вразброс* состоит из разбрасывания удобрений с помощью разбрасывателей минеральных и органических удобрений по поверхности поля и последующей их заделки в почву плугом, культиватором или дисковыми боронами. Разбросной способ должен обеспечивать равномерное распределение удобрений по площади поля.

Удобрения вносят осенью под вспашку или весной под культивацию. Под вспашку используют органические удобрения, известь и минеральные удобрения. В южных районах страны, из-за пересыхания верхней части пахотного слоя почвы в летний период, удобрения вносят осенью. В районах с избыточным увлажнением допосевное удобрение применяют в два приема: фосфорные и калийные — осенью под вспашку, азотные — весной под предпосевную культивацию.

На песчаных почвах, особенно в районах избыточного увлажнения, во избежание вымывания элементов питания все удобрения лучше внести под предпосевную культивацию.

При заделке удобрений под вспашку основное их количество размещается в почве на глубине 9...20 см, в результате чего оно малодоступно растениям в начале вегетации. При заделке культиваторами и дисковыми боронами 50...90 % удобрений находится в поверхностном 3...5 сантиметровом слое почвы, который быстро пересыхает и питательные вещества удобрений плохо используются растением. Все это снижает эффективность разбросного удобрения.

Более прогрессивным способом внесения удобрений является *локальный*. При локальном внесении удобрения размещают очагами в зоне развития корневой системы с целью повышения коэффициента использования питательных веществ. При локальном внесении удобрений они слабо перемешиваются с почвой и элементы питания удобрений дольше сохраняются в доступном для растений состоянии. При локализации удобрения расходуются экономнее. Для получения одинаковой прибавки урожая дозу локального удобрения можно уменьшить в 1,5...2 раза по сравнению с разбросным. При дефиците удобрений уменьшение дозы внесения на 30...50 % позволяет увеличить удобряемую площадь.

Припосевное удобрение. Его назначение состоит в обеспечении растений легкодоступными формами элементов питания в начальный период их жизни. В период от прорастания семян до образования корневой системы всходы слабо усваивают питательные вещества из почвы и основного удобрения. Припосевное удобрение позволяет растениям за короткий срок сформировать хорошо развитую корневую систему, способную усваивать элементы питания почвы и основного удобрения.

Припосевное удобрение вносят одновременно с посевом или посадкой полевых и овощных культур непосредственно в рядки (рядковое удобрение) или заделывают лентами на некотором удалении от них.

Виды и формы припосевного удобрения предопределены его назначением. В первые две недели после прорастания семян у растений наступает критический период к недостатку фосфора. Потребность в фосфоре в это время преобладает над потребностью в азоте и калии. Поэтому решающее значение в составе припосевного удобрения имеет фосфорное.

Удобрения, используемые при посеве, должны хорошо растворяться и легко усваиваться молодыми растениями. В то же время проростки семян очень чувствительны к высокой концентрации почвенного раствора. Поэтому непосредственно в рядки вносят в зависимости от культуры небольшие дозы удобрений (10...20 кг/га д. в.).

Послепосевное удобрение (подкормка). Его проводят при недостаточном внесении основного удобрения, для усиления питания растений в наиболее важные периоды их развития, а также для улучшения качества продукции.

Наибольшее распространение в производстве получила ранневесенняя азотная подкормка озимых, когда вышедшие из-под зимы растения ослаблены, микробиологическая деятельность в почве в этот период заторможена, а растениям недостает азота.

Наиболее эффективны весенние азотные подкормки озимых NH_4NO_3 дозой 20...40 кг д. в., при которых 1 кг азота дает прибавку зерна 12...15 кг. Вносят азот под озимые в период, когда растения трогаются в рост, при этом наиболее эффективна прикорневая подкормка. Ее проводят при помощи зерновых сеялок с дисковыми сошниками поперек рядков растений после схода снега и подсыхания почвы, чтобы не повредить посевы.

Подкормки широко используют и на многолетних сеяных сенокосах, пастбищах, естественных кормовых угодьях.

13.3. Эффективность применения удобрений

Эффективность удобрений определяют в полевых, производственных и стационарных опытах в типичных для данного района условиях. Различают агрономическую, экономическую и энергетическую эффективность удобрений.

Агрономическая эффективность — это оплата единицы удобрений полученной прибавкой урожая культуры с гектара в конкретных почвенно-климатических условиях.

По нормативам в среднем по стране 1 кг д. в. минеральных удобрений должен окупаться прибавкой урожайности: зерна 4,3 кг, сахарной свеклы 29,2 кг, подсолнечника 2,4 кг, льна-волока 1,2 кг, картофеля 26,6 кг, овощей 42,6 кг, силосных 37,2 кг, кормовых корнеплодов 42,9 кг, однолетних и многолетних трав на сено 11,6 кг, трав с лугов и пастбищ на сено 13 кг, многолетних насаждений 14,1 кг.

Экономическая эффективность. Наиболее простым и доступным способом экономической оценки является сопоставление дополнительных производственных затрат (ДПЗ) на применение удобрений и стоимости прибавки урожая (СПУ). Разница между этими показателями характеризует дополнительно чистый доход (ДЧД), в результате применения удобрений.

Стоимость прибавки урожая (руб./га) устанавливают путем умножения прибавки урожая (ПУ), определяемой по нормативной оплате 1 кг д. в. удобрений приростом урожая основной и побочной продукции (т/га) на стоимость дополнительной основной и побочной продукции (цена реализации — ЦР, руб.) : $СПУ = ПУ \cdot ЦР$.

Дополнительные производственные затраты (ДПЗ), связанные с применением удобрений, включают стоимость удобрений, затраты на выполнение работ по их применению, а также затраты на уборку и доработку прибавки урожая.

Дополнительный чистый доход с 1 га, полученный от применения удобрений, определяют по разности между стоимостью прибавок урожайности, полученных от применения удобрений, и затратами на удобрение, уборку и доработку дополнительной продукции: $ДЧД = СПУ - ДПЗ$.

Отношение стоимости прибавки урожая к дополнительным затратам позволяет оценить окупаемость дополнительных затрат (O_k) на применение удобрений стоимостью дополнительной продукции: $O_k = СПУ / ДПЗ$. А отношение дополнительного чистого дохода к дополнительным затратам, выраженное в процентах, характеризует рентабельность (Р) применения удобрений: $Р = ДЧД : ДПЗ \cdot 100$.

На основе определения этих показателей проводят оценку различных вариантов системы удобрений.

Энергетическая эффективность. Энергетический анализ агроэкосистем, агроценозов (севооборотов) и отдельных культур позволяет оценить значение удобрений в балансе энергии и выявить пути повышения продуктивности использования солнечной энергии и сохранения производственных затрат энергии, в том числе невозможных источников.

Энергетическая эффективность (энергоотдача) применения удобрений характеризуется биоэнергетическим коэффициентом полезного действия. Энергетический КПД применения удобрений ($K_{Эн}$) характеризуется отношением количества энергии, выраженной в МДж, в прибавке сухого вещества урожая (в основной и побочной продукции) от удобрений ($E_{вых}$) к энергетическим затратам на ее получение — $E_{вх}$, включая затраты энергии на производство и технологию применения удобрений: $K_{Эн} = E_{вых} : E_{вх}$.

Применение удобрений считают энергетически оправданным при $K_{Эн} \geq 1$.

В среднем, энергетический КПД применения удобрений по стране составляет: для озимой пшеницы — 1,54, озимой ржи — 1,49, яровой

пшеницы — 1,29, ячменя — 1,76, кукурузы на зерно — 1,87, картофеля — 2,20, сахарной свеклы — 1,95, льна — 1,09, а в среднем по всем культурам — 1,19.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что такое система удобрений? 2. Сформулируйте основные задачи системы удобрений. 3. Как вы понимаете систему удобрений в хозяйстве? 4. В чем особенности системы удобрений в севообороте? 5. В чем главная цель основного (допосевного) внесения удобрений? 6. Как изменяется эффективность удобрений при локальном внесении? 7. Основное назначение припосевного способа внесения удобрений и его роль в питании растений? 8. Расскажите о роли послепосевного удобрения (подкормки). 9. Назовите основные показатели, характеризующие агрономическую эффективность удобрений. 10. Перечислите основные показатели, характеризующие экономическую эффективность удобрений. 11. Что вы понимаете по энергетической эффективности удобрений?

Часть 4

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ



Глава 14

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

14.1. История развития систем земледелия

Разработка систем земледелия для различных природно-экономических районов нашей страны и их внедрение в сельскохозяйственных предприятиях различных форм собственности в настоящее время — одна из важнейших задач аграрной науки и практики.

С агрономической точки зрения под *системой земледелия* понимают комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на эффективное использование земли и других ресурсов, сохранение и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Система земледелия должна обеспечивать интенсивное, высокоразвитое, экологически эффективное производство растениеводческой продукции высокого качества при рациональном использовании сельскохозяйственных земель и расширенном воспроизводстве почвенного плодородия. Системы земледелия должны обеспечивать надежную защиту почв от водной и ветровой эрозии, охрану окружающей среды от загрязнения ядохимикатами и минеральными удобрениями, борьбу с засухой, создание благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур и жизни человека.

В нашей стране сельское хозяйство приходится вести в очень разнообразных, часто сложных почвенно-климатических условиях — от сухих степей до горных районов. Поэтому современные системы земледелия должны быть адаптированы к конкретным ландшафтам, отвечать требованиям экологической безопасности.

Адаптивно-ландшафтная система земледелия должна обеспечивать устойчивое производство сельскохозяйственной продукции с учетом развития науки и техники, экономических и материальных ресурсов с сохранением устойчивости агроландшафта и расширенным воспроизводством почвенного плодородия. Адаптивно-ландшафтная система земледелия предусматривает трансформацию природного ландшафта под воздействием антропогенных факторов в соответствии с оценкой экологических условий в агроэкологические ландшафты.

Развитие систем земледелия проходило в том числе длительного исторического периода (около десяти тысячелетий). Известный русский ученый А. В. Советов (1826—1901), первым разработавший классификацию систем земледелия, писал: «Нет сомнения, что та или другая система земледелия выражает ту или иную степень гражданского развития народов». Они возникали и развивались под влиянием конкретного исторического этапа развития общества, которому соответствовал тот или иной способ землепользования и землевозделывания. То есть системы земледелия совершенствовались по мере накопления практического опыта и научных знаний.

Основными признаками всех систем земледелия являются способы использования земли, воспроизводства плодородия почвы. Способ использования земли выражается в соотношении земельных угодий и в структуре посевных площадей, а способ воспроизводства плодородия почвы — в комплексе агротехнических и мелиоративных мероприятий в соответствии с возделываемыми культурами. Эти признаки, определяющие интенсивность и рациональность системы, положены в основу классификации систем земледелия.

По степени интенсивности земледелия различают примитивные, экстенсивные, переходные, интенсивные и современные системы земледелия (табл. 30).

30. Классификация систем земледелия

Системы земледелия	Способ использования земли	Способ повышения плодородия почвы
Примитивные: залежная, переложная, подсечно-огневая, лесопольная	Почти все посевы заняты зерновыми, в обработке меньшая часть пахотно-пригодных земель	Природные процессы без участия человека
Экстенсивные: паровая, многопольно-травяная	Под посевами не менее половины пашни. Преобладают зерновые культуры. Остальная площадь под паром и многолетними травами	Природные процессы, направляемые человеком
Переходные: улучшенная зерновая, травопольная	Все пахотно-пригодные земли в обработке. Преобладают зерновые культуры с многолетними травами или пропашными культурами и чистым паром	Возросшее воздействие человека с использованием природных факторов
Интенсивные: плодосменная, промышленно-заводская	Почти все пахотные земли заняты посевами. Значительные площади заняты пропашными культурами, введены посевы промежуточных культур	Активное воздействие человека с использованием средств, поставленных промышленностью

Системы земледелия	Способ использования земли	Способ повышения плодородия почвы
Современные: 1. Почвозащитные: зернопаровая, зернопропашная, зернотравяная, плодосменная, травопольная, пропашная и др.	Интенсивное использование пашни связано с использованием элементов агроландшафта и защиты окружающей среды для получения экологически чистой продукции. Значительная часть пашни залужена	Широкое применение промышленных средств и мероприятий по защите почв от эрозии и дефляции
2. Агроландшафтные, контурно-мелиоративные и др. 3. Альтернативные: зеленая, залежная		
		Сочетание промышленных средств с почвозащитными мероприятиями при возрастающей роли биологических и агротехнических приемов

Примитивные системы. К ним относят: в лесных районах — подсеčno-огневую и лесопольную, в степных — залежную и переложную. Они характерны для раннего развития земледелия, когда использовали лишь естественное плодородие почвы без его восстановления и повышения.

Подсеčno-огневая система. При подсеčno-огневой системе земледелия сжигали естественную лесную растительность, а освободившуюся площадь использовали под посевы сельскохозяйственных культур, в основном зерновых. Однако высокие урожаи получали только в первые два года, затем почва быстро утрачивала свое плодородие.

Лесопольная система. По мере увеличения площади пашни возникла необходимость возвращаться к оставленным участкам, вновь поросшим лесом. При этом использовался хозяйственно ценный лесоматериал. Так постепенно подсеčno-огневая система превратилась в лесопольную.

Залежная и переложная системы. В степных районах, где под пашню осваивали земли, занятые травянистой (степной) растительностью и обладающие высоким естественным плодородием (черноземы, каштановые почвы), сложились залежная и переложная системы земледелия. Однако и здесь при повторном возделывании зерновых культур урожай их постепенно снижался. Более выгодно было оставлять участок под залежь и осваивать целину. Площадь, оставленная под залежь, сначала зарастала бурьяном, а спустя 15...20 лет (после появления характер-

ной для целины растительности) ее вновь распахиwali и использовали под посевы. Возвращение к распашке прежних участков преобразовало залежную систему в переложную.

Примитивные системы земледелия характерны для дофеодалного общества. Однако в южных и восточных районах России залежная и переложная система существовала до начала XXв, это было обусловлено высоким естественным плодородием черноземов.

Сущность этих систем состояла в воспроизводстве плодородия почвы с помощью различной травянистой растительности. Посевами были заняты менее 20 % площади.

Экстенсивные системы земледелия. При этой системе земледелия продолжительность перелога сократилась до одного года, а для подавления сорняков стали оставлять паровые поля. *Паровая* система земледелия была шагом вперед и позволила в три-четыре раза расширить площади под посевами зерновых культур, повысить интенсивность использования земли и увеличить производство зерна.

При этой системе создавались хорошие условия для применения навоза, борьбы с сорняками, накопления в почве влаги и питательных веществ. Все это позволяло более устойчиво вести полеводство, особенно в засушливые годы.

Для этой системы земледелия характерны зернопаровые севообороты с короткой ротацией, в которых после чистого пара размещали зерновые в том числе одного, двух или трех лет.

При названных положительных сторонах паровой системы земледелия необходимо отметить, что она не создавала условий для развития животноводства, поскольку кормовые культуры не были введены в севооборот. Из-за распашки природных кормовых угодий скот выпасали на паровых полях, что резко снижало их эффективность. Паровая система земледелия была господствующей в России вплоть до революции 1917 года.

В современных условиях паровая система земледелия развилась в зернопаровую почвозащитную и широко применяется в Сибири, Северном Казахстане, Зауралье, Поволжье и ряде других районов страны.

Многопольно-травяная (или выгонная) система земледелия применялась в некоторых приморских и горных районах с развитым животноводством часть земельной площади стали отводить под кормовые травы, которые в первые годы использовали на укос, а в последующее — на выгон (как пастбища). Для этого количество полей в севообороте пришлось увеличить до 10...12. Плодородие почвы, как и при паровой системе земледелия, воспроизводится в сеночном за счет природных факторов. Использование удобрений и других промышленных средств воздействия на почву крайне ограничено. Все это в конечном счете обуславливает низкий выход продукции с единицы площади при очень высоких затратах труда на ее производство.

Переходные системы земледелия. В паровой и многопольно-травяной системах земледелия плодородие почвы воспроизводится природными факторами, в небольшой степени поддерживаемыми человеком (посев многолетних трав, обработка почвы), без применения в достаточных количествах минеральных удобрений. Поэтому их нельзя считать интенсивными, но они стали основой для перехода к интенсивным системам земледелия.

Улучшенная зерновая система земледелия возникла в результате совершенствования паровой и многопольно-травяной систем земледелия. Многопольно-травяная система переходила в улучшенную зерновую в результате сокращения площади под многолетними травами при соответствующем увеличении площади под зерновыми культурами. Паровая обработка почвы, травосеяние и унавоживание почвы обеспечивали значительный рост продуктивности земледелия. В дальнейшем при совершенствовании улучшенной зерновой системы чистые пары постепенно заменялись занятыми. Кроме того, в севооборот начали вводить пропашные культуры.

Вариант дальнейшего совершенствования улучшенной зерновой системы — *сидеральная* система земледелия, при которой чистый пар заменяется сидеральным. Урожай сидератов полностью запахивают в почву. Эта система земледелия получила распространение в районах с большим количеством осадков и малоплодородными легкими почвами.

Травопольная система земледелия была теоретически обоснована и предложена производству академиком В. Р. Вильямсом. Объединив улучшенный зерновой и многопольно-травяной севообороты, он рекомендовал к применению в каждом хозяйстве двух севооборотов: полевого и кормового. Полевой севооборот включал два паровых трехполя и два-четыре поля многолетних трав. В кормовой севооборот были введены однолетние полевые культуры, что позволило повысить его продуктивность. В результате в районах достаточного увлажнения создавались условия для развития животноводства, большего выхода навоза и соответственно роста урожаев в полевом зернотравяном севообороте.

Такая система земледелия рекомендовалась повсеместно в 20...30 годы прошлого столетия вместо классической трехполки (пар — озимые — яровые).

Основная задача травопольной системы земледелия — повышение плодородия почвы биологическим путем, за счет посевов многолетних бобовых и злаковых трав.

Интенсивные системы земледелия. На смену переходных систем земледелия пришли интенсивные системы. Их внедрение потребовало интенсивных методов возделывания сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почвы. Признаками интенсивной системы земледелия являются: отсутствие чистого пара, наличие бобовых и пропашных культур и обязательное их чередование с зерновыми

культурами, использование высоких доз удобрений, особенно минеральных, при обязательном соблюдении основных законов земледелия и соблюдении технологий обработки почвы.

Важнейшими признаками *плодосменной* системы считались: распашка естественных кормовых угодий и превращение их в пашню, за исключением высокопродуктивных лугов; возделывание наиболее выгодных кормовых культур; ликвидация чистых паров и замена их бобовыми травами; чередование культур, истощающих и обогащающих почву (т. е. плодосмен).

В России плодосменная система земледелия нашла ограниченное применение в лучших помещичьих хозяйствах, выращивающих сахарную свеклу и картофель для технических целей.

Переход к этой системе означал, что чисто зерновое хозяйство уступало место хозяйству с развитым животноводством, возделыванием технических (картофель, сахарная свекла и др.) и пропашных культур.

В плодосменных севооборотах наиболее удачно решены вопросы повышения плодородия почв за счет внесения навоза, посева бобовых трав, глубокой обработки почвы и борьбы с сорняками.

Промышленно-заводская (или пропашная) система земледелия является наиболее интенсивной и энергоемкой. Более 50 % пашни при ней отводится под интенсивные пропашные культуры, которые требуют применения высоких норм органических (50—60 т/га) и минеральных (до 1 т/га) удобрений, гербицидов и других средств химизации, хорошей влагозарядки почвы.

В дореволюционной России в силу ее технической отсталости промышленно-заводская система земледелия была еще менее распространена, чем плодосменная.

В 1955—1964 гг. пропашная система земледелия широко пропагандировалась в нашей стране. Но вследствие недостаточной технической оснащенности отдельных колхозов и совхозов, отсутствия нужного количества минеральных и органических удобрений, пестицидов, а также большого разнообразия почвенно-климатических условий и по другим причинам она не получила широкого распространения, за исключением районов выращивания хлопчатника, сахарной свеклы, овощных культур и картофеля.

Современные системы земледелия. Для них характерен высокий научно-технический уровень с учетом земельных особенностей и почвенно-климатических условий. Основой их являются: научно обоснованная структура посевных площадей, система севооборотов с культурами и сортами интенсивного типа, экологически чистая технология их возделывания с широким использованием новейшей техники, научно обоснованных систем удобрения, обработки и защиты почвы от эрозии, интегрированной защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, системы воспроизводства плодородия почвы и защиты окружающей среды.

В настоящее время получили распространение (и все они в первую очередь должны быть почвозащитными) следующие системы земледелия: зернопаровая, зернопаропропашная, зернопропашная, зернотравяная, плодосменная, травопольная, пропашная и др.

14.2. Методологические принципы разработки современных систем земледелия

На территории России размещаются несколько крупных природных зон, резко отличающихся друг от друга климатом, почвами, растительным покровом, рельефом и другими факторами. На большей части территории нашей страны сумма активных температур за вегетационный период составляет 1500 °С, значительную долю площади занимают горы. Пахотные земли размещены в районах, где часто бывают засухи, может проявляться ветровая эрозия почвы, большие площади имеют повышенную засоленность. В северных районах, наоборот, многие угодья переувлажнены, заболочены, засорены камнями, имеют повышенную кислотность и нуждаются в проведении осушительных мелиораций и предотвращении водной эрозии почв.

Исключительно большое разнообразие и сложность природных условий, в которых приходится вести сельское хозяйство в нашей стране, требуют грамотного и дифференцированного подхода со стороны руководителей и специалистов хозяйств, сельскохозяйственных и плановых органов при размещении производства разнообразной продукции, определение структуры посевов и технологий выращивания сельскохозяйственных культур.

Каждой зоне присущ свой природный комплекс — климат, почвы, уровень солнечной радиации, количество тепла и осадков, рельеф местности, растительный покров, водные ресурсы и т. д., влияющий на земледелие и все сельское хозяйство.

Зональный подход отражает научно-обоснованную тактику, агротехническую политику земледелия, т. е. выбор таких приемов, агрокомплексов и технологий, севооборотов, которые в наибольшей мере учитывают конкретные почвенно-климатические и экономические условия ведения хозяйства и дают максимальный эффект.

Зональная система земледелия — это система, все звенья которой тщательно учитывают и наиболее полно реализуют местные почвенно-климатические и материальнотехнические ресурсы. Эта система должна соединять в себе новейшие достижения науки и практики по размещению, специализации, организации и технологии производства растениеводческой продукции.

Все зональные системы земледелия должны обладать следующими важнейшими общими свойствами: базироваться на законах земледелия, быть комплексными по содержанию, иметь почвоводоохранную направленность, состоять из новейших энергосберегающих и почвоза-

щитных технологий, создающих условия для высокопроизводительного труда, т. е. они должны быть экономически эффективными.

Климат, погоду нам не переделать. Они являются объективной особенностью каждой особенностью каждой зоны нашей страны. Поэтому путь один — в конкретных условиях искать и находить наиболее эффективные методы и приемы, технологии получения высоких и стабильных урожаев.

Передовой опыт показывает, что наилучших результатов добиваются те хозяйства, где настойчиво внедряются научно-обоснованные системы земледелия, обеспечиваются расширенное воспроизводство и охрана плодородия почв, широко применяются прогрессивные технологии обработки почвы, применения удобрений и возделывания культур.

При разработке современных систем земледелия необходимо опираться на следующие методологические принципы.

Целостность свидетельствует о наличии в системе земледелия всех взаимосвязанных структурных единиц, благодаря которым она способна выполнять основную функцию, производить планируемую продукцию растениеводства. Отсутствие каких-либо звеньев или их элементов исключает или затрудняет получение продукции требуемого качества и обеспечение экологической безопасности агроландшафта.

Дифференциация указывает на разнообразие земледелия в зависимости от прихода фотосинтетически активной радиации, климата, почвообразовательного процесса, агроландшафтов, степени их увлажнения и мелиоративного состояния, рельефа. Кроме того, дифференциация систем земледелия обусловлена методами производства и видом продукции, материально-техническим состоянием сельскохозяйственного предприятия.

Адаптивность реализуется при организации производства продукции в пределах конкретных агроландшафтов. Все технологические звенья системы земледелия разрабатывают с учетом крутизны и экспозиции склона, типа, гранулометрического состава и плодородия почвы, гидрологического режима, состояния природных кормовых угодий, размера контуров полей, удаления земель от хозяйственных центров, транспортных путей, наличия заповедников и зон отдыха населения. Размещение культур севооборотов осуществляют согласно пригодности земель для их возделывания.

Экологичность предусматривает управление энергетическими потоками (получение двух и более урожаев с одной площади), обмен органических и минеральных веществ, минерализацию и гумификацию, регулирование численности вредных биологических объектов, предотвращение водной и ветровой эрозии, накопление в почве и растениях тяжелых металлов метаболитов пестицидов, сохранение растительного и животного разнообразия.

Нормативность заключается в соблюдении научно обоснованных доз, сроков и способов применения удобрений, химических мелио-

рантов, пестицидов, стимуляторов роста, ингибиторов нитрификации, оросительных вод, а также проведении технологических приемов.

Оптимизация предусматривает устойчивое и сбалансированное ведение систем земледелия. Она проявляется в оптимизации соотношения сельскохозяйственных угодий (пашня, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения). Это играет огромную роль в улучшении экологической ситуации и восстановлений ландшафтов. Важным являются оптимальное распределение видов и форм органических и минеральных удобрений по агроландшафтам с учетом их удаленности, связи с источниками водоснабжения, а также оптимизация обработки почвы, предотвращающая ее чрезмерное уплотнение и распыление.

Агрономическая и экономическая эффективность систем земледелия выражается в продуктивности растениеводческой продукции с единицы площади, простом или расширенном воспроизводстве плодородия почв, поддержании экологической сбалансированности агроландшафтов, себестоимости и рентабельности производимой продукции, ее конкурентоспособности.

14.3. Основные звенья современных систем земледелия

В последние годы произошли глубокие изменения в общественно-политической сфере и в социально-экономической жизни. Это определило необходимость совершенствования систем земледелия. Оно в первую очередь связано многоукладностью в условиях рыночных отношений, обострением экологических проблем на фоне создания большого количества фермерских хозяйств, частной собственности на землю.

В этих условиях возрастает значение адаптивно-ландшафтного земледелия. Это значит, что современные системы земледелия должны быть хорошо адаптированы к местным ландшафтам, отвечать требованиям экологии и создавать предпосылки для эффективного использования земли и повышения почвенного плодородия, при непрерывном повышении урожаев и их качества.

Научно обоснованные современные системы земледелия включают в себя следующие основные звенья: организация территории хозяйства и севооборотов; система обработки почвы; система удобрений; система мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками; система машин; система семеноводства; система мелиоративных мероприятий; система защиты почв от эрозии; технология возделывания культур; система контроля за экологической ситуацией в хозяйстве.

Роль каждого звена в любой природной зоне неодинакова. Она определяется фактором жизни растений, минимальным в данной зоне. Например, засушливом климате ведущее звено — орошение, приемы накопления и сохранения влаги; в увлажненных районах и при орошении — удобрения; на почвах с неблагоприятной реакцией — химические мелиорации.

Организация территории хозяйства и севооборотов. Объединяющей и взаимоувязывающей все звенья системы земледелия в единое целое являются научно обоснованная организация территории хозяйства со всеми его угодьями — пашней, сенокосами и пастбищами, лесными массивами, водоемами, реками и озерами, дорожной сетью, лесозащитными полосами, производственными постройками и другими объектами.

Учитывая, что практически все почвы могут подвергаться ветровой или водной эрозии, организация земельной территории каждого хозяйства должна обязательно иметь противоэрозионный характер и создавать лучшие условия для организации защиты земель от разрушения.

Система обработки почвы. Механическая обработка почвы является важным звеном системы земледелия любого хозяйства. В современных технологиях возделывания культур на обработку почвы приходится 35...40 % энергетических и 25...30 % трудовых затрат. От обработки почвы зависят физические, агрохимические и биологические показатели плодородия почвы, во многом определяющие величину и качество будущего урожая.

Научно обоснованная система обработки почвы, принятая в хозяйстве, обеспечивает сохранение и повышение плодородия, эффективное использование органических и минеральных удобрений, эффективное использование осадков, успешную борьбу с засухой и эрозией почвы, сорняками, вредителями и болезнями, то есть создает оптимальные условия для возделываемой культуры.

Неправильная система обработки почвы приводит к необоснованным энергетическим затратам, ведет к ухудшению водно-физических свойств почвы и вызывает усиление эрозионной ситуации на поле. В итоге все это приводит к резкому снижению урожая и его качества.

В настоящее время в хозяйствах применяются следующие виды основной обработки почвы: обычная вспашка на разную глубину; плоскорезная, почвозащитная обработка почвы по А. И. Бараеву; вспашка на разную глубину без отвалов по Т. С. Мальцеву; чизельная, поверхностная, минимальная, комбинированная (вспашка + безотвальная обработка); ярусная (на солонцах и подзолистых почвах); плантажная (под виноградники и плодовые культуры) и нулевая, когда обработка почвы не проводится, а сорняки уничтожаются гербицидами.

Система обработки почвы должна быть почвозащитной, разрабатываться для каждого севооборота или его звена с учетом биологических особенностей возделываемых культур и соблюдения технологии их возделывания, с учетом особенностей почвы, предшественников, системы применяемых удобрений и др.

Система удобрений. Планируется производство и внесение органических, минеральных, бактериальных, микроудобрений под каждую возделываемую культуру с учетом выноса питательных веществ с урожаем, содержания их в почве, возможных потерь и потребностей растений на планируемый урожай. Удельный вес удобрений в формирова-

нии урожая достигает 30...50 %. Наибольший эффект дает совместное применение органических и минеральных удобрений в оптимальных дозах.

Система защиты растений. Сюда входят организационные, агротехнические, химические и биологические меры борьбы. Значение этих мер возрастает по мере интенсификации земледелия и насыщения севооборотов однородными и родственными по биологии культурами (особенно при бессменном посеве одной культуры), имеющими одних вредителей, одни болезни и сорняки. Наилучшие результаты обеспечивает *интегрированная* (комплексная) система защиты растений.

При такой защите исключительно важная роль принадлежит всем элементам научно обоснованной системы земледелия (севооборот, система обработки почвы, система семеноводства и др.) и применение химических средств защиты является лишь дополнением к организационным, агротехническим, биологическим методам борьбы с вредителями, болезнями и сорняками.

Система семеноводства. В современных условиях семеноводство всех культур должно базироваться на промышленной основе. Удельный вес хорошо отлаженного семеноводства в формировании урожая составляет 20...30 %. Большое значение в этом деле имеет своевременное проведение сортосмены и сортообновления.

Сортосмена предусматривает замену старых низкопродуктивных или низкокачественных сортов, выращиваемых в хозяйстве, новыми, а *сортообновление* — периодическую замену семян уже распространенных в производстве сортов низких репродукций более высокими. Основной обновлению является элита. Срок сортообновления — раз в 4...6 лет.

Система машин формируется с учетом требований зональной системы земледелия и технологий возделывания культур. Должна обеспечивать своевременное и качественное проведение с учетом местных условий и требований культур проведение всех полевых работ, получение стабильных сборов продукции растениеводства при минимальных затратах труда и средств, недопущение потерь урожая, распыления и уплотнения почвы, предотвращение ветровой и водной эрозии почв.

Система мелиоративных мероприятий. Направлена на коренное улучшение земель и микроклимата. К этой системе относятся: система орошения, система осушения, строительство прудов и водоемов, химическая мелиорация (известкование кислых почв, гипсование щелочных почв), культуртехнические работы (выравнивание и коренное улучшение сенокосов и пастбищ, сбор камней и др.), рекультивация нарушенных земель, мелиоративная обработка почвы (поделка микролиманов, лунок, водорегулирующих валов, канав, щелевание, кротование, чизелевание, ярусная вспашка солонцов, агролесомелиорация и др.).

Система защиты почв от эрозии. Предусматривается на эрозионноопасных и эродированных землях в виде почвозащитных севооборотов, способов обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур,

агролесомелиорации, гидротехнических противоэрозионных сооружений. Для районов проявления водной и ветровой эрозии разрабатываются и внедряются противоэрозионные комплексы. В горных районах применяются противоселевые сооружения, на орошаемых землях — комплекс мер по предотвращению ирригационной эрозии почв.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур. *Технология*, представляет собой комплекс приемов, направленных на создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений.

Технологический комплекс включает приемы, выполняемые с момента освобождения поля предшественником до уборки урожая включительно. К ним относятся основная и предпосевная обработки почвы, внесение удобрений, подготовка семян к посеву, посев, уход за посевами, связанный с поддержанием оптимального агрофизического состояния почвы и защитой растений от сорных растений, вредителей и болезней, уборка урожая.

Все технологические приемы по возделыванию культур должны тесно увязываться с другими звеньями системы земледелия: обработкой почвы, внесением удобрений, защитой растений и т. д., которые разрабатывают с учетом требований культуры и воспроизводства плодородия почвы.

При многоукладной экономике необходим дифференцированный подход к технологиям возделывания сельскохозяйственных культур в зависимости от различных форм организации труда. Особенности этих технологий — подбор сортов со сроками посева и уборки урожая, уменьшающими напряженность полевых работ, совмещение технологических приемов по обработке почвы, внесению удобрений, пестицидов, посеву и т. д.

Система контроля за экологической ситуацией в хозяйстве включает наблюдение за состоянием почвенного покрова и плодородия почв агроландшафтов, поверхностных и грунтовых вод, многолетней растительности (сенокосы, пастбища, многолетние насаждения), природных мест гнездования птиц и обитания насекомых (опылителей растений), накоплением нитратов и пестицидов в растениеводческой продукции.

Мероприятия по охране окружающей среды разрабатывают для каждого звена системы земледелия с учетом экологических, организационных и природных особенностей хозяйства.

Эффективность освоения системы земледелия зависит от четкого и полного выполнения всего комплекса мероприятий и каждого звена в отдельности. Частичное выполнение комплекса или реализация мероприятий по некоторым звеньям не дает должного результата по повышению эффективности системы земледелия в целом.

Систему земледелия необходимо постоянно совершенствовать и развивать по мере накопления новых научных разработок и практического опыта, совершенствования технических средств производства.

Вопросы для самопроверки знаний

1. Что такое система земледелия и чем она отличается от системы ведения хозяйства? 2. Назовите составные части систем земледелия. 3. Чем отличаются примитивные, экстенсивные и интенсивные системы земледелия друг от друга? 4. Каковы способы воспроизводства плодородия почв в примитивных, экстенсивных и современных системах земледелия? 5. Каковы научные основы и сущность современных систем земледелия?

Словарь терминов

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

- | | | |
|-----|--|---|
| 1. | Земледелие | Отрасль сельскохозяйственного производства, основанная на рациональном использовании земли с целью выращивания сельскохозяйственных культур |
| 2. | Мелиоративное земледелие | Земледелие на осушенных и орошаемых землях |
| 3. | Орошаемое земледелие | Земледелие с применением различных видов орошения |
| 4. | Богарное земледелие | Земледелие в засушливых районах с использованием влаги ранневесеннего периода и осадков, выпадающих в период вегетации растений |
| 5. | Биологическое земледелие | Земледелие, основанное на применении органических удобрений, механической обработки почвы и биологических методов защиты растений |
| 6. | Плодородие почвы | Совокупность свойств почвы, обеспечивающих необходимые условия для жизни растений |
| 7. | Показатели плодородия почвы | Физические, химические и биологические свойства почвы, характеризующие ее как среду для жизни растений |
| 8. | Окультурирование почвы | Повышение плодородия почв физическими, химическими и биологическими методами воздействия на нее |
| 9. | Окультуренный слой | Слой почвы, улучшенный путем его обработки, удобрения и другими способами |
| 10. | Посевная площадь | Площадь пашни, занятая посевами сельскохозяйственных культур |
| 11. | Структура посевных площадей | Соотношение площадей посевов различных групп или отдельных сельскохозяйственных культур |
| 12. | Сельскохозяйственная культура | Растение определенного вида, возделываемое человеком на сельскохозяйственных угодьях |
| 13. | Группа сельскохозяйственных культур | Несколько сельскохозяйственных культур со сходными биологическими свойствами или технологией возделывания |

СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

- | | | |
|-----|--|--|
| 14. | Система земледелия | Комплекс взаимосвязанных организационно-экономических, агротехнических, мелиоративных, почвозащитных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, на повышение плодородия почвы с целью получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур |
| 15. | Зональная система земледелия | Система земледелия, все звенья в которой в полной мере учитывают и реализуют почвенно-климатические, материально-технические и трудовые ресурсы конкретной природной зоны |
| 16. | Экстенсивная система земледелия | Система земледелия, основанная главным образом на использовании природных почвенно-климатических факторов |
| 17. | Интенсивная система земледелия | Система земледелия, обеспечивающая рост урожаев и повышение плодородия почв за счет использования факторов интенсификации земледелия |
| 18. | Зернопаровая система земледелия | Система земледелия, при которой преобладающую часть площади пашни занимают зерновые культуры, значительная площадь отведена под чистые пары, плодородие почвы поддерживается и повышается обработкой почвы и применением удобрений |
| 19. | Пропашная система земледелия | Система земледелия, при которой большую часть пашни занимают посевы пропашных культур, а плодородие почвы поддерживается и повышается за счет интенсивного применения удобрений |
| 20. | Травопольная система земледелия | Система земледелия, при которой часть пашни в полевых и кормовых севооборотах используется под многолетние травы, являющиеся кормовой базой и главным средством поддержания и повышения плодородия почвы |
| 21. | Плодосменная система земледелия | Система земледелия, при которой не более половины площади пашни занимают посевы зерновых, на остальной части возделываются пропашные и бобовые культуры |
| 22. | Звено системы земледелия | Часть системы земледелия (система севооборотов, система обработки почвы, система удобрений и др.) |

СЕВООБОРОТЫ, ПАРЫ

- | | | |
|-----|-------------------|---|
| 23. | Севооборот | Научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени и на территории или только во времени |
|-----|-------------------|---|

24.	Бессменная культура	Сельскохозяйственная культура длительное время возделываемая на одном поле вне севооборота
25.	Повторная культура	Сельскохозяйственная культура, возделываемая на одном и том же поле севооборота более 2 лет подряд
26.	Монокультура	Единственная сельскохозяйственная культура, возделываемая в хозяйстве
27.	Схема севооборота	Перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте
28.	Система севооборотов	Совокупность принятых в хозяйстве севооборотов
29.	Типы севооборотов	Севообороты различного производственного назначения, отличающиеся видом основной производимой продукции
30.	Полевой севооборот	Севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур, кормов и другой продукции растениеводства
31.	Кормовой севооборот	Севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов
32.	Прифермский севооборот	Кормовой севооборот, поля которого расположены вблизи животноводческих ферм и предназначенный для производства сочных и иных кормов
33.	Сенокосно-пастбищный севооборот	Кормовой севооборот, в котором в основном возделываются многолетние и однолетние на сено, сенаж и для выпаса скота
34.	Специализированный севооборот	Полевой севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной из полевых культур
35.	Специальный севооборот	Севооборот, в котором возделываются культуры, требующие специальных условий особой агротехники
36.	Виды севооборотов	Севообороты, различающиеся по соотношению групп основных сельскохозяйственных культур и паров
37.	Зернопаровой севооборот	Севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева и имеется поле чистого пара
38.	Зернопаропропашной севооборот	Севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с чистым паром и пропашными культурами
39.	Зернопропашной севооборот	Севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с пропашными культурами

40.	Зернотравяной севооборот	Севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, а остальная часть пашни занята посевами многолетних и однолетних трав
41.	Зерцопаротравяной севооборот	Севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур, кормов а другой продукции растениеводства
42.	Плodosменный севооборот	Севооборот, в котором зерновые культуры сплошного посева занимают до половины площади пашни и чередуются с пропашными и бобовыми культурами
43.	Травопольный севооборот	Севооборот, в котором большая часть занята посевами многолетних трав
44.	Пропашной севооборот	Севооборот, в котором пропашные культуры занимают более половины площади пашни
45.	Травянопропашной севооборот	Севооборот, в котором пропашные культуры чередуются с посевами многолетних трав
46.	Почвозащитный севооборот	Специальный севооборот, в котором состав, чередование, размещение и агротехника сельскохозяйственных культур обеспечивают защиту почвы от эрозии
47.	Сидеральный севооборот	Специальный севооборот, в котором одно или несколько полей отводятся для выращивания сидеральных культур
48.	Введение севооборота	Разработка и перенесение проекта севооборота на территорию землепользования хозяйства
49.	Введенный севооборот	Севооборот, проект которого перенесен на территорию землепользования хозяйства
50.	План освоения севооборота	Схема размещения сельскохозяйственных культур и паров по полям на период освоения севооборота
51.	Освоение севооборота	Выполнение плана освоения севооборота и переход к размещению сельскохозяйственных культур согласно схеме севооборота
52.	Освоенный севооборот	Севооборот, в котором соблюдаются принятые границы полей, а размещение культур по полям и предшественникам соответствует принятой схеме чередования
53.	Ротация севооборота	Период времени, в том числе которого сельскохозяйственные культуры и пары проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота
54.	Ротационная таблица	План размещения сельскохозяйственных культур и паров по полям и годам на период ротации севооборота

55.	Звено севооборота	Часть севооборота, состоящая из двух-трех культур или чистого пара и одной-двух культур
56.	Основная культура	Сельскохозяйственная культура, занимающая поле севооборота большую часть вегетационного периода
57.	Покровная культура	Сельскохозяйственная культура, под покров которой высевается подсевная культура
58.	Предшественник	Сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие поле до посева последующей в севообороте культуры
59.	Поля севооборота	Примерно равные по площади участки пашни или других сельскохозяйственных угодий, на которые они разбиваются согласно схеме севооборота при внутрихозяйственном землеустройстве
60.	Выводное поле	Поле севооборота, временно выведенное из общего чередования и занятое несколько лет одной культурой
61.	Запольный участок	Участок пашни, находящийся вне севооборота и используемый для возделывания различных сельскохозяйственных культур
62.	Сборное поле	Поле севооборота, разделенное на несколько частей, на которых возделываются различные сельскохозяйственные культуры
63.	Пропашное поле	Поле севооборота, занятое пропашной культурой
64.	Паровое поле (пар)	Поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в том числе в определенный период времени и систематически обрабатываемое в целях борьбы с сорняками
65.	Чистый пар	Паровое поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур
66.	Черный пар	Чистый пар, в котором основная обработка почвы проводится летом или осенью предшествующего года
67.	Ранний пар	Чистый пар, в котором основная обработка почвы проводится весной в год парования
68.	Кулисный пар	Чистый пар, в котором рядами или полосами высевают растения для задержания снега и предотвращения эрозии почвы
69.	Занятый пар	Паровое поле, занятое часть вегетационного периода рано убираемыми сельскохозяйственными культурами
70.	Сидеральный пар	Занятый пар, используемый для возделывания культур на зеленое удобрение

- | | | |
|-----|-------------------------------|--|
| 71. | Промежуточная культура | Сельскохозяйственная культура, выращиваемая в период времени, свободный от возделывания основных культур севооборота |
| 72. | Пожнивная культура | Промежуточная культура, выращиваемая после уборки зерновой культуры в том же году |
| 73. | Поукосная культура | Промежуточная культура, выращиваемая после уборки на зеленый корм, силос или сено основной культуры в том же году |
| 74. | Подсевная культура | Сельскохозяйственная культура, высеваемая под покров основной культуры |

ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

- | | | |
|-----|--|--|
| 75. | Обработка почвы | Наиболее глубокая сплошная обработка почвы под сельскохозяйственную культуру |
| 76. | Основная обработка почвы | Воздействие на почву рабочими органами машин и орудий с целью улучшения почвенных условий жизни сельскохозяйственных культур и уничтожения сорняков |
| 77. | Зяблевая обработка почвы (зябь) | Основная обработка почвы, выполняемая в летне-осенний период под посев или посадку сельскохозяйственных культур в следующем году |
| 78. | Отвальная обработка почвы | Обработка почвы отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием ее слоев |
| 79. | Безотвальная обработка почвы | Обработка почвы без оборачивании обрабатываемого слоя |
| 80. | Плоскорезная обработка почвы | Безотвальная обработка почвы плоскорезными орудиями с сохранением большей части послеуборочных остатков на ее поверхности |
| 81. | Минимальная обработка почвы | Обработка почвы, обеспечивающая уменьшение энергетических, трудовых или иных затрат путем уменьшения числа, глубины и площади обработки, совмещения операций |
| 82. | Противоэрозионная обработка почвы | Обработка почвы, направленная на защиту ее от эрозии |
| 83. | Контурная обработка почвы | Обработка почвы сложных склонов в направлении, близком к горизонталям местности |
| 84. | Полупаровая обработка почвы | Совокупность приемов сплошной обработки почвы после ранобуриаемых непаровых предшественников, выполняемых в летне-осенний период. |
| 85. | Предпосевная обработка почвы | Обработка почвы, выполняемая перед посевом или посадкой сельскохозяйственных культур |
| 86. | Послепосевная обработка почвы | Обработка почвы, проводимая после посева или посадки сельскохозяйственных культур |

87.	Междурядная обработка почвы	Обработка почвы между рядами растений с целью улучшения почвенных условий их жизни и уничтожения сорняков
88.	Глубокая обработка почвы	Обработка почвы на глубину более 24 см
89.	Обычная обработка почвы	Обработка почвы на глубину от 18 до 24 см
90.	Мелкая обработка почвы	Обработка почвы на глубину от 8 до 16 см
91.	Поверхностная обработка почвы	Обработка почвы на глубину до 8 см
92.	Система обработки почвы	Совокупность научно обоснованных приемов обработки почвы в севообороте
93.	Прием обработки почвы	Однократное воздействие на почву рабочими органами почвообрабатываемых машин и орудий с целью выполнения одной или нескольких технологических операций
94.	Вспашка	Прием обработки почвы плугами, обеспечивающий оборачивание обрабатываемого слоя не менее чем на 135° и выполнение других технологических операций
95.	Плантажная вспашка	Вспашка специальным плугом на глубину более 40 см
96.	Ступенчатая вспашка	Вспашка, обеспечивающая ступенчатый профиль дна борозды
97.	Гребнистая вспашка	Вспашка с образованием гребней на поверхности поля
98.	Двухъярусная вспашка	Обработка почвы, обеспечивающая взаимное перемещение двух слоев или горизонтов, их крошение и рыхление
99.	Трехъярусная вспашка	Обработка почвы, обеспечивающая частичное или полное перемещение трех слоев (горизонтов), их крошение и рыхление
100.	Боронование почвы	Прием обработки почвы боронами, обеспечивающий ее крошение, рыхление и выравнивание, а также уничтожение проростков и всходов сорняков
101.	Культивация почвы	Прием сплошной или междурядной обработки почвы культиваторами, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное перемешивание и выравнивание почвы, а также подрезание сорняков
102.	Дискование почвы	Прием обработки почвы дисковыми орудиями, обеспечивающий крошение, рыхление, перемешивание, частичное оборачивание почвы, разрезание дернины и уничтожение сорняков

103.	Лущение почвы	Прием обработки почвы лущильниками, обеспечивающий крошение, рыхление, перемешивание, частичное оборачивание, подрезание сорняков
104.	Лущение жнивья	Прием обработки почвы после уборки зерновых культур, обеспечивающий крошение, рыхление, частичное оборачивание и перемешивание почвы, подрезание сорняков и заделку семян сорных растений
105.	Фрезерование почвы	Прием обработки почвы фрезой, обеспечивающий интенсивное крошение, перемешивание, рыхление обрабатываемого слоя и уничтожение сорняков
106.	Чизелевание почвы	Прием безотвальной обработки почвы чизельными орудиями, обеспечивающий ее рыхление, крошение и частично перемешивание
107.	Прикатывание почвы	Прием обработки почвы катками, обеспечивающий ее уплотнение, крошение глыб и частичное выравнивание поверхности почвы
108.	Шлейфование почвы	Прием обработки почвы шлейфом, обеспечивающий рыхление и выравнивание поверхности почвы
109.	Малование почвы	Прием обработки почвы малой, обеспечивающий выравнивание и уплотнение верхнего слоя почвы на орошаемых участках
110.	Щелевание почвы	Прием обработки почвы щелевателями, обеспечивающий глубокое ее прорезание с целью повышения водопроницаемости
111.	Кротование почвы	Прием обработки почвы, обеспечивающий образование в ней дрен-кротовин
112.	Лункование почвы	Прием обработки почвы, обеспечивающий образование лунок на ее поверхности
113.	Гребневание почвы	Прием обработки почвы, обеспечивающий создание гребней на поверхности почвы
114.	Окучивание	Прием междурядной обработки, обеспечивающий приваливание почвы к основанию стеблей растений
115.	Планировка почвы	Выравнивание рельефа поля с образованием горизонтальной или наклонной поверхности
116.	Бороздование почвы	Нарезка борозд на поверхности почвы
117.	Обвалование почвы	Создание временных земляных валиков на поверхности почвы
118.	Грядкование почвы	Создание грядок на поверхности поля

119.	Террасирование	Создание на крутых склонах выровненных ступеней для возделывания сельскохозяйственных культур и уменьшения эрозии почвы
120.	Микролиманы	Водозадерживающие емкости, образованные на поверхности поля поделкой сети замкнутых земляных валиков
121.	Мульчирующая обработка почвы	Сочетание механической обработки почвы и оставления на ее поверхности измельченных растительных остатков
122.	Пахотный слой	Слой почвы, который ежегодно или периодически подвергается сплошной обработке на максимальную глубину
123.	Углубление пахотного слоя	Увеличение глубины пахотного слоя за счет нижележащих слоев или горизонтов при обработке почвы
124.	Крошение почвы	Технологическая операция при обработке почвы, обеспечивающая уменьшение размеров почвенных структурных отдельностей
125.	Рыхление почвы	Технологическая операция, обеспечивающая изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с увеличением объема пор
126.	Уплотнение почвы	Технологическая операция, обеспечивающая изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с уменьшением объема пор
127.	Перемешивание почвы	Технологическая операция, обеспечивающая изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с целью создания более однородного обрабатываемого слоя почвы
128.	Выравнивание почвы	Технологическая операция, обеспечивающая уменьшение размеров неровностей поверхности почвы
129.	Оборачивание почвы	Технологическая операция, обеспечивающая частичный или полный оборот обрабатываемого слоя почвы
130.	Качество обработки почвы	Совокупность показателей, характеризующих соответствие состояния почвы после ее обработки агротехническим требованиям
131.	Глубина обработки почвы	Расстояние от поверхности необработанного поля до уровня заглубления в почву рабочих органов машин и орудий
132.	Равномерность глубины обработки почвы	Допустимые отклонения фактической глубины обработки почвы от заданной
133.	Глыбистость поверхности пашни	Показатель качества обработки почвы, выражающий процентное отношение суммарной площади глыб на участке ко всей его площади

- | | |
|---|---|
| 134. Свальный гребень | Гребень, образующийся от приваливания пластов почвы друг к другу при встречных (смежных) проходах почвообрабатывающего орудия |
| 135. Развальная борозда | Углубление, образующееся при отваливании пластов почвы друг от друга во встречных (смежных) проходах агрегата |
| 136. Гребнистость пашни | Показатель качества обработки почвы, характеризующий выравненность поверхности пашни |
| 137. Вспушенность почвы | Увеличение объема почвы при ее обработке |
| 138. Огрех | Часть поля, оставшаяся необработанной (незасеянной, неубранной) после выполнения того или иного приема на поле или загоне |
| 139. Равновесная плотность почвы | Плотность длительно необрабатываемой почвы |
| 140. Оптимальная плотность почвы | Плотность почвы, наиболее благоприятная для роста и развития определенной сельскохозяйственной культуры |

ПОСЕВ И ПОСАДКА

- | | |
|---|---|
| 141. Посев | Размещение семян по площади пашни на установленную глубину с учетом обеспечения растениям оптимальной площади питания |
| 142. Посадка | Размещение по площади пашни рассады, сеянцев, саженцев и органов вегетативного размножения растений на установленную глубину с учетом обеспечения растениям оптимальной площади питания |
| 143. Глубина посева | Расстояние от поверхности почвы до высеянных семян |
| 144. Оптимальная глубина посева | Глубина посева, при которой обеспечивается получение дружных и неослабленных всходов |
| 145. Глубина посадки | Расстояние от поверхности почвы до нижней части вегетативных органов размножения |
| 146. Норма высева | Количество всхожих семян, высеваемых на одном гектаре или их масса с учетом их посевной годности |
| 147. Оптимальная площадь питания | Площадь, занимаемая одним растением и обеспечивающая наилучшие условия его роста и развития |
| 148. Оптимальный срок посева | Срок посева, обеспечивающий получение максимально высокой урожайности культуры |
| 149. Разбросной посев | Посев семян без рядков |
| 150. Рядовой посев | Посев с размещением семян рядками |

151.	Междурядье	Расстояние между центрами соседних ряд растений в одном проходе сеялки
152.	Стыковое междурядье	Расстояние между крайними рядками в смежных проходах сеялки или между сеялками в агрегате
153.	Узкорядный посев	Рядовой посев с междурядьями не более 10 см
154.	Обычный рядовой посев	Рядовой посев с междурядьями от 10 до 25 см
155.	Широкорядный посев	Рядовой посев с междурядьями более 25 см
156.	Перекрестный посев	Рядовой посев в двух пересекающихся направлениях
157.	Полосный посев	Разбросной посев с расположением семян полосами шириной не менее 10 см
158.	Ленточный посев	Рядовой посев, в котором два или несколько рядков с расстоянием между ними от 7,5 до 15 см, образующих ленты, чередуются с более широкими междурядьями
159.	Пунктирный посев	Рядовой посев с одиночным равномерным распределением семян в рядках
160.	Бороздковый посев	Посев на дно специально образуемой бороздки
161.	Гребневой посев	Посев на специально образуемых гребнях
162.	Гнездовой посев	Посев с групповым расположением семян
163.	Квадратный посев	Посев с одиночным расположением семян по углам квадрата
164.	Квадратно-гнездовой посев	Посев с групповым расположением семян гнездами по углам квадрата
165.	Точный посев	Посев строго определенного количества семян в рядке, обеспечивающий оптимальную площадь питания растений
166.	Посев с технологической колеей	Рядовой посев с оставлением незасеянной колеей для прохода агрегатов в период вегетации растений
167.	Прямой посев	Посев без предварительной обработки почвы
168.	Смешанный посев	Посев семян разных сельскохозяйственных культур в один и тот же рядок
169.	Совместный посев	Посев семян разных сельскохозяйственных культур в самостоятельные рядки или же посев в междурядья одной культуры семян другой культуры
170.	Подпокровный посев	Посев семян одной культуры или смеси семян разных культур под покров другой культуры

- | | | |
|------|--------------------------|---|
| 171. | Густота всходов | Количество растений в фазе полных всходов на 1 м ² или на 1 м посева |
| 172. | Густота стояния растений | Количество растений на 1 м ² |
| 173. | Густота стеблестоя | Количество стеблей на 1 м ² |

УБОРКА УРОЖАЯ

- | | | |
|------|---------------------------|---|
| 174. | Уборка урожая | Сбор урожая сельскохозяйственных культур |
| 175. | Однофазная уборка урожая | Уборка урожая с выделением основной продукции за один проход агрегата |
| 176. | Двухфазная уборка | Уборка урожая с выделением основной продукции в два этапа |
| 177. | Многофазная уборка урожая | Уборка урожая с выделением основной продукции в несколько этапов |
| 178. | Обмолот | Отделение основной продукции от убираемой массы урожая |
| 179. | Одинарный обмолот | Однократный пропуск массы урожая через молотильное устройство |
| 180. | Двойной обмолот | Двукратный пропуск массы урожая через молотильное устройство |
| 181. | Урожай | Продукция, полученная в результате выращивания сельскохозяйственных культур |
| 182. | Валовой сбор | Общий сбор продукции со всей площади посева |
| 183. | Урожайность | Урожай сельскохозяйственной культуры с единицы площади посева |

СОРНЯКИ И БОРЬБА С НИМИ

- | | | |
|------|----------------------------|---|
| 184. | Сорные растения (сорняки) | Дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции |
| 185. | Засорители | Растения, относящиеся к культурным видам, но не возделываемые на данном поле |
| 186. | Ядовитые сорняки | Сорняки, содержащие ядовитые вещества и вызывающие отравление человека и животных |
| 187. | Карантинные сорняки | Особо вредоносные, отсутствующие или ограниченно распространенные на территории страны или отдельного региона сорняки, включенные в перечень карантинных объектов |
| 188. | Специализированные сорняки | Сорняки, засоряющие посевы только определенной культуры |

189.	Трудноотделимые сорняки	Сорняки, семена и плоды которых по морфологическим, физическим и другим признакам сходны с семенами основной культуры и отделяются от них специальными способами
190.	Паразитные сорняки	Сорняки, не обладающие способностью к фотосинтезу и питающиеся за счет растения-хозяина
191.	Стеблевые паразитные сорняки	Паразитные сорняки, присасывающиеся к стеблю растения-хозяина
192.	Корневые паразитные сорняки	Паразитные сорняки, паразитирующие на корнях растений
193.	Полупаразитные сорняки	Сорняки, не утратившие способности к фотосинтезу, но способные питаться за счет растения-хозяина
194.	Малолетние сорняки	Сорняки, размножающиеся семенами, имеющие жизненный цикл не более 2 лет и отмирающие после созревания семян
195.	Эфемерные сорняки	Малолетние сорняки с очень коротким периодом вегетации, способные давать за сезон несколько поколений
196.	Яровые ранние сорняки	Малолетние сорняки, семена которых прорастают ранней весной, а растения плодоносят и отмирают в том же году
197.	Яровые поздние сорняки	Малолетние сорняки, семена которых прорастают при устойчивом прогревании почвы, а растения плодоносят и отмирают в том же году
198.	Зимующие сорняки	Малолетние сорняки, заканчивающие вегетацию при ранних весенних всходах в том же году, а при поздних всходах способные зимовать в любой фазе роста
199.	Озимые сорняки	Малолетние сорняки, нуждающиеся для своего развития в пониженных температурах зимнего сезона независимо от срока прорастания
200.	Двухлетние сорняки	Малолетние сорняки, для развития которых требуется два полных вегетационных периода
201.	Многолетние сорняки	Сорняки, жизненный цикл которых продолжается свыше 2 лет, способные неоднократно плодоносить и размножающиеся семенами и вегетативно
202.	Мочковато-корневые сорняки	Многолетние сорняки с мочковатым типом корневой системы и ограниченной способностью к вегетативному размножению
203.	Стержнекорневые сорняки	Многолетние сорняки с удлиненным и утолщенным главным корнем и ограниченной способностью к вегетативному размножению

204.	Клубневые сорняки	Многолетние сорняки, размножающиеся преимущественно вегетативно и образующие на корнях или подземных стеблях утолщения
205.	Луковичные сорняки	Многолетние сорняки, размножающиеся преимущественно вегетативно (луковицами)
206.	Корневищные сорняки	Многолетние сорняки, размножающиеся преимущественно видоизмененными подземными стеблями
207.	Корнеотпрысковые сорняки	Многолетние сорняки, размножающиеся преимущественно корнями, дающими отпрыски
208.	Ползучие сорняки	Многолетние сорняки, размножающиеся преимущественно стелющимися и укореняющимися побегами
209.	Засоренность посева	Количество сорняков или величина их массы на единице площади посева
210.	Потенциальная засоренность почвы	Численность жизнеспособных семян и органов вегетативного размножения сорняков в почве на единицу площади или объема
211.	Прогноз засоренности	Ожидаемая численность сорняков и их видов в посевах сельскохозяйственных культур
212.	Оперативное обследование	Определение засоренности посевов культур и других сельскохозяйственных угодий перед проведением мер по борьбе с сорняками
213.	Систематическое обследование	Ежегодный или периодический учет засоренности посевов и других угодий
214.	Картирование сорняков	Учет количества и состава сорняков и нанесение на карту землепользования этих показателей условными знаками
215.	Вредоносность сорняков	Ущерб, причиняемый сельскохозяйственным культурам сорняками и определяемый количеством потерянной продукции или ухудшением ее качества
216.	Критический порог вредоносности	Наименьшее количество сорняков, при котором устанавливается статистически существенное снижение урожая культуры или ухудшение его качества
217.	Экономический порог вредоносности	Минимальное количество сорняков, полное уничтожение которых обеспечивает получение прибавки урожая, окупающей затраты на истребительные мероприятия и уборку дополнительной продукции
218.	Борьба с сорняками	Уничтожение сорняков или снижение их вредоносности допустимыми способами и средствами

219.	Предупредительные меры борьбы с сорняками	Система мер борьбы с сорняками, направленных на ликвидацию источников и устранение путей распространения сорняков
220.	Истребительные мероприятия борьбы с сорняками	Система мер борьбы по уничтожению сорняков
221.	Специальные мероприятия борьбы с сорняками	Система целенаправленных мер по снижению вредоносности карантинных и наиболее злостных сорняков
222.	Механические меры борьбы с сорняками	Уничтожение сорняков почвообрабатывающими машинами и орудиями
223.	Химические меры борьбы с сорняками	Уничтожение сорняков гербицидами
224.	Фитоценоотические меры борьбы с сорняками	Подавление сорняков при повышении конкурентной способности культурных растений вследствие совершенствования их агротехники
225.	Биологические меры борьбы с сорняками	Подавление и уничтожение сорняков с помощью насекомых, грибов, бактерий и других организмов
226.	Экологические меры борьбы с сорняками	Снижение вредоносности сорняков вследствие ухудшения почвенной среды их обитания, обуславливаемое агрофизическими, агрохимическими и мелиоративными мероприятиями
227.	Организационные меры борьбы с сорняками	Рациональная организация на сельскохозяйственных угодьях агротехнических и других работ, способствующих уничтожению сорняков или локализации их местообитания
228.	Комплексные меры борьбы с сорняками	Системное и последовательное применение различных мер и средств, обеспечивающих успех в уничтожении или снижении вредоносности сорняков
229.	Провокация прорастания сорняков	Создание условий для быстрого и дружного прорастания сорняков с целью последующего уничтожения их всходов и проростков
230.	Вычесывание сорняков	Удаление органов вегетативного размножения сорняков из почвы рабочими органами машин и орудий
231.	Вымораживание сорняков	Уничтожение подземных органов вегетативного размножения сорняков низкими температурами при перемещении их на поверхность почвы
232.	Высушивание сорняков	Уничтожение сорняков вследствие высушивания верхних слоев почвы специальными приемами ее обработки

- | | | |
|------|---------------------------|---|
| 233. | Удушение сорняков | Уничтожение проросших семян и органов вегетативного размножения сорняков путем глубокой заделки их в почву |
| 234. | Истощение сорняков | Уничтожение многолетних сорняков многократным подрезанием побегов на разной глубине в пределах пахотного слоя почвы |

Рекомендуемая литература

Беленков, А. И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия : учеб. пособие / А. И. Беленков, Н. С. Матюк, М. А. Мазиров. — М. : Издательство РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2013.

Вальков, В. Ф. Почвоведение : учебник для академического бакалавриата / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016.

Витер, А. Ф. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия : монография / А. Ф. Витер, В. И. Турусов, В. М. Гармашов, С. А. Гаврилова. — М. : ИНФРА-М, 2014.

Голованов, А. И. Мелиорация земель : учебник / А. И. Голованов. — СПб. : Лань, 2015.

Земледелие : учебник / под ред. Г. И. Баздырева. — М. : ИНФРА-М, 2013.

Земледелие : учеб. пособие / А. И. Беленков, Ю. Н. Плескачев, В. А. Николаев [и др.]. — М. : ИНФРА-М, 2016.

Кидин, В. В. Агрохимия : учеб. пособие / В. В. Кидин. — М. : ИНФРА-М, 2015.

Кирюшин, В. И. Агротехнологии : учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. — СПб. : Лань, 2015.

Лошаков, В. Г. Севооборот и плодородие почвы / В. Г. Лошаков. — М. : Изд-во ВНИИА, 2012.

Матюк, Н. С. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии : учеб. пособие / Н. С. Матюк, В. Д. Полин. — М. : Издательство РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2013.

Улучшение фитосанитарного состояния аграрных ландшафтов Нижнего Поволжья : монография / В. П. Зволинский, Е. А. Иванцова, Н. Ю. Петров [и др.]. — Волгоград : ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013.

Новые издания по дисциплине «Земледелие» и смежным дисциплинам

Вальков, В. Ф. Почвоведение : учебник для академического бакалавриата / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

Вильямс, В. Р. Травопольная система земледелия / В. Р. Вильямс. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

Докучаев, В. В. Лекции о почвоведении. Избранные труды / В. В. Докучаев. — М. : Издательство Юрайт, 2017.

Казеев, К. Ш. Почвоведение. Практикум : учеб. пособие для академического бакалавриата / К. Ш. Казеев, С. А. Тищенко, С. И. Колесников. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

Костычев, П. А. Почвоведение / П. А. Костычев ; под ред. В. Р. Вильямса. — М. : Издательство Юрайт, 2018.

Наши книги можно приобрести:

Учебным заведениям и библиотекам:
в отделе по работе с вузами
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: vuz@urait.ru

Частным лицам:
список магазинов смотрите на сайте urait.ru
в разделе «Частным лицам»

Магазинам и корпоративным клиентам:
в отделе продаж
тел.: (495) 744-00-12, e-mail: sales@urait.ru

Отзывы об издании присылайте в редакцию
e-mail: red@urait.ru

**Новые издания и дополнительные материалы доступны
в электронной библиотечной системе «Юрайт»
biblio-online.ru**

Учебное издание

Курбанов Серажутдин Аминович

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебное пособие для СПО

Формат 70x100 ¹/₁₆ .
Гарнитура «Charter». Печать цифровая.
Усл. печ. л. 19.47.

ООО «Издательство Юрайт»
111123, г. Москва, ул. Плеханова, д. 4а.
Тел.: (495) 744-00-12. E-mail: izdat@urait.ru, www.urait.ru