

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АГРОХИМИЯ И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Курс лекций

*для студентов, обучающихся по специальности
углубленного высшего образования 7-06-0521-01 Экология*

Горки
БГСХА
2025

УДК 632(075.8)

ББК 44я73

Э40

*Рекомендовано методической комиссией
агротехнологического факультета 24.10.2023 (протокол № 2)
и Научно-методическим советом БГСХА 25.10.2023 (протокол № 2)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Ю. А. Миренков*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *П. А. Саскевич*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Л. Г. Коготько*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. П. Дуктов*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент *И. П. Козловская*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. Г. Власов*

**Экологическая агрохимия и защита растений. Экологиче-
Э40 ская защита растений** : курс лекций / Ю. А. Миренков,
П. А. Саскевич, Л. Г. Коготько, В. П. Дуктов. – Горки : БГСХА,
2025. – 162 с.

ISBN 978-985-882-568-3.

В курсе лекций содержатся основные разделы, темы, термины и понятия, необходимые для усвоения материала по дисциплине «Экологическая защита растений». Сформулирован современный подход к проведению защиты растений от вредных организмов на основе экологических методов, являющихся основой получения экологически чистой продукции.

Для студентов, обучающихся по специальности углубленного высшего образования 7-06-0521-01 Экология.

УДК 632(075.8)

ББК 44я73

ISBN 978-985-882-568-3

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2025

ВВЕДЕНИЕ

До недавнего времени считалось, что вредный организм, который появился в посевах, должен быть уничтожен полностью с помощью химических средств защиты растений.

Однако в связи с последствиями научно-технического прогресса, которые привели к загрязнению окружающей среды поллютантами, человечество вынуждено было перейти на интегрированную защиту растений.

Вредным организмом называют любой вид, расу или биотип растений, животных или патогенных агентов, способных вредить растениям или растительным продуктам.

В Законе Республики Беларусь «О защите растений» об этом понятии говорится следующее: «Сорняки – нежелательные растения, произрастающие в посевах и насаждениях культурных сельскохозяйственных, декоративных растений и наносящие им вред (замедление роста и снижение урожайности растений, ухудшение их качества, иное вредное воздействие), а также способствующие распространению вредных организмов».

Согласно ГОСТ 16265-89 «Земледелие. Термины и определения», сорные растения – «дикорастущие растения, обитающие в сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции».

Кроме того, имеется понятие «растения-засорители». Такими являются растения других видов и сортов, произрастающие в посевах сельскохозяйственных культур.

Все данные вредные организмы наносят вред, который выражается в снижении урожайности сельскохозяйственных культур или же в потере качества продукции.

Д. Шпаар указывает на мировые потери урожая в 42,1 % от его потенциального значения. В том числе потери от вредителей составляют 15,6 %, болезней – 13,3 %, сорняков – 13,2 %.

По данным многолетних исследований РУП «Институт защиты растений», интегрированная защита растений с обязательным применением химических средств обеспечивает сохранение от 5 до 12 ц/га урожайности зерна, 50–180 ц/га картофеля и корнеплодов, 2,5 ц/га льно-волокна при окупаемости затрат в 1,5–2 раза и более.

Объемы производства и поставок химических средств защиты растений ежегодно увеличиваются. Много внимания вопросу производ-

ства ядохимикатов уделяется и в Республике Беларусь. Так, в 2020 г. сельскому хозяйству поставлено 4565,6 т средств защиты растений, в том числе 3688,9 т гербицидов, 93,6 – инсектицидов, 333,4 – фунгицидов, 209,6 – протравителей, 82,0 – регуляторов роста.

Однако помимо химического метода защиты растений в настоящее время при защите сельскохозяйственных культур используют агротехнические, биологические, карантинные, селекционно-семеноводческие, физические, механические мероприятия.

Агротехнические мероприятия – это комплекс мер, направленных на создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений. Сюда входят основная и предпосевная подготовка почвы, внесение удобрений и микроэлементов, сроки и способы посева, соблюдение севооборотов и т. д.

Биологические мероприятия по защите растений основаны на использовании против вредных объектов их естественных врагов, бактериальных, грибных и вирусных препаратов, а также продуктов их жизнедеятельности (антибиотики).

Биологические мероприятия – наиболее безопасный метод борьбы с вредными организмами, так как их влияние на окружающую среду минимальное.

Наиболее широко в республике применяется трихограмма для борьбы с вредителями из отряда чешуекрылых.

Карантинные мероприятия – это система мер, направленных на недопущение завоза извне и распространения внутри страны наиболее опасных вредителей, болезней и сорняков.

Селекционно-семеноводческие мероприятия – это использование для борьбы с вредными организмами сортов, устойчивых к вредителям и болезням.

Механические мероприятия – это уничтожение болезней при сортовых прочистках (например, черная ножка картофеля), вредителей – с помощью ловчих канавок, колец, светоловушек.

Физические методы борьбы включают в себя применение для уничтожения вредителей высоких и низких температур, радиационных излучений, токов высокой частоты.

1. ВРЕДИТЕЛИ

Сельскохозяйственные культуры повреждают различные представители животного мира. Повреждая возделываемые человеком растения, вредители снижают не только урожайность, но и ухудшают качество продукции. При этом потери от вредителей могут достигать 5–50 %, а в благоприятные для их роста и развития годы урожай культуры может быть потерян полностью. Мировые потери от деятельности насекомых, клещей, слизней и других вредителей составляют четвертую часть от ущерба, наносимого всеми вредными организмами. И за последние десятилетия они увеличились более чем в 2 раза, несмотря на увеличение более чем в 10 раз объема защитных мероприятий.

Для эффективного контроля вредоносности вредителей необходимо глубокое познание их морфологических особенностей, биологии, многообразия, экологии, систематического положения, что позволит повысить урожай и качество сельскохозяйственных культур за счет устранения потерь урожая от деятельности вредителей.

1.1. Вредные насекомые

Насекомые представляют класс *Insecta*, который относится к типу Членистоногие – *Arthropoda*. Тело насекомого делится на три основных отдела: голову, грудь и брюшко. Каждый отдел имеет придатки.

Придатками головы являются ротовые органы, усики и глаза (сложные и простые).

Сложные глаза называются фасеточными, состоят из многочисленных мелких глазков (омматидиев), располагаются по бокам головы, выполняют зрительную функцию. У самцов некоторых мух занимают почти всю голову. Простые глаза (глазки) могут как быть, так и отсутствовать, если имеются, то чаще в количестве трех.

Усики или антенны представляют одну пару членистых образований. Они служат органом обоняния и осязания у насекомых. Нередко у самцов они крупнее, чем у самок. Строение усиков разнообразно у отдельных видов и групп насекомых, и этот признак широко используется в диагностике и систематике насекомых. Различают следующие основные типы усиков: щетинковидный, нитевидный, четковидный, пиловидный, гребневидный, перистый, булавовидный, головчатый, пластично-булавовидный, коленчатый, веретеновидный, щетинконосный, неправильный.

Для насекомых, повреждающих сельскохозяйственные растения, характерны два основных типа ротовых органов – грызущий и колюще-сосущий. Грызущие ротовые органы являются первичными, предназначены для приема твердой пищи. Они состоят из непарных верхней и нижней губы и парных верхних и нижних челюстей. На нижней губе и челюстях имеются вытянутые членистые образования – щупики, по наличию двух пар которых у насекомых определяют грызущий ротовой аппарат.

Колюще-сосущие ротовые органы характерны для насекомых, питающихся клеточным соком растений с проколом субстрата. Колюще-сосущий ротовой аппарат состоит из тех же частей, что и грызущий, но они видоизменены, имеют другие назначения и названия. Верхняя губа сохранила свое название, расположена у основания хоботка. Хоботок образовался из нижней губы, выглядит в виде массивной иглы. В приеме пищи не участвует, служит футляром для колющих щетинок в спокойном состоянии и упором во время питания. Четыре колющие щетинки образовались из четырех челюстей и служат для прокалывания растительной ткани и для всасывания пищи.

От способа питания и строения ротовых органов зависит характер повреждения, по которому можно диагностировать вредителей и выбрать группу инсектицидов для борьбы с ними. Так, для уничтожения насекомых, имеющих грызущие ротовые органы, можно применять инсектициды кишечного или контактного действия, тогда как против насекомых с сосущими ротовыми органами следует использовать инсектициды системного, контактного действия или фумиганты.

Придатками груди являются органы передвижения – ноги и крылья. Класс насекомых характеризуется наличием трех пар членистых ходильных конечностей (ног) и чаще двумя парами крыльев. Ноги крепятся по одной паре к каждому сегменту груди и имеют соответствующие названия: передние ноги – к передней груди, средние ноги – к средней груди и задние ноги – к задней груди. Передние крылья крепятся к средней груди, задние – к задней груди.

Ноги насекомых имеют сложное строение, их строение изменяется в зависимости от выполняемых функций. У насекомых специализируется чаще одна пара ног (передняя или задняя), а другие остаются ходильными. Соответственно образу жизни и уровню специализации, у отдельных групп насекомых встречаются различные типы ног. Так, например, у вредителей бывают прыгательные, копательные, ходильные ноги, у насекомых с другим образом жизни и питания – бегательные, хватательные, плавательные, собирательные.

Крылья насекомых представляют собой двухслойную складку покровов тела, которые сближаются, затвердевают и образуют тонкую эластичную пластинку. Между складками расположены трубковидные утолщения (жилки). Все крылья насекомых классифицируют по трем признакам: по консистенции, плотности, по жилкованию и по опушению. По консистенции и жилкованию различают следующие типы крыльев: жесткие, или роговые (у жуков), кожистые (у клопов), сетчатые, перепончатые. Жесткие и кожистые выполняют защитную функцию, сетчатые и перепончатые – летательную. У насекомых крылья могут быть однородными или разнородными. Однородными будут крылья, если обе пары одинаковые по консистенции, т. е. сетчатые или перепончатые. Разнородные – если передние и задние различаются по консистенции. Крылья, сплошь покрытые чешуйками (у бабочек) или короткими волосками (у ручейников), называются покрытыми, без них – голыми. Крылья являются одним из главнейших признаков классификации насекомых на отряды.

На брюшке у некоторых насекомых имеются видимые придатки: яйцеклады (у самок), грифельки (у самцов), церки (у представителей обоих полов).

Индивидуальное развитие, или онтогенез, насекомых проходит в два этапа – развитие внутри яйца, или эмбриональное, и развитие после выхода из яйца, или постэмбриональное. Постэмбриональное развитие насекомых не является простым ростом и увеличением размера тела, оно характеризуется прохождением определенных фаз развития: личинки, часто куколки и далее взрослого насекомого, или имаго. Такой тип онтогенеза получил название развития с превращением или метаморфоза. В зависимости от фаз постэмбрионального развития у насекомых различают два основных типа превращений – неполный и полный. Неполное превращение характеризуется прохождением трех фаз (стадий): яйцо, личинка, взрослое насекомое (имаго). При этом типе превращения личинки основными чертами сходны со взрослыми насекомыми и называются имагообразными или первичными. Основные черты сходства имагообразных личинок с имаго: форма и окраска тела; тип ротовых органов; тип усиков; наличие зачаточных крыльев; строение и типы ног.

По неполному превращению развиваются следующие отряды насекомых: прямокрылые, полужесткокрылые, равнокрылые, бахромчатокрылые и др.

Полное превращение характеризуется прохождением четырех фаз: яйцо, личинка, куколка, имаго. В этом случае личинки по вышеуказан-

ным чертам коренным образом отличаются от взрослых насекомых и называются неимагообразными или вторичными. Поэтому куколка необходима для преобразования несхожей со взрослым насекомым личинки в имаго. Таким образом, сущность превращения заложена в организации личинки, в ее сходстве или отличии от имаго. Поэтому для определения типа превращения насекомого достаточно иметь в наличии лишь две стадии – личинку и имаго. По полному превращению развиваются следующие отряды насекомых: жесткокрылые, перепончатокрылые, двукрылые, чешуекрылые, сетчатокрылые и др.

У представителей отрядов с полным превращением различают следующие типы неимагообразных личинок насекомых: безголовка (личинки отряда Двукрылые), безножка (личинки отрядов Жесткокрылые, Перепончатокрылые), истинная личинка (личинки отряда Жесткокрылые), гусеница (личинки отряда Чешуекрылые), ложногусеница (личинки отряда Перепончатокрылые).

Также у насекомых с полным превращением различают следующие три типа куколок: свободные, или открытые (у большинства представителей отрядов Жесткокрылые, Перепончатокрылые, а также у некоторых представителей отряда Двукрылые); покрытые (у большинства представителей отряда Чешуекрылые и некоторых представителей отряда Жесткокрылые); бочонкообразные, или скрытые (у представителей отряда Двукрылые).

Класс Insecta включает 34 отряда насекомых. Из них важнейшее значение в условиях Республики Беларусь имеют 8 отрядов, включающих основных вредителей сельскохозяйственных культур. Главными признаками, по которым класс Insecta делится на отряды, являются типы ротовых органов, число пар крыльев и их строение, превращение.

Отряд Прямокрылые

1. Крупные (до 80 мм) или средней величины насекомые с удлиненным, сжатым с боков или несколько приплюснутым телом.
2. Зрение хорошо развито. Пара сложных фасеточных глаз, имеют 1–3 глазка.
3. Усики различной длины и типа (нитевидные, щетинковидные, четковидные, булавовидные, мечевидные).
4. Ротовой аппарат грызущего типа.
5. 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.

6. Задние ноги прыгательные, остальные ходильные, иногда передние ноги копательные.

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

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

9. Большинство видов – фитофаги.

В состав отряда Прямокрылые входят семейства: настоящие кузнечики, медведки, настоящие саранчовые.

Отряд Полужесткокрылые, или Клопы

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

2. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Хоботок причленен к передней части головы. Усики нитевидные.

3. Переднегрудь развита и прикрыта сверху крупной переднеспинкой. При сложенных крыльях среднегрудь видна сверху в виде щитка. Крыльев 2 пары, передние разнородные: у основания жесткие или кожистые, на вершине перепончатые. Задние крылья перепончатые. Крылья складываются плоско на теле. Ноги бегательные, ходильные.

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

5. Зимовка проходит в фазе яйца, реже – взрослых клопов или личинок. Являются моновольтинными видами.

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

Отряд Равнокрылые

1. Разнообразные по форме и величине тела насекомые.

2. Ротовой аппарат колюще-сосущий, в виде хоботка и 4 колющих щетинок. Хоботок в покое подогнут под тело и направлен назад. Сложные фасеточные глаза развиты в различной степени. Усики щетинковидные или нитевидные, часто короче тела.

3. Крыльев 2 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.

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

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

6. Основной способ размножения – гамогенез, у некоторых видов – партеногенез.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: цикадки, медяницы (листоблошки), белокрылки (алеяродиды), настоящие тли, щитовки.

Отряд Трипсы, или Бахромчатокрылые

1. Мелкие насекомые с удлинённым телом.
2. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Усики нитевидные.
3. Лапки ног заканчиваются пузыревидными присосками. Крыльев 2 пары, однородные, перепончатые, узкие с двумя-тремя продольными жилками с бахромой из длинных тонких волосков.

4. Брюшко у самок заканчивается трубкой или яйцекладом.
5. Личинки двух последних возрастов (нимфы) имеют зачатки крыльев, не питаются, малоподвижны.
6. Развит полиморфизм: разное развитие крыльев, самцы мельче самок и темнее окрашены. Иногда самцы отсутствуют.

7. Большинство видов – фитофаги. Некоторые виды являются хищниками.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: настоящие трипсы, флеотрипсы.

Отряд Жестkokрылые, или Жуки

1. Разной величины (длиной от 0,3 до 180 мм), формы и окраски.
2. Ротовой аппарат грызущий. Типы усиков: нитевидные, щетинковидные, четковидные, пиловидные, гребневидные, пластинчатобулавовидные, головчатые, неправильные.

3. Ноги ходильные, бегательные, копательные, прыгательные или плавательные. Крыльев 2 пары, разнородные, первая пара – жесткие, вторая пара – перепончатые. Иногда крылья недоразвиты или отсутствуют. Передние крылья прикрывают все брюшко, могут быть сильно укорочены и доходить лишь до половины брюшка. Задние крылья длиннее передних и в покое складываются вдоль и поперек.

4. Личинка – истинная, безножка. Куколка свободная.

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

6. По пищевой специализации – фитофаги. Встречаются хищники, сапрофаги, некрофаги.

Вредителями сельскохозяйственных культур являются представители семейств: пластинчатоусые, шелкоуны, блестянки, долгоносики, листоеды, зерновки, точильщики, мертвоеды, трубковеры.

Отряд Перепончатокрылые

1. Разной величины (длиной 0,5–40 мм).

2. Голова свободная, подвижно соединена с грудью. Ротовой аппарат грызущего, грызуще-лижущего типа, иногда редуцирован. Глаза крупные, кроме того, развиты 3 глазка. Усики нитевидные или коленчатые, иногда перистые и четковидные.

3. Все отделы груди плотно слиты между собой. Ноги ходильного типа, иногда собирательные. Крыльев 2 пары, однородные, перепончатые. Задние крылья обычно меньше передних, иногда встречаются бескрылые формы.

4. Брюшко соединяется с грудью всем своим широким основанием или тонким стебельком. 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.

5. Личинки – безножки, ложногусеницы. Куколка свободная, находится в коконе.

6. Большинство видов поливольтинны.

7. По пищевой специализации – фитофаги, потребители нектара и цветочной пыльцы, хищники и паразиты – энтомофаги.

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

Отряд Чешуекрылые, или Бабочки

1. Разной величины (от 3 мм до 25 см в размахе крыльев).

2. Голова с крупными глазами и нередко примыкающими к ним двумя глазками. Усики длинные, нитевидного, булавовидного, веретеновидного или перистого типа. Ротовой аппарат сосущего типа, с длин-

ным спирально изогнутым хоботком. Иногда ротовой аппарат недоразвит или отсутствует.

3. Крыльев 2 пары, однородные, перепончатые, густо покрыты чешуйками. Передние крылья крупнее задних. Иногда крылья укорочены или совсем не развиты.

4. Личинки – гусеницы. Куколка покрытая, нередко в шелковистом коконе.

5. Являются моно- и поливольтинными видами.

6. По пищевой специализации – фитофаги.

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

Отряд Двукрылые, или Мухи

1. Разнообразные по величине насекомые (длиной 1–50 мм).

2. Голова шаровидная или полушаровидная, свободная, соединена с переднегрудью тонким стебельком. Глаза крупные. Глазков 3, реже 2 или они отсутствуют. Усики нитевидные, четковидные, реже гребневидные. Ротовой аппарат представлен хоботком. Типы ротовых аппаратов – колюще-сосущий, режуще-сосущий, лижущий, мускоидный.

3. Грудь состоит из трех плотно слившихся сегментов, из них наиболее сильно развита среднегрудь. Ноги бегательные или ходильные. Крыльев одна пара (передние). Они однородные, перепончатые. Задняя пара представлена в виде небольших жужжалец булавовидной формы.

4. Личинки – безголовки, реже безножки. Куколка открытая или скрытая, в ложном коконе.

5. Являются поливольтинными видами.

6. По пищевой специализации – фитофаги, паразиты, хищники.

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

Наряду с насекомыми, которые наиболее разнообразны по обилию видов и степени вредоносности, в сельском хозяйстве встречается много вредителей из позвоночных и беспозвоночных животных, способных наносить значительный ущерб урожаю культурных растений: грызуны, брюхоногие моллюски, нематоды, клещи.

1.2. Нематоды, клещи и голые слизни

Нематоды относятся к типу Первичнополостные, или Круглые черви – Nematelminthes, классу Nematoda. Нематоды, питающиеся растениями, или фитогельминты, обычно небольших размеров (длиной 0,5–5 мм). Форма тела у них нитевидная и веретеновидная, реже грушевидная или шаровидная. Тело их не сегментировано, но различают в нем три отдела: головной, или передний, включающий головную капсулу и глоточный участок; собственно тело, или средний, границами которого служат начало средней кишки спереди и анальное отверстие сзади; хвостовой, или задний, отдел начинается за анальным отверстием.

В центре головной капсулы расположено ротовое отверстие, окруженное головными буграми и подвижными губами. Вслед за ним открывается ротовая полость (стома). У типичных фитогельминтов стенки стомы образуют копьё, или стилет, и тогда просвет ротовой полости становится капиллярным. С помощью стилета нематоды прокалывают пищевой субстрат и всасывают частично переваренную пищу, т. е. по механизму воздействия на растения ротовые органы нематод колюще-сосущие и представлены стилетом.

Тело нематод покрыто эластичной, прочной белковой кутикулой, у фитонематод кутикула чаще кольчатая. Колец различное количество, и они имеют определенную и специфическую для возраста и вида ширину.

Нематоды – раздельнополые животные с выраженным половым диморфизмом, характеризующимся наличием вторичных половых признаков. В процессе развития нематоды проходят фазу яйца, личинки и взрослой особи, т. е. развиваются с превращением. Личинки имеют 4 возраста, разделенных линьками.

Подкласс Клещи (Acari) относится к классу Паукообразные (Arachnida), типу Членистоногие (Arthropoda). Подкласс Клещи включает три отряда: клещи-сенокосцы, паразитиформные и акариформные. Причем наиболее важное хозяйственное значение для человека имеют представители двух последних отрядов.

Тело клещей характеризуется небольшими (микроскопическими) размерами, у большинства групп оно не сегментировано. Различают два основных отдела: передний, или гнатосому, представляющую комплекс ротовых конечностей, и собственно тело, или идиосому, несущую ходильные конечности. В отличие от насекомых у взрослых кле-

щей число пар членистых ходильных конечностей не постоянно – от четырех до двух пар, и за редким исключением до одной пары.

Ротовые органы у клещей бывают грызущие, например, у амбарных клещей, и колюще-сосущие, например, у паутиных клещей, но они устроены иначе, чем у насекомых. Кожные покровы клещей состоят из слабохитинизированной кутикулы, гиподермы и базальной перепонки.

В течение индивидуального развития клещи проходят фазу яйца, личинки, нимфы и взрослого клеща, т. е. они развиваются с превращением. Личинка имеет 3 пары ног, т. е. на одну пару меньше, чем нимфы и взрослые особи.

По широкой приспособленности к различным местообитаниям клещи приближаются к насекомым. Многие их виды являются серьезными вредителями ценных сельскохозяйственных растений. Так, при отказе от мероприятий по борьбе с обыкновенным паутиным клещом потери урожая огурца и томата в защищенном грунте могут достигать 30–50 %. Земляничный клещ может снизить урожай ягод до 40–70 %. Почковый клещ до сих пор также остается опасным вредителем для черной смородины в большинстве районов мира, где возделывается эта культура. Большой вред зерну, муке, крупе и другим продуктам в период хранения причиняет еще одна специфическая группа так называемых амбарных клещей. Повреждение ими зародышей семенного зерна приводит к резкому снижению всхожести посевного материала. Мука, заселенная клещами, приобретает неприятный привкус и запах; при этом резко снижаются ее хлебопекарные качества. Продукты, в сильной степени поврежденные клещами, нельзя использовать в пищевых и кормовых целях.

Голые слизни относятся к отряду Стебельчатоглазые улитки – *Stylommatophora*, подклассу Легочные – *Pulmonata*, классу Брюхоногие моллюски – *Gastropoda*, типу Моллюски, или Мягкотелые – *Mollusca*. Тело голых слизней не сегментировано, но состоит из трех отделов – головы, туловища и ноги. На голове расположены 2 пары щупалец, которые при раздражении втягиваются внутрь головы, и ротовое отверстие, окруженное кожными складками, или губами. Оно ведет в ротовую полость. Ротовые органы голых слизней протирающие, по механизму воздействия на пищевой субстрат – грызущие. Сверху глотки в ротовую полость свисает непарная роговая челюсть. Из глотки выступает подушкообразный язык, сверху покрытый тонкой рого-

вой пленкой, усаженной микроскопическими роговыми зубчиками, которые составляют терку.

На верхней стороне тела лежит мантия. Нога подстилает туловище и отделена от него ясной кольцевой бороздкой. Нижняя сторона ноги (подошва) гладкая (ариониды) или разделена двумя продольными бороздами на 3 полосы (лимациды).

Кожа голых слизней лишена кутикулы, представлена гиподермой, покрытой слизью. Голые слизи также яйцекладущие животные, из яиц отрождается молодь, т. е. молодые особи, которые постепенно, без линек, вырастают во взрослых особей.

1.3. Вредные грызуны

Вредные грызуны относятся к двум отрядам класса млекопитающих (Mammalia) – грызунов и зайцеобразных. При этом наибольший вред сельскохозяйственному производству наносят грызуны, которых насчитывается более 1500 видов. Отряд отличается не только видовым разнообразием и множеством адаптивных форм, но и высокой численностью отдельных видов.

Грызуны существенно отличаются по образу жизни, местообитанию, строению тела, характеру питания, типу размножения. Также они различаются по характеру потребляемой ими растительной пищи. Многие виды поедают зеленые части растений, служащие им также источником воды. Для других видов необходима более калорийная пища, и основу их рациона составляют семена. При отсутствии тех или иных необходимых виду кормов они достаточно легко переходят на другой тип питания, например в зимнее время обгрызают кору деревьев. Это свойство грызунов делает их весьма опасными вредителями.

Грызуны наносят существенный вред как пищевые конкуренты человека и домашних животных. Они повреждают сельскохозяйственные культуры в период вегетации и созревания урожая, а также высеянные семена и собранные кормовые запасы.

Наиболее вредоносны в Беларуси мышевидные грызуны (полевки, мыши). В плодовых садах зимой некоторые виды грызунов и зайцеобразных обгрызают кору деревьев, нанося особенный урон молодым саженцам. При численности 300 нор на 1 га обыкновенной полевки на полях люцерны уничтожается до 32 % растительности.

Наибольший ущерб урожаю наносят насекомые, что объясняется, прежде всего, их биологическими особенностями, обилием видов, вы-

сокой плодовитостью и быстротой размножения. Вредители классифицируются по систематическому принципу и по характеру питания. Растительоядные вредители разделяются на полифагов, или многоядных, питающихся растениями разных семейств; олигофагов, или ограниченных, питающихся растениями разных видов одного семейства; монофагов, или одноядных, – преимущественно растениями какого-либо одного вида. Большой ущерб урожаю разных культур наносят многоядные вредители (шелкуны, медведка, луговой мотылек, совка-гамма и др.). Многочисленны олигофаги (например, шведские мухи, зеленоглазка, пьявица синяя и др., питающиеся исключительно злаковыми растениями; клубеньковые долгоносики, гороховые плодоярки, гороховая тля и др. повреждают бобовые растения; капустная белянка, капустная моль, крестоцветные блошки, капустная муха и др. питаются крестоцветными растениями). Из одноядных очень вредны гороховая зерновка – горох, клеверный долгоносик – клевер и т. д. Вредных насекомых и клещей классифицируют также по группам повреждаемых ими культур – вредители хлебных злаков, вредители овощных культур и т. д., что для практических целей удобно.

Различают два основных типа повреждений растений:

1. Грызущие насекомые объедают растения грубо или частично с краев листа, скелетируют листья, обгладывают паренхиму и т. д., перегрызают или частично надгрызают листья, стебли и побеги, проедают ходы, минируют листья и стебли, выгрызают под корой луб, камбий и древесину и т. д.

2. Колошце-сосущие насекомые, например тли, клопы и др., перед питанием вводят в растения выделения слюнных желез, ферменты которых вызывают ряд биохимических изменений, приводящих к изменению окраски, деформации, образованию галлов. Нередко те или иные вредители в своем питании приурочены к определенным органам растений. Отсюда группы вредителей корней, стеблей, листьев, бутонов, цветков, плодов и т. п. Важной видовой особенностью вредителей является также в той или иной степени выраженная избирательность в отношении возрастного и физиологического состояния повреждаемого органа растения. Так, тли предпочитают питаться молодыми тканями, вишневый слизистый пилильщик – взрослыми тканями и т. д.

Условия жизни и существования организмов, т. е. внешняя среда, создается из совокупности факторов среды, или экологических факторов. Эти экологические факторы непрерывно воздействуют на вредителей, создавая те или иные условия их существования.

Жизнь любого насекомого возможна только в определенном температурном интервале. Температура как ниже оптимума, так и выше его приводит к замедлению развития, а при ее экстремальных значениях – к гибели насекомых. Температура может влиять и на состояние кормового растения, увеличивая или уменьшая его ценность, а также на популяции конкурентов, хищников и паразитов.

По степени требовательности к влажности среды насекомые проявляют различную избирательность. Среди них можно различить крайне влаголюбивых – гигрофилов (жужелицы карабусы, стрекозы, комары); умеренно влаголюбивых – мезофилов (озимая совка) и сухолюбивых – ксерофилов (чернотелки, пустынная саранча).

Избыток влажности воздуха обычно не приводит к гибели, а, прежде всего, сказывается на длительности развития. Недостаток влажности переносится хуже, наблюдается депрессия, снижается плодовитость и часто вызывает гибель насекомых. Поэтому в жарких и засушливых условиях у фитофагов увеличивается вредоносность для компенсации испаренной влаги.

Почва представляет собой весьма важную среду обитания, и с ней связано в тот или иной период своей жизни громадное большинство видов насекомых, которые вместе с другими многочисленными представителями беспозвоночных (дождевые черви, многоножки, нематоды, пауки) входят в общий биоценотический комплекс, населяющий почву.

В жизни почвообитающих вредителей существенную роль играют физические и химические свойства почвы, и прежде всего механический состав, структура, плотность почвы, ее влажность и температура, аэрация, содержание органических веществ, химический состав. Так, правильные приемы обработки почвы снижают численность насекомых-вредителей, влияют на размножение, выживаемость и в конечном счете – на повреждаемость растений. Проведение известкования создает неблагоприятные условия для обитания насекомых-фитофагов, предпочитающих кислую среду обитания.

Таким образом, знание биоэкологических особенностей развития фитофагов позволяет изменять указанные экологические факторы с целью снижения численности и вредоносности вредных организмов.

2. БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

2.1. Понятие о болезнях растений

Фитопатология (от 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.

Первые определения болезни растений были даны еще в начале XIX в. О. Декандоль в 1832 г. 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 г. 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 г. Т. Д. Страховым, который считал, что 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 изменения формы органов, тканей пораженных болезнью растений 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*. Происходит 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 конечном счете, 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 на следующие виды.

1. *Неинфекционные болезни*, не передающиеся от больного растения к здоровому, среди которых выделяют:

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

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

- болезни, вызываемые механическими повреждениями;

- болезни, вызываемые химическими соединениями;

- 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:

- грибные болезни (микозы);

- бактериальные (бактериозы);

- актиномикозные (актиномикозы);

- микоплазменные (микоплазмозы);

- вирусные (вирузы);

- виroidные (виroidозы);

- 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 подразделяют: на острые – развиваются быстро и заканчиваются в пределах одного вегетационного периода; хронические – развиваются на многолетних растениях, часто в хронической форме проявляются неинфекционные болезни.

В зависимости от степени локализации болезни бывают: местные (локальные) – поражают небольшие участки или отдельные органы, не распространяясь по всему растению; общие (диффузные) – поражают все растение или большую его часть.

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

В зависимости от поражаемых органов растений болезни подразделяются: на болезни семян, болезни 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. Это 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 образуются 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 темные плотные образования темного цвета с гладкой или шероховатой поверхностью.

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

Камедетечение, или гоммоз. Характеризуется выделением из трещин больных органов растений (как правило, древесных пород) каме-

ди – 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 снижению качества сельскохозяйственной продукции. В зависимости от причины болезни недобор урожая 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 растений, 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 карбонатность ее, в связи с чем железо находится здесь 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 находятся в ней 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 бывает исключение. 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.

Азотное голодание может вызывать засоренность посевов, садов, что приводит к истощению в почве запасов азота, а также недостаточное внесение азотных удобрений, 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 необходимо 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, нуклепротеидов, 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, жилки листа приобретают красноватый оттенок, черешки становятся прямостоячими, на них 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 стороны, недоступность фосфора растениям, особенно на кислых, тяжелых, глинистых почвах с высоким содержанием железа.

Устраняется недостаток фосфора соответствующим 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 цветоносных стеблей уменьшается, корни развиваются слабо. У картофеля при недостатке калия развивается болезнь, называемая «бронзовость 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 междужилковый 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 отда-

ленные 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.

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

У растений 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 тканей, 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 *засуху 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, щуплые 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 совсем. 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 щуплых 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. Неблагоприятные 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 и 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 низкорослыми, слабыми, хлоротичными, с неразвитой 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 может быть и причиной серьезных патологических изменений в растении. 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 процессы 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 вредносно *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 межклеточниках 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 повреждение молодых органов. 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. Иногда такие ожоги переходят 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 воздействий 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 чувствительны 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 действии 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 оплодотворе-

нию 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 т. д. и к гибели растения.

По характеру и течению процесса заболевания, вызываемые вредными газами, часто подразделяют 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 хвои верхушек 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 растения, на листьях образуются пятна темно-бурого или кирпичного цвета, такие места часто засыхают. Иногда пластинки листьев продырявливаются. Листья с пятнами могут оставаться на растениях или же вскоре опадают. 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 возможны 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, нарушения 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, подразделяются 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 подразделяют 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 подразделяются:

1) на *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 совре-

менном 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 из двух организмов 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 культурных 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* приурочен только к пшенице 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 (*Plasmodiophora 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.), это говорит о *гистотропной специализации* паразитного организма.

Существует также *онтогенетическая*, или *стадийно-возрастная*, специализация – это приуроченность патогена к определенному возрасту растений. Так, возбудители корнееда поражают свеклу в стадии всходов, а возбудитель спорыньи инфицирует колосья злаковых растений в фазу 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, лишённые способности к автотрофному питанию, используют готовые органические вещества растительного или животного происхождения. Они играют важную роль в природе и жизни чело-

века. 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 положительна, так и отрицательна. 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. У некоторых простейших грибов (плазмодиофоромицеты) нитчатый типичный мицелий отсутствует, и вегетативное тело представлено одной клеткой, нередко лишенной оболочки, так называемым *амебодом*, или *плазмодием*, обычно располагающимся внутри питающей клетки растения-хозяина.

Мицелий у различных групп грибов имеет различное микроскопическое строение. У низших грибов, к которым относят хитридиомице-

ты, 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 простираться по поверхности питающего субстрата в виде рыхлого или уплотненного тонкого налета. 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 пероноспорных 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 прикрепления ростковых гиф и мицелия к субстрату (мучнисторосяные, 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.

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 анастомозов 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 дости-

гает 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 способны 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 спороносящих 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 удлинённые 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 отдельных 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 округлившись 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, складками, которые создают иногда сетчатый узор, шипами.

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 муконовых, 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 прорасти 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: углерод, азот, сера, фосфор, калий и магний; микроэлементах: железо, цинк, медь, кобальт, марганец, молибден и др.; витаминах: биотин, тиамин; ростовых и других биологически активных веществах.

Питательные вещества поступают в организм гриба через оболочку 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 (белков, жиров, полисахаридов) в более простые водорастворимые соединения осуществляется грибами с помощью ферментов. В состав ферментативного аппарата грибов входят ферменты, разрушающие клетчатку, и пектиновые вещества (целлюлоза, 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 не специализированными или мало специализированными 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.

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 *спорангиеносцем*.

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 амебоид 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.

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 особых вместилищах – *пикнидах*, или *конидиальных ложях*.

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

Ложь – скопление очень большого количества конидиеносцев на ограниченном сплетении мицелия; ложка 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, отчленяющих 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.

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: плазмोगамия – 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 изогамия, а морфологически различных мужской и женской половых клеток – оогамия.

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 к изменчивости и наследованию признаков отцовской и материнской клеток.

Половое размножение у грибов различных классов характеризуется специфическими особенностями. 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*. В результате слияния содержимого двух различных по строению половых клеток формируются *ооспоры*.

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 бесполок 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 составляет 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, исключения составляют мучнисторосяные.

Понятие о цикле развития грибов. Развитие грибов в природе происходит в несколько стадий и имеет циклический характер. Под циклом развития грибов 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 и краткая характеристика основных систематических групп. Все грибы объединены в группы и размещены в определенной системе. Такие подразделения грибов на определенные группы с установлением связи между ними называются систематикой грибов.

В основу современной систематики грибов положены морфологические, цитологические, биологические, физиолого-биохимические признаки.

Согласно данной систематике грибы относятся к трем царствам, включающим в себя семь отделов, четырнадцать классов.

Отдел *Chytridiomycota*

Отдел *Chytridiomycota* (Хитридиомицеты) относится к царству грибов *Mycota*, группе низших грибов 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 подземных органов 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 низших грибов 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 мильдю (ложномучнистой росы) винограда; *Peronospora schachtii* – возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) свеклы; *Peronospora destructor* – возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) лука; *Peronospora cubensis* – возбудитель пероноспороза (ложномучнистой росы) огурца; *Bremia lactuca* – возбудитель ложномучнистой росы салата.

Отдел *Zygomycota*

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

Вегетативное тело у грибов данного класса представлено хорошо развитым одноклеточным мицелием. Бесполое размножение осуществляется неподвижными спорангиоспорами. Половой процесс – зигогамия с образованием покоящихся зигоспор, которые впоследствии прорастают в спорангии со спорангиоспорами. 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 высших грибов, 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 заканчи-

вается формированием асков с аскоспорами (сумок с сумкоспорами). Они могут располагаться непосредственно на мицелии или в особых его вместилищах – плодовых телах. Различают следующие типы плодовых тел: *клеистотеций* – 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 – *псевдотеции*, 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.

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

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.

К классу *Eusascomycetes* (Эуаскомицеты, или Плодосумчатые) относят грибы, для которых характерно образование различных плодовых тел. В зависимости от типа плодовых тел класс делится на группы порядков, рядов.

Наиболее широко представленными возбудителями болезней сельскохозяйственных культур являются представители порядка эризифовых, или мучнисторосяных. Плодовые тела – клейстотеции – находятся у них на поверхности мицелия. Роды внутри порядка различаются

по количеству асков в плодовых телах и форме придатков на поверхности плодовых тел.

К мучнисторосеяным относятся виды: *Erysiphe graminis* – возбудитель мучнистой росы злаков; *Erysiphe communis* – возбудитель мучнистой росы бобовых культур; *Sphaerotheca morsuvae* – 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 удлинённых 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 Полостносумчатые) 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 высших грибов, 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 одно-

клеточными – *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 головня – вместо зерна образуется черный комочек, поражаются только репродуктивные органы – зерновка.

2. Пыльная головня – разрушаются все части колоса, остается голый стержень.

3. Стеблевая головня – полосы, заполненные черной массой на стеблях, влагилицах листьев и других вегетативных органах.

4. Пузырчатая головня – 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 – головне-

вых, такие как *Ustilago tritici* – возбудитель пыльной головки пшеницы; *Ustilago nuda* – возбудитель пыльной головки ячменя; *Ustilago hordei* – возбудитель твердой (твердо-каменной) головки ячменя; *Ustilago zaeae* – 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 пыльной 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 ржавчин:

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 высших грибов, 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, половое отсутствует. 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 склероции, 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 бесцветные или окрашены в различные цвета. Очень разнообразна форма конидий. К наиболее значимым фитопатогенным видам относятся: *Monilia fructigena* – конидиальная стадия возбудителя плодовой гнили семечковых; *Monilia cinerea* – 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* (Коеломицеты) включает в себя несовершенные грибы, конидиальное спороношение которых формируется в конидиальных ложе и пикнидах, и, 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 покрытие разрывается и конидии 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* – возбу-

дитель 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 их составляют 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 бывают: *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 Грамму, 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, называ-

ются *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 их – 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 воздействуя 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. Рекомбинации, 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) трансдукции, когда генетическое вещество передается из одной клетки в другую при помощи бактериофага – вируса бактерии;

3) конъюгации, когда происходит 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 составляет 20–25 °С. Однако начинается оно при температуре 5–10 °С. При температуре 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 другие инструменты) и тарой;
- 5) переносчиками фитопатобактерий могут служить насекомые, птицы. Например, на близкие расстояния бактериальный ожог плодовых переносят пчелы, на далекие – перелетные птицы, а мокрую бактериальную гниль картофеля в хранилище распространяет плодовая муха дрозofiла.

Источниками бактериальной инфекции являются:

1. Послеуборочные остатки до полной их минерализации.
2. Почва (непродолжительное время, так как бактерии подавляются антагонистами – почвенными микроорганизмами; исключение составляют 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 делятся:

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 происходит 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 Грамму, 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 пяти морфологическим формам:

палочковидные (вирус табачной мозаики); *нитевидные* (вирус мозаики лука, X-вирус картофеля, вирус желтухи свеклы); *сферические* (вирус бронзовости томата, вирус кольцевой пятнистости вишни); *бациллоподобные* (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 капсидом, 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, обладающие 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 – 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 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 рас-

тений, 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 вирусов насекомыми:

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 ч и более. 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) *полупersistентный* способ, когда насекомое сохраняет свою вирофорность от 10 до 100 ч после питания на больном растении (вирус желтухи свеклы, вирус М картофеля).

3. *Передача вирусов семенами, посадочным материалом, прививкой.* Передача вирусов через пыльцу к семенам происходит в процессе опыления, встречается редко; передача через посадочный материал, большие луковичы, 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. Вириозами 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 и 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 в растениях. 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 кущения (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 вириозов:

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 живот-

ных, 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 определенному виду 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 больных растений под микроскопом, можно правильно диагностировать тот или иной вироз.

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 определенной группы фермент поместить в питательную среду и туда же поместить вирусные частицы, связывающие этот фермент, 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 вирозов приходится 20 % биологических потерь урожая от вредителей, болезней и сорняков.

Для вирусов 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).

Однако, несмотря на разнообразие вредоносности, вирусы, как правило, не приводят к гибели растений. Вирусы, в отличие от других болезней растений, часто обладают латентностью (т. е. скрытым развитием), что затрудняет их диагностику.

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 (в отличие от вирусов).

В отличие от вирусов микоплазмы способны размножаться на искусственных питательных средах. 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 микоплазмы

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, вьюнок, бодяк, молочай, цикорий и другие растения, относящиеся к различным ботаническим семействам.

Болезни растений, вызываемые микоплазмами, носят название «микоплазмозы». Первые сведения о микоплазмах как о возбудителях болезней растений появились только в 1967 г. 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 микоплазмозов: угнетение роста (карликовость), деформация вегетативных и генеративных органов, «ведьмины метлы», общий хлороз, увядание, некроз, мелколистность и др.

Диагностика микоплазмозов включает в себя 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 триады Коха:

а) выделение возбудителя в чистую культуру;

б) заражение им здоровых растений и получение симптомов, идентичных первоначальному;

в) повторное выделение возбудителя из искусственно зараженных растений.

4. Реакция возбудителя на антибиотики из группы тетрациклинов.

Актиномицеты, их биологические особенности, актиномикозные 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 четко выраженный лучистый характер разрастания 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 *Actinomyses*, 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 температура – 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 и корнеплодах. 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 Грамму; метод электронной микроскопии; выделение микроорганизмов в чистую культуру и изучение колоний.

2.4. 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 рекомендуется сбалансированное минеральное питание, ликвидация неровностей поля, возделывание устойчивых сортов, ранневесеннее боронование.

Теорию «сопряженности патологических процессов» впервые сформулировал М. С. Дунин в 1946 г. Он показал, что в большинстве своем болезни являются результатом воздействия последовательно и одновременно действующих абиотических и биотических факторов, обуславливающих сложный патологический процесс.

Таким образом, для правильного обоснования мер борьбы необходимо установить основную причину болезни.

2.5. Понятие об иммунитете растений

Иммунитет (от лат. *immunitas* – 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, и в 1919 г. 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.

3. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Сорные растения являются постоянным компонентом агроэкосистем. Общеизвестно, что именно они в наибольшей степени влияют на снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

В настоящее время у различных авторов встречаются разные определения понятия «сорное растение».

Сорными растениями называют такие растения, которые не культивируются человеком для своих целей, но исторически приспособившиеся произрастать в условиях обрабатываемой почвы и возделываемых культурных растений и наносящие им экономический вред.

В Законе Республики Беларусь «О защите растений» об этом понятии говорится следующее: «Сорняки – нежелательные растения, произрастающие в посевах и насаждениях культурных сельскохозяйственных, декоративных растений и наносящие им вред (замедление роста и снижение урожайности растений, ухудшение их качества, иное вредное воздействие), а также способствующие распространению вредных организмов».

Сегетальной растительностью называют ту растительность, которая произрастает на окультуренных сельскохозяйственных угодьях. Она предпочитает земли, которые постоянно обрабатываются, и хорошо приспособлена к посевам определенной сельскохозяйственной культуры. Если обработка почвы прекращается, то сорные виды этой группы полностью выпадают из культивируемого травостоя.

3.1. Классификация сорняков

Общепризнанным является то, что в Беларуси имеется 300 видов сорняков, из них более 80 – многолетних.

Их классифицируют по различным биологическим признакам, связанным с характером и способом питания, а также с продолжительностью жизни.

По способу питания сорняки подразделяются на две группы: а) непаразитные; б) паразитные и полупаразитные (табл. 3.1).

Непаразитные сорные растения являются автотрофными растениями и по продолжительности жизни делятся на две группы: малолетники и многолетники. Малолетники размножаются семенами, плодоносят один раз и имеют жизненный цикл не более двух лет. Отмирают после созревания семян.

Многолетние сорняки вегетируют на протяжении нескольких лет, неоднократно плодоносят, размножаются семенами и вегетативными органами. По способности к вегетативному размножению они подразделяются на два вида: вегетативно не размножающиеся или слабо размножающиеся и размножающиеся активно.

Таблица 3.1. Классификация сорных растений

Непаразитные		Паразитные и полупаразитные
Малолетние	Многолетние	
Эфемеры	Не размножающиеся или слабо размножающиеся вегетативно:	Корневые
Яровые:	стержнекорневые	Стеблевые
ранние	мочкокорневые	
поздние	С сильно развитым вегетативным размножением:	
Зимующие:	луковичные	
озимые	клубневые	
двулетники	С наземными вегетативными органами (ползучие):	
	корневищные	
	корнеотпрысковые	

Малолетние сорные растения. Сорняки с коротким периодом вегетации, способные давать несколько поколений за год, называют эфемерами или малолетниками. Наиболее распространены следующие эфемеры.

Звездчатка средняя, или *Мокрица*, – типичный эфемер семейства Гвоздичные. Распространена повсеместно, главным образом в пониженных и влажных местах. На осушенных торфяниках является особенно злостным сорняком, засоряющим пропашные и овощные культуры. Под развитым покровом культурных растений угнетается, но быстро наращивает большую массу при изреживании, полегании, завершении вегетации сельскохозяйственных культур или после их уборки. Может отрастать из обрывков стеблей.

Семена мокрицы прорастают при температуре 2–22 °С с глубины до 4 см, средняя плодовитость растения – 15 тыс., максимальная – 25 тыс. семян, жизнеспособность их в почве сохраняется до 30 лет. Цветет и плодоносит с мая до поздней осени. При позднем развитии перезимовывает.

Яровые сорняки, которые заканчивают жизненный цикл в течение года, подразделяются на ранние яровые, появляющиеся на полях до всходов ранних и поздних яровых культур или одновременно со всхо-

дами посевов культурных растений, и поздние яровые (летне-осенние однолетники), растущие во второй половине лета. Ранние яровые заканчивают развитие до уборки культурных растений или одновременно с их созреванием, поздние медленно развиваются и созревают в послеуборочный период. К ранним яровым относятся марь белая, торица полевая, пикульник красивый, или зябра, гречишка вьюнковая, или горец вьюнковый, гречишка развесистая, или горец шероховатый. Из поздних яровых распространены куриное просо, шетинник зеленый.

Марь белая – наиболее распространенный однолетний сорняк семейства Маревые. Семена прорастают при температуре 3–20 °С с глубины 1–2 см, иногда до 6 см. Средняя плодовитость растения составляет 100 тыс., максимальная – до 700 тыс. семян разной величины и цвета. Крупные, коричневого цвета семена прорастают на второй год, очень мелкие, черные – на третий. Всхожесть свежесозревших семян равна 9 %. Недозревшие прорастают быстрее. Семена имеют очень твердую оболочку, поэтому могут сохранять жизнеспособность в почве до 38 лет.

Торица полевая и ее разновидности относятся к семейству Гвоздичные. Семена прорастают при температуре 3–25° С с глубины 0,5–2 см и глубже. Всходы появляются ранней весной, они похожи на всходы сосны.

Пикульник красивый, или *Зябра*, – однолетний сорняк из семейства Губоцветные. Семена прорастают при температуре 4–22 °С с глубины 0,5–4 см. Средняя плодовитость одного растения составляет около 800, максимальная – до 5 тыс. семян, сохраняющих жизнеспособность в почве свыше двух лет. Семена ядовиты. Растения грубые, с жесткими ворсинками, покрывающими стебли, сильно разрастаются. Стебель и его части на влажной почве могут образовывать придаточные корни, после укоренения растут и развиваются как самостоятельные растения. Характеризуются быстрым начальным ростом и хорошо развитой листвой. В посевах многолетних трав эффективно подкашивание.

Горец шероховатый, или *Гречишка развесистая*, – яровой сорняк из семейства Гречишные. Семена прорастают при температуре выше 4 °С с глубины до 6 см. Средняя плодовитость одного растения составляет 850, максимальная – до 7 тыс. семян, сохраняющих жизнеспособность в почве более трех лет. Всхожесть свежесозревших семян – до 14 %. Сорняк обладает большой конкурентной способностью в связи с ранним появлением всходов весной, образованием хорошо развитой надземной массы, способностью лучше развиваться под покровом культурных растений.

Горец вьюнковый, или *Гречишка вьюнковая*, – относится к семейству Гречишные. Засоряет многие культурные растения, особенно гречиху, от семян которых сорняк трудно отделяется. Стебли его обвивают культурные растения, что приводит к полеганию хлебов и затрудняет уборку урожая. Семена прорастают при температуре 3–16 °С с глубины 6–8 см, иногда до 10–12 см. Средняя плодovitость растения составляет 140–200, максимальная – до 65 тыс. семян. Свежесобранные семена не всходят. Цветет в июле – августе, плодоносит в августе – сентябре.

Просо куриное (петушье просо), или *Ежовник*, – поздний сорняк семейства Мятликовые (Злаковые). Сильно засоряет медленно растущие и поздно высеваемые культуры, а также ранние яровые при опоздании с севом. Сильно разрастается на увлажненных местах, но не выносит затопления. Семена прорастают с глубины 4–6 см, иногда до 10 см. Средняя плодovitость растения составляет около 350, максимальная – до 60 тыс. семян, сохраняющих жизнеспособность в почве свыше 13 лет. Всхожесть свежевывревших семян – до 2 %. После скашивания или повреждения стеблей сорняк быстро отрастает, при благоприятных условиях сильно кустится. Устойчив почти ко всем гербицидам, применяемым на злаковых культурах, и ко многим гербицидам почвенного действия.

Мышей сизый, или *Щетинник*, и *Мышей зеленый* относятся к семейству Мятликовые (Злаковые). Мышей сизый по биологическим признакам напоминает куриное просо и мало отличается от мышей зеленого. Семена его несколько крупнее, чем у мышей зеленого, щетинки колосков фиолетового оттенка. Семена прорастают с глубины до 4–6 см, иногда до 10 см. Средняя плодovitость растения составляет около 200–250, максимальная – до 14 тыс. семян, сохраняющих жизнеспособность в почве до 30 лет. Поедание созревших сорняков животными вызывает у них тимпанию, колики.

Зимующие сорняки засоряют как яровые, так и озимые культуры. Если всходы их появились ранней весной, они проходят за вегетационный период полный цикл развития. Весенние всходы не образуют розетки листьев, развиваются как яровые. Созревают одновременно или несколько позже уборки зерновых культур. Если всходы сорняков появляются летом или осенью, они перезимовывают в любой фазе развития.

Типичные представители зимующих сорняков – ромашка непахучая, пастушья сумка, василек синий, ярутка полевая, гулявник струйчатый, живокость полевая, мелколестник канадский.

Ромашка непахучая относится к семейству Астровые (Сложноцветные). Засоряет озимые и яровые зерновые, пропашные культуры. Хорошо отрастает после скашивания. Семена прорастают при температуре 2–24 °С с поверхности почвы и с глубины 5–6 см. Средняя плодовитость растения составляет 34 тыс., максимальная – до 50 тыс. семян. Всхожесть семян – около 35 %, жизнеспособность в почве сохраняется до шести лет.

Пастушья сумка – зимующий сорняк семейства Капустные (Крестоцветные). Распространена повсеместно, засоряет все посеы. Семена прорастают при температуре 1–26 °С с глубины 2–3 см. Средняя плодовитость растения составляет около 200, максимальная – до 300 тыс. семян, сохраняющих жизнеспособность в почве свыше 35 лет. Всхожесть свежесозревших семян – до 4 %. В течение лета могут давать 2–3 поколения. По сравнению с другими сорняками обладает меньшей конкурентной способностью.

Василек синий относится к семейству Астровые (Сложноцветные). Засоряет озимую пшеницу и рожь. Семена прорастают при температуре 2–25 °С с глубины до 5 см, сохраняют всхожесть в почве около пяти лет. После всходов надземная масса растет медленно, но быстро развивается корневая система. Хорошо перезимовывает. Весной развивается быстрее засоряемой культуры и обсеменяется до уборки посевов. При весенних всходах семена созревают одновременно с культурой и засоряют посевной материал. Сорняк характеризуется сравнительно слабой конкурентной способностью.

Ярутка полевая – сорняк семейства Капустные (Крестоцветные). Засоряет полевые и овощные культуры. Семена прорастают при 2–25 °С с глубины до 5 см. Средняя плодовитость растения составляет 900, максимальная – 50 тыс. семян, сохраняющих жизнеспособность в почве в течение десяти лет. Молодые растения хорошо переносят морозы, цветки сохраняются под снегом. Сорняк обладает сравнительно слабой конкурентной способностью, уничтожается многими гербицидами.

Биология озимых сорных растений сходна с озимыми культурами. Они засоряют главным образом озимые зерновые культуры и созревают одновременно с ними. Отличаются от зимующих тем, что они нуждаются для развития в пониженных температурах. Независимо от времени прорастания они дают плоды и семена только на следующий год.

Метлица полевая – наиболее распространенный озимый сорняк семейства Мятликовые (Злаковые). Засоряет преимущественно озимую

пшеницу и рожь на пониженных местах и выпасах, особенно во влажные годы. Семена прорастают при температуре 3–20 °С с поверхности почвы и с глубины до 5 см. Они долго сохраняют жизнеспособность, поэтому при благоприятных условиях вспышка засоренности этим сорняком может быть после многих лет ее отсутствия. В сухое лето семена не всходят. Они начинают прорастать после дождей. Способны давать всходы вскоре после осыпания, но лучше прорастают после периода покоя, который длится около 20 дней.

Костер ржаной – типичный озимый сорняк семейства Мятликовые (Злаковые). Засоряет озимые зерновые культуры. Всходы появляются с глубины 2–3 см, иногда до 12 см. Семена сохраняют жизнеспособность в почве 5–10 лет.

Двулетние сорняки заканчивают жизненный цикл за два года. Всходы их появляются весной, цикл развития заканчивается в следующем году. В первый год растения образуют розетку листьев или невысокие стебли в нижнем ярусе, развивается корневая система. На следующий год весной стебель быстро развивается, растения летом дают семена.

При появлении всходов осенью типичные двулетники до образования семян перезимовывают два раза. Некоторые из них остаются на третий год.

Донник белый – двулетний сорняк семейства Мотыльковые (Бобовые). Семена прорастают с глубины не более 5 см, сохраняют жизнеспособность в почве десятки лет. Одно растение дает до 17 тыс. семян. Может использоваться как кормовая и сидеральная культура. Хороший медонос, обладает лечебными свойствами.

Смолевка вильчатая относится к семейству Гвоздичные. Наиболее часто встречается в посевах клевера и люцерны. Семена трудно отделимы от семян засоряемой культуры, их очищают на электромагнитных машинах.

Многолетние сорные растения после плодоношения не отмирают, а продолжают развитие до наступления холодов. В течение жизни несколько раз дают семена. Сорняки, не имеющие специальных вегетативных органов размножения, могут образовывать в результате укорачивания главного стебля новый побег от придаточных почек нижней части стебля. Типичные представители этой группы – стержнекорневые сорняки: одуванчик лекарственный, полынь горькая, подорожник ланцетолистный, щавель кислый. Наиболее часто встречающимся стержнекорневым сорняком является одуванчик лекарственный.

Одуванчик лекарственный – сорняк семейства Астровые (Сложноцветные). Засоряет луга, пастбища, сады, огороды. Характеризуется ранним цветением и плодоношением. Интенсивно вегетирует до июля. Семена снабжены летучками и разносятся ветром.

Мочкокорневые (кистеконовые) сорняки имеют сравнительно короткий корень с большим количеством корешков. Они лишены специальных органов вегетативного размножения. Наиболее распространенными сорняками этой группы являются подорожник большой и лютик едкий.

Подорожник большой относится к семейству Подорожниковые. Засоряет зерновые и многолетние травы. Распространен на залежах, возле дорог, в садах и на усадьбах. При подрезании корневой системы не отрастает. Не боится вытаптывания. Размножается только семенами, которые дают всходы с глубины не более 2–3 см.

Лютик едкий – сорняк семейства Лютиковые. Растет на увлажненных лугах и пастбищах. Семена прорастают с глубины 0,5 см. Средняя плодовитость растения составляет более 1 тыс. семян. Растение ядовито в сыром виде.

Многолетние сорняки, у которых сильно выражено вегетативное размножение, подразделяются на корневищные, корнеотпрысковые, ползучие, клубневые и луковичные.

Корневищные сорняки имеют подземные вегетативные органы размножения – корневище, размещенное в почве на различной глубине. Оно содержит большие запасы питательных веществ, снабжено чешуйчатыми подземными листочками, в пазухах которых сидят почки. Из них развиваются надземные побеги, образующие собственную корневую систему и с течением времени отделяющиеся от материнского растения. Наиболее распространенными сорняками этой группы являются пырей ползучий, тысячелистник обыкновенный, хвощ полевой, мать-и-мачеха.

Пырей ползучий – наиболее распространенный многолетний сорняк семейства Мятликовые (Злаковые). Засоряет все посеы. Особенно сильно подвержены засоренности многолетние травы, зернобобовые, лен и др. Семена прорастают при 2–30 °С с глубины до 7 см, иногда до 10 см. Средняя плодовитость растения составляет 300–600, максимальная – до 10 тыс. семян, жизнеспособность которых в почве сохраняется свыше пяти лет. Всхожесть свежесозревших семян – до 80 %. Основная масса корневищ залегает на глубине 10 см, на плотных поч-

вах несколько мельче, на легких – глубже. Продолжительность жизни корневищ составляет 12–13 месяцев. Корневища, образовавшиеся поздней осенью, могут перезимовывать два раза и жить 15–16 месяцев. Новые корневища у взрослого растения начинают усиленно образовываться начиная с фазы цветения, старые – ежегодно отмирают. Почки пырея не имеют периода покоя и способны прорасти с момента их созревания. Прорастают с ранней весны до наступления заморозков, у прошлогодних корневищ почки, которых на 1 м насчитывается до пятидесяти, прорастают активнее в начале периода, у молодых – к осени. Цветет в июле – августе, плодоносит в августе – сентябре.

Хвоц полевой относится к семейству Хвощовые, засоряет зерновые, луга. Размножается вегетативно и спорами. Ранней весной появляется спороносный стебель (побег) желто-коричневого цвета, который достигает высоты 20 см. Спороносит в апреле – мае. Споры легко разносятся ветром и прорастают на поверхности почвы. После созревания спор спороносный стебель отмирает, вместо него начинает развиваться бесплодный стебель. Имеет несколько ярусов плотных жестких корневищ, которые проникают в почву на глубину более 1 м. От вертикальных корневищ в несколько рядов отходят горизонтальные. В узлах корневищ образуются утолщения в виде клубеньков, которые отделяются от корневищ и дают новые побеги.

Корнеотпрысковые сорняки размножаются семенами и вегетативно. Это растения с мощными, глубоко уходящими вертикальными сорняками. На местах изгиба горизонтальных корней вниз образуются почки вегетативного размножения, из которых образуются корневые отпрыски на боковом и главном корнях. Эта поросль дает начало новым растениям, которые в дальнейшем порывают связь с материнским растением. Большинство корнеотпрысковых сорняков обладает высокой семенной плодовитостью, что вызывает трудности в борьбе с ними.

В Беларуси наиболее распространены бодяк полевой (осот розовый), осот полевой, или желтый, вьюнок полевой, льнянка обыкновенная, сурепка обыкновенная, щавелек. Из карантинных сорняков опасность представляют горчак ползучий, который завозится и распространяется с семенами люцерны.

Бодяк полевой – злостный и трудноискоренимый сорняк семейства Астровые (Сложноцветные). Засоряет все культуры, особенно пропашные. Семена прорастают при 4–25 °С с глубины 4–5 см, с меньшей – лучше. Средняя плодовитость растения составляет 4–4,5 тыс.,

максимальная – до 40 тыс. семян. Семена разносятся ветром на большие расстояния. Всхожесть свежесозревших семян – до 19 %, могут сохранять жизнеспособность в почве в течение 20 лет.

Укрепившиеся растения трудно поддаются уничтожению, но взошедшие полностью погибают от гербицидов и во время послеуборочной обработки почвы. Поэтому для успешной борьбы с бодяком важно своевременно обрабатывать почву.

Осот полевой, или *желтый*, относится к семейству Астровые (Сложноцветные), засоряет все культуры. Семена прорастают при температуре 6–29 °С с глубины до 5 см, лучше – с глубины 1–2 см. Средняя плодовитость растения составляет 3–5 тыс., максимальная – до 30 тыс. семян. Семена сохраняют жизнеспособность в почве пять лет. Всхожесть свежесозревших семян – до 16 %. Цветет и плодоносит в июле – сентябре. Корневая система развита слабее, чем у бодяка полевого, расположена ближе к поверхности, отличается хрупкостью. Части корней в почве легко приживаются.

Вьюнок полевой, или *Березка*, относится к семейству Вьюнковые. Засоряет зерновые и другие культуры. Семена прорастают при температуре 4–24 °С с глубины 5–6 см, иногда до 10 см. Средняя плодовитость растения составляет около 550, максимальная – до 10 тыс. семян. Семена сохраняют жизнеспособность в почве до 50 лет. Главный корень сорняка проникает в почву на глубину до 2 м, на глубине от 10 до 40 см образуются боковые корни, на их изгибах появляются почки, способные давать поросль. При разрезании корня почек возникает еще больше. Стебель вьюнка полевого тонкий, стелющийся или вьющийся, длиной более метра, он обвивает культурное растение вверх направо против часовой стрелки. Сорняк способствует полеганию растений, что затрудняет уборку и снижает урожай. Цветет и плодоносит в июле – сентябре. Всхожесть свежесозревших семян – до 30 %.

Сурепка обыкновенная – сорняк семейства Капустные (Крестоцветные). Засоряет посевы многих сельскохозяйственных культур на минеральных и торфяных почвах. Семена прорастают при температуре 6–14 °С с глубины 0,5 см, а иногда до 4 см. Средняя плодовитость одного растения составляет 1000, максимальная – до 10 тыс. семян. Всхожесть свежесозревших семян равна 20–30 %. Жизнеспособность семян в почве сохраняется в течение 4–5 лет. Зимуют взошедшие сорняки в фазе розетки, после перезимовки появляются жизнеспособные

зачаточные листья и в этот же год вырастают многостебельные цветущие растения. Цветет в мае – июне, плодоносит в июле – августе.

Льянка обыкновенная – сорняк семейства Норичниковые. Засоряет посевы, сады, луга и пастбища, ухудшает качество корма. Семена прорастают при температуре 5–25 °С с глубины более 4 см. Главный корень растения с придаточными почками достигает глубины более 1 м. В верхней части на глубине 20–40 см почти горизонтально отходят тонкие боковые корни, которые на изгибах образуют большое количество почек. Отрезки корня льянки, как и выюнка, способны отрастать и давать новые растения.

У ползучих многолетников стебли стелются по земле, стеблевые побеги (усы, плети и т. д.) укореняются в узлах. К этой группе сорняков относятся лютик ползучий, будра плющевидная, лапчатка гусиная.

Лютик ползучий – ядовитый сорняк, снижающий качество семян, относится к семейству Лютиковые. Засоряет сады, огороды, луга и пастбища главным образом на влажных минеральных и торфяных почвах. Семена прорастают с глубины 0,5–2 см, иногда до 5 см. После появления всходов образуются розетки листьев. Корень мочковатый. На следующий год растение развивает стелющиеся стебли. При благоприятных условиях количество стеблевых побегов от одного растения достигает 5–8 шт. По мере роста они укореняются, а в следующем году развиваются самостоятельно.

Клубневые сорняки образуют на корнях или подземных стеблях утолщения, которые после перезимовки дают начало новому растению.

Чистец болотный засоряет многие сельскохозяйственные культуры, особенно на избыточно увлажненных почвах.

Луковичные сорняки размножаются луковичками, образующимися в нижней части стебля у основания материнской луковицы. Размножаются семенами.

Лук полевой (огородный). Относится к семейству Лилейные. Размножается луковичками, отчасти семенами, распространен повсеместно. Засоряет посевы озимых и яровых зерновых, луга и пастбища.

Корневая система мочковатая. Стебли прямые, высотой до 40 см, облиственные, внизу утолщение в виде луковицы.

Плод – трехгнездная трехгранная коробочка. Семена трехгранно-угловатые.

Лук огородный портит продукцию, придавая ей неприятный вкус и запах.

Паразитные и полупаразитные сорняки. Среди высших растений есть также виды, которые паразитируют на других растениях. Поселяясь на различных частях растения-хозяина, паразиты полностью или частично питаются за счет него. В своих органах они не имеют хлорофилловых зерен, листья редуцированы, поэтому не могут синтезировать органическое вещество. Контакт с растением-хозяином осуществляется специальными присосками. В зависимости от места присасывания к растению-хозяину их разделяют на стеблевые и корневые. К стеблевым относят все виды повилики, к корневым – заразих, паразитирующих на корнях.

Повилика клеверная – однолетний карантинный стеблевой паразит семейства Повиликовые. Размножается семенами и вегетативно. Распространена повсеместно. Встречается в посевах клевера, люцерны, вики, льна, картофеля, бобовых трав, на лугах и пастбищах. Поражает в основном низкорослые травянистые растения, поэтому первыми растениями-хозяевами сорняка-паразита являются всходы сорных растений. Корни у повилики отсутствуют, из семян развивается нитевидный проросток, который на поверхности почвы находит растение и присасывается к нему. В течение 12–14 дней он живет за счет запасов семени. Достигнув высоты 3–4 см, присасывается к растениям, нижняя часть его от семени до места присасывания в это время отмирает. Стебли повилики тонкие, нитевидные, ветвистые, красноватые, вьющиеся, они полностью лишены листьев, вместо них в любых местах образуются присоски. Части стеблей могут вновь присасываться к культурным растениям и паразитировать.

Важная биологическая особенность повилики клеверной – способность ее успешно перезимовывать.

Повилика льняная – однолетний карантинный стеблевой паразит. Паразитирует на льне, люцерне, клевере, гречихе, горохе, свекле, картофеле, конопле, моркови, томате и других культурах. Стебель зеленоватого цвета, сочный, не способен ветвиться, как у других видов повилики. Стебли и цветки размещаются главным образом в верхней части растения-хозяина и быстро перерастают его. Цветет и плодоносит с июля по август, после созревания семян растение погибает. Семена прорастают при температуре 18–20 °С, всхожесть сохраняют до четырех лет.

На посевах сельскохозяйственных культур встречаются также полупаразиты (факультативные). Они имеют зеленые листья, способны

синтезировать органическое вещество и питаются за счет растения-хозяина. Присасываясь к корням культурных растений, они используют воду и растворенные в ней питательные вещества. К полупаразитным сорнякам относятся погребок большой, зубчатка, очанка и др.

Погребок большой – зимующий сорняк, засоряющий озимую рожь, относится к семейству Норичниковые. Всходы без укоренения на корнях ржи через 40 дней погибают. Семена сохраняют жизнеспособность в почве в течение года.

3.2. Требования сорных растений к местообитанию и реакции почвенного раствора

Чаще всего обитание сорных растений в определенных условиях является предпочтением определенной сельскохозяйственной культуры или же привязанностью сорняка к определенной кислотности почвы, ее увлажненности, наличию в ней определенных элементов минерального питания.

По отношению к уровню влажности почвы можно выделить следующие группы сорняков:

- гигрофиты, которые предпочитают, как правило, исключительно сырую слабоаэрируемую почву. К ним относятся, например, лютик ползучий, сушеница топяная, хвощ полевой;

- гигромезофиты, предпочитающие достаточно влажные и хорошо аэрируемые почвы. К ним относятся осот полевой, марь белая, подмаренник цепкий;

- ксерофиты, предпочитающие хорошо аэрируемые, теплые и временами просыхающие почвы. К ним принадлежат просо куриное, амброзия полыннолистная, аистник цикутolistный.

В отношении реакции почвенного раствора (рН) различают сорняки, предпочитающие щелочные и кислые почвы, а также виды, которые свободно растут и там и там. К видам, которые предпочитают щелочные почвы, относятся, например, лисохвост полевой, бодяк полевой, вьюнок полевой, овсюг.

Индикаторными сорняками для почв со щелочной реакцией являются дрема ночная, живокость полевая, молочай маленький.

Более кислые почвы предпочитают редька дикая, ромашка аптечная, мятлик однолетний, метлица обыкновенная.

Индикаторными сорняками для кислых почв являются торица полевая, щавелек.

По отношению сорных растений к содержанию азота к нитрофильным сорнякам на всех типах почв относятся марь белая, пастушья сумка, горец почечуйный, звездчатка средняя.

На почвах с реакцией ближе к щелочной произрастают осот шероховатый, ярутка полевая, яснотка пурпурная.

3.3. Роль сорных растений в агрофитоценозах

Биоценозами называют совокупность организмов, обитающих в данных экологических условиях и образующих взаимосвязанные комплексы, основанные в первую очередь на пищевых отношениях.

В состав биоценозов входят агробиоценозы – это биоценозы, основу которых составляют искусственно созданные, как правило, объединенные видами живых организмов биологического сообщества.

Сорные растения входят как компонент в агрофитоценозы. Агрофитоценозом называют (по Шпаару, 2003) *«совокупность посева культурных и сорных растений, характеризующуюся определенным составом, строением и взаимодействием и формирующуюся на сравнительно однородной в экологическом отношении сельскохозяйственной территории»*. Культурные растения, как правило, всегда занимают в сообществе ведущее место, являются доминантой агрофитоценоза и формируют обычно 90–99 % органической массы всего полевого сообщества. Благодаря своему опережающему развитию и преобладающему обилию, они обладают и более высокой конкурентной способностью.

В то же время, если культурные растения ослаблены под влиянием внешних условий, сорняки могут стать доминантными в агрофитоценозах (при изреженных всходах, плохой перезимовке, несоблюдении оптимальных сроков сева, сильном повреждении вредителями и др.).

Агробиоценозы формируются и регулируются человеком в целях получения сельскохозяйственной продукции. Они отличаются высокой биологической продуктивностью. В них доминирует один или несколько видов. Как экологические экосистемы агробиоценозы неустойчивы, без поддержки человека они быстро распадаются и трансформируются в естественные ценозы.

Сорняки специализируются по видам сельскохозяйственных культур. Такая специализация представлена в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Специализация сорных растений по группам сельскохозяйственных культур (по Д. Шпаару)

Группы культур	Специализированные сорняки
Озимые зерновые, озимые рапс и сурепка	Василек синий, мак-самосейка, звездчатка средняя, фиалка полевая, метлица обыкновенная, подмаренник цепкий, лисохвост полевой, виды ромашки, пупавки, вероники, яснотки
Яровые зерновые	Горчица полевая, редька дикая, ярутка полевая, горец вьюнковый, овсюг, нивяник посевной
Пропашные культуры	Виды мари, лебеды, щирицы, росички, проса, галинсога мелкоцветная, дымянкa лекарственная, паслен черный, осот полевой, звездчатка средняя, подмаренник цепкий
Клевера и люцерна	Одуванчик лекарственный, подорожник большой, пырей ползучий, щавель курчавый, мятлик обыкновенный
Луга и пастбища	Купырь лесной, одуванчик лекарственный, крупнолистные виды щавеля, виды лютика, подорожника, ситника, крапива двудомная, тысячелистник пижмолистный, хвощ болотный, луговик дернистый, безвременник осенний

Видовой состав сорняков, произрастающих в агрофитоценозе, зависит от природных условий, вида культуры и от технологии ее выращивания. Чем выше плодородие почвы, тем больше при достаточной влаге число видов сорняков и их изобилие. Меньшим разнообразием видов сорняков отличаются почвы легкого механического состава и в засушливых регионах. С увеличением влажности почвы число видов сорняков также увеличивается. Отмечена также зависимость обилия сорных растений от запасов питательных элементов и их доступности для растений. В зависимости от почвенно-климатических условий и технологических факторов выращивания формируются разные по видовому составу и численности сообщества сорняков.

На видовой состав сорняков оказывают влияние различные факторы внешней среды. Причин для качественных и количественных изменений сорной растительности очень много. Их делят на две группы факторов, определяющих видовой состав сорных растений:

- неспецифические, к которым относится совокупность почвенно-климатических факторов (климат, погодные условия), действующих в данной местности на природную растительность;

- специфические факторы, которые в сильной мере определяют степень специфической интенсивности выращивания, как, например, удобрение, сорт, способ борьбы с сорными растениями, севооборот, почвообработка (отвальная или же безотвальная), сроки посева, нормы высева, сроки и способы уборки.

При интенсивном развитии сельскохозяйственного производства видовой состав сорняков изменяется. Одни виды сорных растений уходят и теряют свое значение, другие – появляются.

Н. И. Протасов в своих трудах отмечал, что на основании исследований БГСХА в распространении сорных растений по сравнению с данными, полученными Ф. И. Мальковым 100 лет назад, можно выделить шесть следующих групп:

1. Виды, ранее не произраставшие в посевах, а в настоящее время широко распространенные – мышехвостник маленький, подорожник ланцетолистный, череда трехраздельная. Широкому распространению череды способствовала распашка болотных почв, применение торфа на полях в качестве удобрений.

2. Виды, почти исчезнувшие из посевов, которые раньше произрастали в них в большом количестве. К ним относят куколь обыкновенный, плевел опьяняющий, овес песчаный, погребок бескрылый. Основными причинами уменьшения сорняков этой группы в посевах являются: улучшение агротехники, внедрение крупнозерных сортов, тщательная очистка посевного материала, внедрение правильного чередования озимых, яровых, пропашных культур.

3. Виды, встречающиеся в посевах в меньшем количестве, чем было указано Ф. И. Мальковым. К ним относятся вьюнок полевой, льнянка обыкновенная, гречиха татарская, подмаренник цепкий, кривоцвет полевой, пикульник ладанниковый, колокольчик рапунцеливидный.

4. Виды, не изменившие своего распространения и по-прежнему встречающиеся в посевах в незначительном количестве. Сюда относят дымянку лекарственную, яснотку пурпуровую, яснотку стеблеобъемлющую, пикульник красивый.

5. Виды, по-прежнему обильно встречающиеся в посевах. Засоренность этими видами сорняков составляет 3 и 4 балла. К ним относятся пырей ползучий, марь белая, метлица полевая, торица полевая, осот полевой, бодяк полевой.

6. Виды сорняков, количество которых увеличилось или отмечается тенденция к их увеличению. Это ромашка непахучая, куриное просо, метлица полевая.

Особенно большие изменения состава сорняков в агрофитоценозах происходили в последние 60 лет в связи с увеличением интенсификации сельскохозяйственного производства, которая сопровождалась увеличением площади полей и их мелиорацией, изменением климатических условий, изменением агротехнических сроков посева и уборки,

увеличением доли зерновых культур в севообороте и уменьшением числа выращиваемых культур, интенсификацией внесения азотных удобрений, улучшением очистки посевного материала, внесением гербицидов на больших площадях, особенно производных сульфонилмочевины.

Видами, которые вследствие мероприятий по интенсификации в последние годы особенно распространились в Европе в посевах зерновых, являются: пырей ползучий, лисохвост полевой, метлица обыкновенная, овсюг, подмаренник цепкий и дескурайния Софии, а в пропашных культурах – щирца запрокинутая, марь гибридная, просо куриное, галинсога реснитчатая, галинсога мелколистная, пролесник однолетний, паслен черный.

Самые большие изменения происходили в посевах зерновых, так как здесь использовались высокие дозы азотного удобрения и гербициды сплошного действия. Так, на легких почвах вытеснялись в течение 40 лет приспособленные к ним такие нетребовательные сорняки, как дивало однолетнее и баранец малый нитрофильным сорняком звездчаткой средней.

В настоящее время в посевах зерновых культур наиболее распространены следующие сорные растения (табл. 3.3).

По мнению С. В. Сороки (2016), по данным маршрутного обследования полей, проведенного перед уборкой урожая сельскохозяйственных культур, в посевах насчитывается более 100 видов сорных растений, из которых около 30 % характеризуются наибольшей встречаемостью и вредоносностью по отношению к озимым зерновым культурам.

Таблица 3.3. Численность наиболее распространенных сорных растений в посевах озимых зерновых культур (по данным маршрутного обследования РУП «Институт защиты растений», 2006–2009 гг., шт/м²)

Сорное растение	Озимая рожь		Озимая тритикале		Озимая пшеница	
	перед прополкой	перед уборкой	перед прополкой	перед уборкой	перед прополкой	перед уборкой
1	2	3	4	5	6	7
Пырей ползучий	4,8	24,8	2,4	16,8	2,6	14,6
Метлица обыкновенная	3,5	7,8	3,0	3,9	4,3	3,8
Фиалка полевая	23,1	6,8	22,3	3,9	24,3	2,8
Марь белая	8,5	5,7	8,1	3,5	6,5	3,6
Ромашка непахучая	5,0	4,8	4,4	2,9	5,1	1,1
Звездчатка средняя	14,6	3,5	13,1	1,7	18,4	1,1

Окончание табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Незабудка полевая	2,1	3,5	1,2	1,4	1,2	0,6
Подорожник большой	0,1	2,8	0,1	1,6	0,1	0,8
Осот полевой	0,1	2,7	0,4	1,4	0,4	0,9
Горец вьюнковый	1,1	2,6	0,7	2,3	1,1	2,2
Просо куриное	0,4	2,4	0,5	2,9	0,4	3,4
Дрема белая	0,6	2,0	0,8	1,6	0,9	0,8
Щетинник сизый	0	1,0	0	0,1	0	0,7
Сушеница топяная	0,1	0,9	0,2	0,5	0,1	0,2
Вероника полевая	0,9	1,6	0,5	1,3	0,6	0,7
Василек синий	1,6	1,3	2,1	0,8	1,0	1,1
Ясколка полевая	0,2	1,1	0,1	0,7	0,2	0,3
Мятлик однолетний	2,2	1,0	2,3	0,8	2,6	1,0
Горец птичий	0,1	0,9	0,1	1,7	0	0,6
Мелколепестник канадский	0,1	0,9	0,1	0,7	0	0,2
Горец шероховатый	0,1	0,9	0,2	0,8	0,1	0,3
Бодяк полевой	0,4	0,8	0,3	0,5	0,2	0,3
Чернобыльник	0	0,7	0	0,3	0	0,2
Пикульник обыкновенный	0,6	0,6	1,6	0,3	1,0	0,7
Одуванчик лекарственный	0,4	0,6	0,5	0,5	0,3	0,4
Пастушья сумка	4,2	0,5	4,3	0,7	3,5	0,2
Ситник жабий	0	0,5	0	0,2	0	0
Галинсога мелкоцветковая	0,5	0,3	0,6	0,1	0,7	2,6
Тысячелистник обыкновенный	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3
Аистник цикутный	0,5	0,3	0,5	0,5	0,7	0,2
Подмаренник цепкий	2,2	0,3	2,7	0,2	3,9	0,1
Торица полевая	2,1	0,2	0,8	0,1	0,8	0
Ярутка полевая	1,1	0,2	0,3	0,1	2,1	0
Хвощ полевой	0	0,2	0,2	0,3	0	0,4
Рапс (падалица)	4,9	0,1	5,3	0	7,3	0,2
Подорожник ланцетолистный	0	0,1	0	0,3	0	0
Щирица запрокинутая	0	0	0,9	0	0,1	0
Редька дикая	0,5	0	0,4	0	0,1	0
Яснотка пурпурная	0,5	0	0,2	0	0	0
Всего	87,9	89,6	82,7	58,4	94,8	47,9

Исходя из приведенных данных, наиболее распространенной в посевах озимых зерновых является фиалка полевая, численность которой перед прополкой в посевах озимой ржи составляет 23,1 шт/м², озимой тритикале – 22,3, озимой пшеницы – 24,3 шт/м².

Преобладающими многолетними сорняками в посевах озимых зерновых культур являются пырей ползучий, осот полевой, бодяк полевой, подорожник большой, подорожник ланцетолистный, чернобыльник, одуванчик лекарственный и некоторые другие.

По данным маршрутного обследования РУП «Институт защиты растений», пырей ползучий был первым по численности при обследовании в 2017–2019 гг. – 3,1 шт/м², в 2021 г. – 4,7, в 2022 г. – 3,2 шт/м².

В посевах озимой тритикале данный показатель составил 3,6; 9,0 и 2,2 шт/м² соответственно.

В табл. 3.4 представлена численность сорных растений в посевах яровой пшеницы и ярового ячменя.

Таблица 3.4. Численность наиболее распространенных сорных растений в посевах яровых зерновых культур перед уборкой (по данным маршрутного обследования РУП «Институт защиты растений», 2021 г., шт/м²)

Сорные растения	Яровая пшеница		Яровой ячмень	
	2017–2019 гг.	2021 г.	2017–2019 гг.	2021 г.
Пырей ползучий	3,4	3,7	3,2	6,4
Куриное просо	7,0	1,7	10,2	6,5
Метлица обыкновенная	2,7	1,4	1,2	1,7
Марь белая	3,7	1,1	4,3	3,0
Ромашка непахучая	0,6	0,3	0,9	0,7
Фиалка полевая	4,3	3,8	5,3	2,9
Горцы (виды)	2,4	2,5	5,4	5,8
Дрема белая	0,8	2,3	1,6	2,5
Всего	36,3	27,0	43,8	50,2

Если преобладающими сорняками перед уборкой в начале 2000-х гг. были пырей ползучий и осот полевой, то в настоящее время в посевах яровой пшеницы – фиалка полевая и пырей ползучий, а у ярового ячменя ведущее место занимают куриное просо и пырей ползучий.

В табл. 3.5 представлена численность сорных растений в посевах кукурузы.

Таблица 3.5. Численность наиболее распространенных сорных растений в посевах кукурузы перед уборкой в зависимости от типа почвы (по данным маршрутного обследования РУП «Институт защиты растений», 2016–2018 гг., шт/м²)

Сорное растение	Супесчаные почвы		Суглинистые почвы	
	до прополки	после прополки	до прополки	после прополки
Просо куриное	100,8	12,3	80,1	5,9
Марь белая	52,9	4,9	63,9	9,7
Пырей ползучий	33,7	1,3	31,2	6,4
Фиалка полевая	24,4	1,0	26,3	4,6
Горец вьюнковый	15,0	1,7	12,9	2,9
Пастушья сумка	14,4	0,1	17,7	0,3
Паслен черный	9,9	6,1	20,5	2,3
Трехреберник непахучий	5,4	0,1	10,0	0,5
Звездчатка средняя	4,4	0,3	9,6	0,4
Горец шероховатый	3,8	0,6	4,7	1,6
Осот полевой	3,7	0,4	4,7	2,2
Всего	297,8	36,8	304,0	47,2

Как видно из приведенных данных, наиболее встречаемыми в посевах кукурузы до прополки являются куриное просо и марь белая.

Засоренность кормовых и технических культур представлена в табл. 3.6.

Таблица 3.6. Численность наиболее распространенных сорных растений в посевах озимых зерновых культур (по данным маршрутного обследования РУП «Институт защиты растений», шт/м²)

Сорные растения	Люпины		Лен-долгунец		Картофель	
	1996–2000 гг.	2001 г.	1996–2000 гг.	2001 г.	1996–2000 гг.	2001 г.
Пырей ползучий	80,1	24,4	19,8	89,1	41,8	31,8
Осот желтый	4,9	2,6	2,0	3,8	4,6	8,9
Куриное просо	21,0	6,8	16,2	0	5,2	3,4
Марь белая	12,1	13,9	8,7	19,4	5,1	3,2
Ромашка непахучая	4,5	4,0	1,9	5,2	4,1	5,8
Горцы (виды)	6,5	5,5	4,1	9,2	8,4	12,7
Звездчатка средняя	2,1	7,0	6,0	8,4	7,0	4,7
Фиалка полевая	5,0	2,4	2,8	1,9	5,2	5,0
Мятлик однолетний	1,4	1,1	0,3	0	8,0	2,2
Пикульники (виды)	2,9	0,8	0,9	0,8	1,2	0,8
Всего сорняков	166,3	98,4	86,2	150,0	115,2	93,7
Порог вредоносности, шт/м ²	4–8		6–15		3–15	

Из приведенных данных видно, что порог вредоносности по сорнякам превышен по всем культурам.

Изменения в видовом составе сорняков отмечаются и в Европе. Так, в Германии в результате повышения доли озимых зерновых и озимого рапса в посевах увеличилась засоренность полей лисохвостом полевым, а за счет увеличения доли кукурузы – просовидными сорняками.

Изменения в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур влияют и на видовой состав сорняков. Так, с применением лучшей сеяночистительной техники потерял свое значение такой сорняк, как куколь посевной, а использование уборочных комбайнов сильно способствовало распространению в посевах зерновых метлицы обыкновенной. Редуцированная отвальная обработка почвы вызывает рост засоренности однолетними злаковыми, особенно видами костра.

Сдвиги в составе сорной растительности наблюдаются и в результате изменения севооборотов.

Наблюдающееся в процессе интенсификации снижение числа видов сорных растений не означает снижение засоренности полей. Наоборот, следует ожидать, что с сорняками, все лучше приспособившимися к культурным растениям, будет бороться труднее.

Состав флоры сорняков при определенной технологии выращивания культуры на данном поле относительно постоянен и по числу видов, и по занимаемой площади, но из года в год может колебаться в зависимости от погодных условий.

Следует отметить, что изменения в составе сорной флоры могут происходить и в результате распространения карантинных сорняков, которые становятся неофитами в данной флоре, как это произошло в прошлом в России и в настоящее время в Германии с амброзией полыннолистной.

3.4. Взаимоотношения между сорным и культурным компонентом агрофитоценоза

Различают прямые, или контактные, и косвенные взаимовлияния сорных и культурных растений в агрофитоценозе. По формам выражения прямых взаимодействий между компонентами агрофитоценоза в общем и между сорняками и культурными растениями в особенности можно различать взаимодействия непаразитические и парази-

ческие. Преобладающая форма взаимодействия между сорными растениями и культурой – непаразитическая. У непаразитических сорняков взаимоотношения (интеракции) с культурными растениями основаны на прямой конкуренции за основные факторы жизни с помощью механических и физиолого-биохимических (аллелопатия) воздействий.

Культурные растения, как и сорняки, тоже различаются по своей конкурентоспособности. Среди культурных растений конкурентоспособность у зерновых и рапса (кроме первых фаз развития) выше, чем у пропашных культур. У зерновых она возрастает в следующем порядке: озимый ячмень < озимая пшеница < яровые зерновые < овес < озимая тритикале < озимая рожь. Сахарная свекла и кукуруза, а также картофель и подсолнечник (до смыкания рядков), другие культуры с широкими междурядьями отличаются, по крайней мере, в ранних фазах своего развития, низкой конкурентоспособностью. Это касается и посевов многолетних бобовых кормовых растений, которые в год посева медленно растут и развиваются.

Сорняки различаются и по своей конкурентоспособности, но точное определение ее дать очень сложно, так как на ее выражение влияют не только внешние абиотические факторы среды, но и взаимосвязи (конкуренция) между ними. Ориентиром могут служить *индексы конкуренции*. *Индекс вредоносности* – это снижение урожайности (%), которое вызывает одно растение одного вида сорняков на 1 м². Эти индексы определяются опытным путем и зависят от ряда факторов: агротехники и удобрений, от места выращивания, погодных условий и т. д.

В табл. 3.7 приведены индексы конкуренции сорняков для разных видов зерновых при выращивании на различных почвах, при средних годовых осадках более 600 мм, средних урожаях и степени засорения более 80 растений на 1 квадратный метр.

При конкуренции за основные факторы жизни между сорными и культурными растениями из-за ограниченности этих ресурсов (свет, вода, элементы минерального питания, пространство и др.) возникает острое соперничество за первоочередное и полное их использование. Виды растений, которые в состоянии полнее, быстрее и лучше использовать эти факторы жизни, занимают в результате доминирующее положение в агрофитоценозе.

Таблица 3.7. Индексы конкуренции культурных и сорных растений (потери урожайности, кг/га на 1 растение сорняка/м²) (по Д. Шпаару)

Сорные растения	Озимая пшеница		Озимая рожь	
	Почва		Почва	
	песчаная	суглинистая	песчаная	суглинистая
Подмаренник цепкий	20	15	–	–
Пикульник обыкновенный	20	10	10	5
Василек синий	12	8	6	4
Ромашка непахучая	12	6	6	4,5
Другие виды ромашки	8	6	2	1
Звездчатка средняя	8	6	2	1
Мак-самосейка	8	4	4	3
Виды вики	8	6	4	3
Горец вьюнковый	6	4	3	2
Другие виды горца	5	3	3	2
Осот полевой	4	3	1,5	1
Ярутка полевая	4	2	1	0,5
Торица полевая	3	1,5	3	2
Незабудка полевая	4	2	2	1,5
Фиалка полевая	3	2	1,5	1

Как известно, конкуренция между культурными растениями и сорняками за свет происходит в том случае, когда растения друг друга затеняют. Сорняки при конкуренции за свет имеют преимущества, если они растут быстрее и выше, чем культурные растения, либо если они образуют более крупные листья, которыми затеняют культурные растения, либо когда они выходящими или взбирающимися ростом занимают лучшее положение к свету.

Наиболее подвержены угнетению в ранние стадии развития (при конкуренции с сорными растениями) кукуруза, сахарная свекла, лен и просо, т. е. культуры, которые медленно растут в первые периоды своей жизни. Важнейшими факторами, определяющими результат конкуренции между сорняками и культурными растениями за свет, являются:

- 1) высота роста сорняка и культурного растения;
- 2) положение листьев у культурного растения и сорняков (в большей или меньшей степени происходит затенение);
- 3) степень покрытия поля сорняками и культурными растениями.

Конкуренция за воду зависит от климатических условий и в первую очередь – от частоты выпадения осадков.

При данном типе конкуренции преимущества при этом у тех растений, которые имеют глубокорастущую и разветвляющуюся корневую

систему и которые лучше используют воду (транспирационный коэффициент).

Сорняки расходуют огромное количество воды и ставят культурные растения в условия ее недостатка. Например, донник желтый в 1,5 раза, а полынь горькая в 2 раза больше потребляют воды из почвы, чем зерновые культуры.

Одно растение осота желтого за сутки испаряет в среднем около 40 г воды, а одно растение овса и пшеницы – 1,6 г. Поэтому на засоренных посевах культурных растений влажность почвы, как правило, на 3–5 %, а иногда и на 25 % ниже по сравнению с чистыми посевами.

Имея более мощную корневую систему, сорные растения забирают из почвы влагу как из верхних, так и из нижних слоев. Одно растение овсяга потребляет влаги в 1,5 раза больше, чем растение пшеницы. Чтобы вырастить одну весовую единицу зеленой массы, сорняк потребляет воды в 400–500 раз больше, чем культурное растение, что существенно сказывается на культуре, особенно в засушливые годы.

Установлено, что пырей ползучий потребляет влаги почти в 3 раза больше, чем яровая пшеница, и в 2 раза больше, чем овес.

О потреблении влаги судят по транспирационному коэффициенту. Выявлено, что у пырея ползучего он составляет 1100–1200, полыни горькой – 950–1000, горчицы полевой – 870–900, мари белой – 800–850, ярутки полевой – 650–700. В это же время у культурных растений этот показатель значительно ниже: у пшеницы – 460–510, ячменя – 518, овса – 600, кукурузы – 230–270, льна – 400–430.

В зависимости от степени засоренности влажность почвы в корнеобитаемом слое посевов может снижаться на 2–5 % и через год на таком поле может возникнуть почвенная засуха.

На создание 1 тонны сухой надземной массы горчица полевая расходует воды в 1,3 раза, ромашка непахучая – в 2,4, ярутка полевая – в 2,5 раза больше, чем озимая пшеница.

За счет мощного развития корневой системы сорняки получают возможность потреблять значительно больше воды и элементов питания, чем культурные растения. Так, корни донника желтого и осота розового проникают в почву на глубину более 5 м и с этой глубины способны извлекать воду и питательные элементы.

Имея мощную корневую систему, сорняки (марь белая, щирица запрокинутая, щетинники (по 2 м), метлица обыкновенная, ромашка непахучая, просо куриное, чистец болотный, вьюнок полевой (по 5 м), бодяк полевой (9 м), хвощ полевой, горчак ползучий (по 10 м)) поглощают огромное количество воды. Корни осота розового уже в первый год жизни проникают на 3,5 м в глубину почвы. А из почвы он по-

требляет такое количество питательных веществ, которого хватило бы для получения на каждом гектаре 32 ц зерна озимой пшеницы или 200 ц корней сахарной свеклы.

Конкуренция за элементы минерального питания зависит от плодородия почвы. Сорняки выносят из почвы большие количества разных питательных элементов, не уступая при этом культурным растениям. На полях без применения регулирующих мероприятий сорные растения способны потреблять из внесенных удобрений до 65 % азота, 44 % фосфора и до 56 % калия.

По данным Н. И. Протасова и др., при сильном засорении только марью белой (158 шт/м²) уже через месяц после сева культуры этот вид образует 336 ц сырой массы и выносит азота 104 кг/га, фосфора – 78, калия – 124 кг/га. Вынос питательных веществ сорняками представлен в табл. 3.8.

Таблица 3.8. Вынос сорняками элементов минерального питания, кг/га

Сорное растение	Засоренность								
	слабая	средняя	сильная	слабая	средняя	сильная	слабая	средняя	сильная
	Азот			Фосфор			Калий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ромашка непахучая	8,5	25,4	42,3	2,9	8,7	14,5	10,6	31,8	53,0
Марь белая	14,9	44,7	74,5	3,1	9,2	15,3	18,7	56,1	93,5
Пастушья сумка	10,9	32,5	54,3	3,7	11,0	18,3	9,4	28,1	46,8
Хвощ полевой	12,6	37,7	68,2	2,2	6,6	11,0	10,5	31,4	52,4
Василек синий	8,9	26,6	44,3	3,5	10,4	17,3	8,0	33,9	39,8
Редька дикая	13,2	39,5	65,8	4,1	12,3	20,5	9,5	28,4	47,3
Звездчатка средняя	12,8	38,4	62,5	6,7	20,1	37,5	19,9	59,6	99,3
Сурепка обыкновенная	8,4	25,2	42,0	3,9	11,6	19,3	13,3	39,8	66,3
Метлица полевая	4,4	13,2	22,0	3,2	9,6	16,0	5,2	15,6	26,0
Пырей ползучий	3,8	11,4	19,0	2,4	7,2	12,0	6,4	19,2	32,0
Вьюнок полевой	12,8	38,4	64,0	3,7	11,0	18,3	10,2	38,5	50,8
Щавель малый	6,9	20,7	20,5	2,9	8,7	14,5	10,4	31,2	52,0
Горец вьюнковый	9,7	29,0	48,3	3,2	9,6	16,0	11,9	35,6	59,3
Осот розовый	10,7	32,1	53,5	2,8	8,4	14,0	9,7	29,1	48,5
Дымянка лекарственная	16,1	48,3	80,5	4,9	14,7	24,5	20,6	61,8	103,0
Лисохвост луговой	3,8	11,4	19,0	3,0	8,9	14,8	4,9	14,7	24,5
Одуванчик обыкновенный	9,9	24,7	49,5	4,6	13,7	22,8	15,9	47,6	79,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пикульник обыкновенный	6,5	19,4	32,3	3,4	10,0	16,8	14,7	37,4	73,5
Торица полевая	9,4	28,2	47,0	4,9	13,8	23,0	15,4	46,2	77,0
Ярутка полевая	9,2	27,6	46,0	3,6	10,7	17,8	10,6	31,7	52,8
Тысячелистник обыкновенный	6,6	19,8	33,0	3,2	9,5	15,8	9,8	29,4	49,0
Осот желтый	9,6	28,8	48,0	2,2	6,6	11,0	0,1	27,2	45,3
В среднем	7,3	21,8	36,3	3,8	11,3	18,8	11,6	34,7	57,8

Примечание. За слабую, среднюю и сильную засоренность посевов тем или иным сорняком принималась воздушно-сухая масса сорняков, равная 5,15 и 25 ц/га соответственно.

При этом различные виды реагируют по-разному на повышенные дозы удобрений. Так, нитрофильные виды сорняков, например растения вида Подмаренник цепкий, при возрастающих дозах азота используют его лучше, чем культурные растения. Конкуренция за питательные элементы в целом определяется наличием и доступностью их, массой корневой системы и эффективностью их использования.

Второй формой взаимодействия является физико-механическое взаимодействие, которое выражается в давлении на стебли и корни культурных растений вьющимися и цепляющимися сорняками. Примером такого взаимодействия является взаимодействие культуры и подмаренника цепкого или вьюнка полевого или взаимодействие с сильно ветвящимися сорняками – редькой дикой, пикульником обыкновенным, марью белой. Третий тип такого взаимодействия связан с сильно разрастающейся корневой системой сорняков, например у мятлика однолетнего, пырея ползучего. Взаимодействие с сорняками, вызывающими давление на культурные растения, приводит к полеганию и ломке зерновых, причем обычно она сопровождается острой конкуренцией за свет. После полегания зерновых обычно прорастают сорняки.

Сорняки, имеющие вьющиеся стебли (горец вьюнковый, вьюнок полевой и др.), опутывая культурные растения, способствуют полеганию, тем самым затрудняя уборку и увеличивая потери урожая. При сильной засоренности посевов затруднена уборка комбайнами, которая идет крайне медленно с большими потерями зерна. Производительность комбайнов при средней засоренности снижается на 12–15 %, а при сильной – более чем на 60 %. Потери зерна при этом составляют более 30 %.

Третьей формой взаимодействия является биохимическое взаимодействие. Оно заключается в том, что выделяемые растениями одного вида в окружающую среду соединения подавляют или стимулируют растения других видов. Называют такое явление *аллелопатией*, т. е. это любая реакция растения на биохимические вещества, которые производятся другим растением.

Эта реакция, как правило, отрицательная и выражается непосредственно в подавлении прорастания, роста и развития растений, а также в угнетении деятельности симбиотических бактерий. Аллелохимикалии являются газообразными или растворенными фитотоксическими соединениями типа алкалоидов, бензоксазинов, производных коричной кислоты, кумаринов, цианогенных соединений, флавоноидов, полиацетиленов, квинонов и терпенов. Они выделяются корнями, стеблями, листьями, плодами или растительными остатками, а принимаются, как правило, корнями, реже побегами.

Аллелопатические взаимодействия сорняков с культурными растениями при полевых условиях комплексные. На них действуют также абиотические факторы внешней среды, такие как доступность питательных веществ, температура, влажность и др. Поэтому очень сложно определить роль аллелопатии во взаимодействиях между культурными растениями и сорняками и величину аллелопатического потенциала отдельных их видов. Широко известна аллелопатическая агрессивность пырея ползучего, видов ромашки, бодяка полевого.

Культурные растения также влияют на сорняки. Так, корневые выделения люпина и кукурузы подавляют рост мари белой и щирицы запрокинутой. Выделения корней пшеницы, овса, гороха и гречихи подавляют развитие мари белой и горчицы полевой, а просо стимулирует развитие щирицы запрокинутой. Из пшеницы идентифицированы феруловая кислота, которая подавляет прорастание семян и рост корней, из ржи – фенилмолочная и оксимасляная кислоты, которые подавляют рост корней и проростков сорняков.

При паразитических взаимодействиях между сорными и культурными растениями отношение может быть паразитическим и полупаразитическим. В паразитное отношение вступают сорняки, которые полностью утратили способность к фотосинтезу (гетеротрофы). Они привлекают воду, минеральные вещества и углеводы из растения-хозяина (паразитные сорняки). Для этого они имеют специальные органы – гаустории (присоски), которые образуются на листьях, побегах или на корнях.

Гаустории тем сложнее по своему строению, чем сильнее специализированы паразитные сорняки. К месту инфекции двигаются органические вещества и неорганические ионы, которыми питается сорняк-паразит.

Сорные растения, которые способны к фотосинтезу (гемигетеротрофы), но воду и минеральные вещества извлекают из растения-хозяина, называются полупаразитными сорняками. Среди более чем 3000 видов высших растений только немного паразитических и полупаразитических видов сорняков имеют практическое значение в сельскохозяйственном производстве.

Типичными паразитами являются повилики. Льняная повилика приурочена к льну-долгунцу, а повилика европейская паразитирует на 150 видах растений, в том числе на картофеле, табаке, бобах и хмеле.

В 26 родах семейства Норичниковые встречаются сорняки, являющиеся паразитами, особенно на лугах и пастбищах, но их хозяйственное значение низкое. Очень вредных 25 видов полупаразитных сорняков принадлежат к роду стриги. Они широко распространены в Африке, Азии, Австралии, а в 1956 г. ввезены в США, но пока не встречаются в Европе и являются объектами внешнего карантина. Наибольшее значение имеют виды: стрига желтая, египетская, очанковидная, поражающие злаковые.

В семействе Заразиховые наибольшее значение имеет род *Orobanche*, содержащий более чем 130 видов, но только некоторые из них имеют практическое значение, в том числе: зарази́ха клеверная, которая поражает виды клеверов, подсолнечник, табак, коноплю и др.; зарази́ха Волчок, паразитирующая на подсолнечнике и табаке и зарази́ха ветвистая, паразитирующая на картофеле, табаке.

Косвенные взаимодействия между сорными и культурными растениями агрофитоценоза могут проявляться следующим образом:

1. Влиянием доминирующего вида (видов) на формирование и состояние внутренней среды фитоагроценоза. При этом изменяется микроклимат за счет изменения физического содержания кислорода и летучих выделений, ионный состав и др. Изменение микроклимата способствует быстрейшему развитию возбудителей болезней, например мучнистой росы и ржавчин у зерновых.

2. Влиянием доминирующего вида (видов) на взаимовлияние растений и почвы (эдафические факторы). При данном воздействии в почве изменяется количество питательных элементов, а также ее кислотность. Может меняться доступность элементов минерального питания, почвенной влаги, содержание органической массы.

В результате этих изменений меняется отзывчивость культурных растений и сорняков к внешним абиотическим факторам (стрессовым факторам), предрасположение к болезням и механическим повреждениям.

3. Влиянием видов сорняков на эпидемическую ситуацию в агрофитоценозах. Сорняки часто являются промежуточными или вторичными хозяевами возбудителей болезней и вредителей, чем способствуют сохранению инфекционных цепей и выживанию вредителей, когда культурные растения их не обеспечивают пищей.

Этим засоренность противодействует фитосанитарному эффекту севооборота, как это имеет место, например, при засорении посевов сорняками из семейства Капустные относительно возбудителя килы крестоцветных и свекловичной нематоды, злаковыми сорняками – в отношении грибных и вирусных болезней зерновых.

Сорная флора, кроме этого, представляет резервуар для болезней, которые при определенных условиях могут переходить на культурные растения.

Некоторые насекомые развиваются сначала на сорняках, а уже потом переходят на культурные растения. Так, совка-гамма откладывает яйца на сорняки семейства Сложноцветные, Крестоцветные, Яснотковые (особенно часто на осоте). Кукурузный (стеблевой) мотылек, поражающий кукурузу и другие сельскохозяйственные растения, перезимовывает в стеблях черныбыльника, полыни, осота, щиры.

Множество возбудителей болезней сельскохозяйственных растений (головня, ржавчина, виды плесени) распространяются также благодаря сорнякам.

3.5. Рост и развитие сорняков

Под ростом понимают *«все процессы в растении, которые на уровне клеток и органов ведут к необратимому увеличению их объема и субстрата»*. При формировании функций различных структур в растении происходит одновременно дифференциация подрастающего организма на основе своего генетического потенциала. Эти процессы являются основой для процесса развития, который организм проходит на онтогенетическом уровне от прорастания до отмирания.

Сорняки сильно различаются по типу роста и по морфологическим признакам в разных стадиях своего развития. Для борьбы с сорняками

особенно важно их идентификация в ранних фазах, так как решение о борьбе следует принимать по всходам сорняков. Для определения сорняков в ранней фазе своего роста и развития лучше выбирать фазы, когда, кроме семядолей, виден первый настоящий лист или парочка листьев.

Семядоли на ранних стадиях развития не различаются у разных видов сорняков. Как правило, невозможно их различить также и в стадии 1–2 настоящих листьев. Только после появления растянутых побегов с развитыми листьями их можно идентифицировать. Важными отличительными признаками сорняков являются следующие:

1. Положение младшего листа (внутри развитого колеоптиля оно закругленное или складывающееся).

2. Форма поверхности листовой пластинки и ее края (гладкая, шероховатая, волосистая).

3. Выражение параллельных жилок (борозды, степень выражения средней жилки).

4. Форма основы листовой пластинки или перехода листового влагалища к пластинке листа у разных видов различно выражена: язычком (*Ligula*) или трубочкой (*Auricula*).

У сеgetальных сорняков характерными признаками являются особенность глубины роста корней и высота роста, а также их форма и продолжительность жизни.

По глубине роста корней сорные растения можно разделить на пять групп:

1. Сорняки, корни которых сконцентрированы в поверхностном слое почвы не глубже 10 см, только отдельные корни внедряются в почву глубже. Примерами являются сорняки влажных почв, такие как, например, сушеница топяная и подорожник большой.

2. Сорняки, большинство корней которых сосредоточено в почве на глубине до 20 см (пикульник обыкновенный, яснотка пурпурная, вероника персидская).

3. Сорняки, корни которых в среднем достигают глубины 30 см, но отдельные внедряются до глубины 50 см (адонис летний, ромашка лекарственная, мак-самосейка).

4. Сорняки, корни которых всегда внедряются глубже, чем на 30–50 см в почву, но редко достигают более 100 см (хвощ полевой, одуванчик лекарственный).

5. Сорняки, корни которых, как правило, достигают глубины более 100 см (бодяк полевой, вьюнок полевой).

Большинство сеgetальных сорняков относится ко второй и третьей группам. Под влиянием климатических и почвенных условий глубина проникновения корней отдельных видов сорняков может варьироваться.

Поверхностным ростом корней отдельные виды сорняков по-разному приспособлены к существованию как компоненты агрофитоценозов, чтобы избежать конкуренции с культурными растениями во времени и пространстве. Так, например, звездчатка средняя и вероника плющелистная могут своим ранним прорастанием и поверхностным ростом корней использовать время и пространство до начала роста культурных растений, после чего они уже не подавляются ими.

По высоте роста упрощенно можно различать четыре группы сеgetальных сорняков:

1. Сорняки с высотой роста менее 15 см (подорожник средний).
2. Сорняки с высотой роста до 30 см (молочай-солнцегляд, щавель).
3. Сорняки с высотой роста до 60 см (ярутка полевая, горчица полевая).
4. Сорняки с высотой роста более 60 см (марь белая, подмаренник цепкий).

Сорняки по-разному приспособлены к переживанию неблагоприятных периодов. По этой способности их группируют в следующие жизненные группы:

1. Терофиты. В эту группу входят однолетние сорняки, которые переживают неблагоприятный период (зиму) в виде семян. Весь цикл жизни проходит у них в течение одного года или еще более коротких сроков. К этой группе относится большинство сорняков умеренной зоны.

2. Гемикриптофиты. Виды этой группы имеют побеги с органами для переживания (почки) вблизи поверхности земли, с помощью которых они перезимовывают. К этой группе относится достаточно большое число видов сорняков, обитающих на экстенсивно использованных землях.

3. Криптофиты, или геофиты. У этой группы отмирают в течение вегетационного периода все наземные части и переживание ими неблагоприятных условий происходит в виде подземных органов (корневищ, луковиц, клубней, корнеотпрысков). К ним относится относительно мало видов сорняков и распространены они преимущественно на многолетних насаждениях.

Большое значение для характеристики способа жизни имеет продолжительность жизни сорняков. По этому признаку сорняки подразделяются на следующие группы.

Малолетние сорняки плодоносят только один раз в жизни (монокарпики). Из них однолетние (эфемеры, яровые, зимующие и озимые) имеют одногодичный цикл развития (моноциклики), а двулетние – двухлетний цикл (двучиклики). Однолетние имеют самое большое распространение среди сорняков, что объясняется предпочтением ими открытых, регулярно освобождаемых от вегетации местообитаний. Среди них эфемеры являются растениями с очень коротким периодом вегетации (1,5–2 мес), способными давать за сезон несколько поколений. К ним относят звездчатку среднюю.

Яровые ранние сорняки малотребовательные к теплу, прорастают рано весной и заканчивают свое развитие до уборки культурных растений или одновременно с их созреванием. Представителями этой группы являются марь белая, горец шероховатый, горчица полевая.

Яровые поздние сорняки чувствительны к холоду и прорастают только при достаточном прогревании почвы. Они находят хорошие условия для роста и развития в посевах поздних культур. Очень поздние всходы их до плодоношения погибают зимой от мороза. Типичными представителями данной группы являются щирица запрокинутая и просо куриное.

Зимующие сорняки заканчивают вегетацию при ранних весенних всходах в том же году, а при поздних всходах способны перезимовать в любой фазе роста. После перезимовки они образуют розетку прикорневых листьев, быстро растущий стебель и рано заканчивают вегетацию. Этими свойствами они хорошо приспособлены к произрастанию и в яровых, и в озимых культурах. К этой группе относятся такие сорняки, как пастушья сумка, ярутка полевая, василек синий, ромашка непахучая.

Озимые сорняки требуют для своего развития пониженных температур осенью и зимой. Они полностью приспособлены к озимым культурам, таким как, например, метлица обыкновенная, костер ржаной, костер полевой.

Двулетние сорняки проходят полный цикл развития за два года. В первый год жизни они образуют розетку листьев, а в следующий год переходят в генеративную фазу развития. Типичные двулетние сорняки прорастают только осенью и плодоносят только после двух перезимовок. Они в агрофитоценозах встречаются реже, как правило, только на экстенсивно используемых землях. Типичным примером являются виды донника.

Среди *многолетних сорняков с полициклическим способом жизни* и плодоносящих почти каждый год своей жизни (поликарпики) имеются различия между формами, которые почти исключительно размножа-

ются генеративно, и формами, которые размножаются преимущественно вегетативно при одновременной возможности к генеративному размножению.

3.6. Генеративное и вегетативное размножение сорняков

3.6.1. Генеративное размножение сорняков

Генеративное размножение сорняков происходит за счет диаспор, под которыми понимают все единицы размножения. Это могут быть семена (мак-самосейка, вероника плющелистная), плоды или части плодов (подмаренник цепкий, паслен черный), споры (хвощ полевой).

У большинства сорняков генеративные органы размножения – семена, которые одновременно определяют и фазу покоя растений, заканчивающуюся их прорастанием. В отношении к внешним условиям они являются очень устойчивыми, а их всхожесть сохраняется длительный период и при неблагоприятных условиях. До созревания семена у них покрыты плодовыми оболочками. Различают следующие типы плодов, от которых зависит и способ распространения семян сорняков:

1. Открывающиеся плоды. В зрелом состоянии у них открываются плодовые оболочки (перекарпии) и семена освобождаются. По механизму открытия плодов различают: листочки, состоящие из одного плодолистика, который высыхает и открывается на брюшном шве (например, у живокости полевой); бобы, состоящие из одного плодолистика, который после высыхания разрывается на брюшном (вентральном) и спинном (дорзальном) шве (у видов горошка); коробочки, состоящие из двух или более плодолистиков, которые высыхают и имеют отверстия разной формы (у мака-самосейки, очного цвета полевого); стручки и стручочки, состоящие из двух плодолистиков, образующих срастанием ложную перегородку. Они высыхают, разрываются или опадают (у горчицы полевой, пастушьей сумки).

2. Замкнутые плоды. При созревании плодовые оболочки у них не открываются, плоды опадают целыми или частицами. Различают сочные или сухие замкнутые плоды. К сочным замкнутым плодам относятся ягоды, у которых плодовая оболочка после созревания остается сочной (паслен черный). У сухих замкнутых плодов плодовая оболочка при созревании высыхает, у них различают односемянные и многосемянные формы плодов.

Односемянные формы представлены: орехами, у которых древеснеет плодовая оболочка, а семя сидит свободно в плоде (марь белая или вьюнок полевой); кариопсами или зерновками, у которых семенная и плодовая оболочки, образовавшиеся из верхней завязи, сросшиеся, как это имеет место у всех сорняков из семейства Мятликовые (*Poaceae*). Типичным примером являются семена метлицы обыкновенной; семянками или орешками, у которых семенная и плодовая оболочки, образовавшиеся из нижней завязи, сросшиеся, как это имеет место у всех сорняков из семейства Сложноцветные (*Asteraceae*). Примером таких семян являются семена василька синего, нивяника посевного.

3. Многосемянные плоды во время созревания, как правило, распадаются на односемянные доли. К ним относятся: членистые плоды, состоящие из нескольких плодолистиков, распадающихся при созревании делением ложных поперечных перегородок на небольшое количество плодов (например, членистые стручки у редьки дикой или орешковые плоды у сорняков яснотки пурпурной); дробные плоды, состоящие из двух плодолистиков, распадающихся при созревании делением вдоль шва на небольшое количество плодов. Типичным примером служат подмаренник цепкий, виды молочая.

В Беларуси количество семян сорняков в почве составляет 129–155 млн. шт./га, значительная часть которых (45 %) находится в слое почвы 0–10 см, 35–40 % – на глубине 10–20 см. Прорастание семян происходит во всем пахотном слое, но наиболее благоприятная глубина – 1–5 см.

Другие авторы отмечают, что запас семян сорных растений в пахотном слое колеблется от 0,3–4 млрд. на 1 га.

Кроме того, сорные растения обладают высокой плодovitостью. Одно растение подорожника большого может дать 320–390 тыс. семян, осота полевого – 19–30, ромашки непахучей – 45, мари белой – 100–700, мари многосемянной – до 3 млн., чернобыльника – до 10,5 млн. шт., одно мощно развившееся растение проса куриного образует до 13 тыс. зерновок, щетинника сизого – около 5 тыс. семян.

Меньшим разнообразием сорных видов отличаются посевы на почвах легкого гранулометрического состава с недостатком влаги и питательных веществ. Чем выше плодородие почв, тем больше при достаточной влагообеспеченности число сорных видов.

В табл. 3.9 представлено возможное количество семян, которое может образоваться на одном растении (по данным ряда авторов).

Таблица 3.9. Количество семян сорняков на одном растении, шт.

Вид сорняка	Количество семян
Бодяк полевой	3000–5000
Бородавник обыкновенный	400–800
Василек синий	700–1600
Вика мохнатая	200
Вероника персидская	50–100
Вероника плющелистная	200–300
Вьюнок полевой	500
Галинсога мелколистная	5000–30000
Горец почечуйный	200–800
Горец птичий	125–200
Горец шероховатый	800–850
Горошек четырехсемянный	300
Горчица полевая	200–2000
Дымянка лекарственная	300–1600
Крапива жгучая	100–1300
Крестовник обыкновенный	1400–7200
Лебеда раскидистая	100–6000
Лисохвост полевой	50–6000
Мак-самосейка	10000–20000
Метлица обыкновенная	600–12000
Мятлик однолетний	100–800
Незабудка полевая	500–1000
Нивяник полевой	1000–3000
Овсяг	50–1000
Осот овощной	4000–5000
Осот шероховатый	1000–6000
Паслен черный	100–1000
Пастушья сумка	2000–40000
Пикульник обыкновенный	100–600
Подмаренник цепкий	100–500
Просо куриное	200–1000
Пупавка полевая	1000–10000
Пырей ползучий	15–400
Редька дикая	100–300
Ромашка лекарственная	1000–10000
Ромашка продырявленная	10000–200000
Торица полевая	1000–10000
Фиалка полевая	150–3000
Щавель курчавый	2000–5000
Щирица запрокинутая	1000–5000
Ярутка полевая	500–2000
Яснотка пурпурная	60–300
Яснотка стеблеобъемлющая	50–300

Распространение диаспор сорняков осуществляется с помощью специальных приспособлений у растений (автохорно), а также другими способами: ветром, водой, животными или же человеком (аллохорно).

Автохорное распространение встречается у сеgetальных сорняков реже. Оно основано или на специальных швыряющих механизмах, или на силе тяжести (барохорное распространение), как, например, у горчицы полевой, редьки дикой, василька синего, у которых семена падают вокруг материнских растений под действием силы тяжести. У большинства видов сорняков диаспоры распространяются аллохорным способом.

При этом различают:

1. Анемохорий (распространение ветром). Семена, приспособленные к распространению ветром, отличаются и малой массой, и величиной (например, виды повилики и мака).

Такие семена имеют крылообразные придатки (льнянка обыкновенная), перистые летучки (бодяк полевой, осот полевой, одуванчик лекарственный) или волосистые ости (например, у овсюга).

Растения некоторых сорняков сильно ветвятся и к концу вегетации приобретают форму шарообразного куста – «перекати-поле». Высохший их стебель при сильном ветре обламывается у основания и легко перекачивается на дальние расстояния, рассеивая при этом семена. К таким сорнякам относятся солянка русская, дескурация Софии, клоповник мусорный.

2. Зоохорий (распространение животными). Распространение диаспор сорняков животными может происходить двумя путями: эндозоохорным и эпизоохорным. В первом случае плоды (ягоды) и семена служат в качестве пищи животным, особенно птицам, и выделяются после прохода через кишечник, не потеряв при этом всхожесть (например, семена паслена черного).

Другим путем переносятся диаспоры, которые имеют специальные выросты в виде якорьков, крючков, зазубренных шипиков, остей и пр., с помощью которых они цепляются к шерсти животных, одежде человека и перьям птиц и переносятся на новое место обитания. К ним относятся такие виды, как подмаренник цепкий, череда трехраздельная, аистник цикутный.

3. Гидрохорий (распространение водой). Этот тип распространения

4. Антропохорий (распространение человеком). Семена сорняков распространяются при недостаточной очистке посевного материала, что особенно имеет место при выделении так называемых неотличимых и неотделимых семян, которые трудно или совсем не отделяются при очистке из партий посевного материала. Так, например, от семян клевера красного трудноотличимы и трудноотделимы диаспоры таких сорняков, как подорожник, щавель, смолевка, повилика, горчица полевая, марь белая, горец птичий, горец шероховатый. На короткие расстояния диаспоры сорняков переносятся сельскохозяйственными машинами и орудиями, а с помощью транспортных средств они распространяются по всему миру и попадают на новые континенты и в страны.

Если у культурных растений семена при хранении сохраняют всхожесть 5–10 лет, то у большинства сорняков всхожесть сохраняется в сухом состоянии десятилетиями. Так, исследованиями американских ученых установлено, что многие сорняки способны сохранять жизнеспособность 35–70 лет. Но такие семена изолированы от почвы и влаги. По данным С. А. Котта, за 20 месяцев теряют жизнеспособность 66,5 % семян сорняков, за 32 месяца – 67,1 %, за 44 месяца – 73,4 %, за 80 месяцев – 80,3 % семян.

Как свидетельствуют данные ТСХА, полное отмирание семян всех видов сорняков происходит самое большое за 24 года.

Из-за твердой водо- и воздухонепроницаемой оболочки семена длительный период остаются жизнеспособными, независимо от влажности почвы. Чем тверже оболочка, тем больше длительность сохранения семян (табл. 3.10).

Таблица 3.10. Жизнеспособность семян сорных растений

Вид сорняка	Жизнеспособность, лет
1	2
Бодяк полевой	5–20
Василек синий	5
Вьюнок полевой	50
Горец вьюнковый	5–6
Горец птичий	5
Горец шероховатый	3
Горчица полевая	11
Донник белый	77
Звездчатка средняя	30
Марь белая	8–38
Мать-и-мачеха обыкновенная	2
Нивяник обыкновенный	3–4

1	2
Овсяг	5
Осот полевой	5
Одуванчик лекарственный	2
Пастушья сумка	11–35
Пикульник красивый	2–14
Пикульник обыкновенный	2–14
Полынь обыкновенная	2–3
Просо куриное	3–4
Пырей ползучий	7–11
Редька дикая	2–14
Ромашка непахучая	6
Сурепка обыкновенная	4
Торица полевая	3–6
Фиалка полевая	3–4
Щирица запрокинутая	10
Ярутка полевая	10

Только у немногих видов сорняков диаспоры в состоянии прорасти непосредственно после созревания, как это имеет место у куколя посевного. Большинство сорняков в этот период еще не в состоянии прорасти, они находятся в фазе покоя. Различают эндогенный (первичный, естественный, глубокий или физиологический) и экзогенный (вторичный, вынужденный или экологический) покой.

Эндогенный покой может иметь разные причины, причем окончательно они в своем действии не ясны. Он может, например, быть основан:

1) на физиологических и биохимических механизмах ингибирования прорастания в зародыше (содержание в покровных тканях ингибиторов прорастания), известных, например, у семян горчицы полевой, фиалки полевой, овсяга;

2) на разрыве между физиологической спелостью семян и физиологической спелостью зародыша, как, например, у семян подмаренника цепкого, пастушьей сумки;

3) физических причинах, таких как, например, непроницаемость семенной оболочки для воды и воздуха, встречающаяся у горца шероховатого, редьки дикой, пикульника обыкновенного и др.

После окончания эндогенного периода покоя диаспоры сорняков могут прорасти, если нет экзогенного его ингибирования.

Экзогенный покой обычно вызывается отсутствием благоприятных внешних факторов для прорастания, например, недостатка влаги, избытка тепла, отсутствия света, присутствия ингибиторов прорастания, продуцированных другими видами.

На прорастание диаспор сорняков влияют время их созревания и степень зрелости. В результате этого у них отмечается растянутый период, который сохраняется и у диаспор, находящихся в почве.

Некоторые виды сорняков отличаются образованием морфологически разных диаспор. Морфологические особенности (величина, форма, окраска и др.) сопровождаются различиями при прорастании. Это так называемое явление гетеродиаспории, полиморфизма, разноплодия, или гетерокарпии, которое встречается, например, у мари белой, горца шероховатого, овсюга, увеличивает возможность вида закрепляться на осваиваемой территории и внедряться в новые агрофитоценозы.

На прорастание семян сорняков в разной мере влияет ряд внешних абиотических факторов. Достаточная для них доступность воды является предпосылкой для начала прорастания, причем виды сорняков по потребности в этом факторе резко различаются. Большинство из них имеют оптимум прорастания при средних показателях влажности почвы (50–60 % полной влагоемкости) (табл. 3.11).

Таблица 3.11. Прорастание семян сорняков в полевых условиях, %

Сорное растение	Период прорастания семян					
	20.04– 15.05	16.05– 15.06	16.06– 15.07	16.07– 15.08	16.08– 15.09	Позже 15.09
Бодяк полевой	1	9	28	48	14	–
Василек синий	10	15	7	11	13	9
Вьюнок полевой	3	44	30	16	7	–
Горец вьюнковый	68	15	8	6	3	–
Горец шероховатый	23	51	17	7	2	–
Звездчатка средняя	5	36	21	19	12	7
Марь белая	26	44	19	8	3	–
Метлица полевая	16	6	–	–	33	45
Осот полевой	–	19	38	43	–	–
Паслен черный	–	24	59	12	8	–
Пастушья сумка	13	9	2	6	32	38
Пикульник обыкновенный	42	40	14	4	–	–
Просо куриное	–	17	60	20	3	–
Рапс (падалица)	7	39	16	4	–	–
Редька дикая	4	42	19	10	12	13
Ромашка непахучая	14	38	10	10	15	13
Торица полевая	20	38	20	8	10	14
Фиалка полевая	7	32	43	6	4	8
Черда трехраздельная	34	–	–	–	–	–
Чистец болотный	3	47	32	24	17	–
Щирица полевая	–	20	74	6	–	–
Ярутка полевая	16	11	26	32	10	5

У многих сорняков недостаток влаги в поверхностном слое почвы вызывает вторичный покой. Особенно чувствительны к недостатку влаги сорняки, приуроченные к влажным местам обитания, например ситник лягушачий и сушеница топяная. Во многих случаях требования сорняков к влаге при прорастании выше, чем при дальнейших фазах их развития.

Большую роль при прорастании семян сорняков играет температура. По требованиям к температуре при прорастании семян можно различать, по крайней мере, шесть групп сорняков:

1. Виды с низкими требованиями к температуре прорастания: минимум – 1–2 °С, оптимум – 2–13 °С, максимум – 20–25 °С. К ним относятся воробейник полевой, подмаренник цепкий, вероника плющелистная.

2. Виды с широкой амплитудой температур прорастания при низком оптимуме: минимум – 1–2 °С, оптимум – 2–13 °С, максимум – 30–35 °С. Сюда относятся лисохвост полевой, овсюг, мак-самосейка, горец вьюнковый, звездчатка средняя.

3. Виды с широкой амплитудой температур прорастания при среднем оптимуме 10–20 °С. К ним относятся, например, марь белая, торичца полевая (*Spergula arvensis* L.).

4. Виды с широкой амплитудой температур прорастания при низком оптимуме 25–40 °С. К данной группе принадлежат куриное просо, галинсога реснитчатая, горец шероховатый.

5. Виды с высокими требованиями к температуре прорастания: минимум – 15–20 °С, оптимум – 25–40 °С. Сюда относятся виды амаранта, росичка кроваво-красная, горец персидский.

6. Виды без специфических требований к температуре прорастания, т. е. прорастание в диапазоне от 2 до 35 °С, без оптимума. Примером таких сорняков является куколь посевной, мятлик однолетний, горец птичий и др.

Если посмотреть по группам классификации сорняков, то температура прорастания однодольных ранних яровых сорняков (мятлик обыкновенный) составляет 2–4 °С, для эфемеров (звездчатка средняя) и однолетних двудольных ранних яровых (виды горцев, марь белая, горчица полевая, дымянка лекарственная, галинсога мелкоцветковая) – 5–12 °С, для однолетних двудольных поздних яровых (просо куриное, щирица запрокинутая, виды щетинника) – 15 °С. Ежегодно при любых параметрах температуры и влажности массовое появление всходов сорняков приходится на вторую половину мая – июнь.

Некоторые виды сорняков прорастают только при переменных температурах (паслен черный), у других же переменные температуры способствуют прорастанию (марь белая, крестовник обыкновенный, ярутка полевая, редька дикая).

Элементы питания способствуют прорастанию диаспор сорных растений. Среди них азот имеет первостепенное значение.

Он способствует прорастанию диаспор большинства сорняков, причем реакция на это у разных их видов проявляется по-разному. В то время как нитрофильные виды сорняков исключительно положительно реагируют на азот, у некоторых видов, приуроченных к бедным почвам (торица полевая, баранец малый), наблюдается положительная реакция, другие же виды (куколь посевной) не реагируют на азот.

Свет имеет свое влияние на прорастание диаспор многих сорняков. Имеется целый ряд видов сорняков, которые требуют для прорастания хотя бы кратковременного освещения (несколько секунд). К таким видам относятся гелиофилы, гелиофиты.

В то же время известны виды сорняков, способные прорасти в темноте (гелиофобы).

На свету лучше прорастают семена метлицы полевой, мятлика однолетнего, мятлика лугового, зверобоя обыкновенного, а в темноте – семена повилки европейской, липучки щетинистой, фацелии и др.

Дневной свет задерживает прорастание в состоянии периода покоя свежесозревших зерновок овсяга, лежащих на поверхности почвы по жнивью убранных хлебов, чего не происходит при их неглубокой заделке в почву. Поэтому неглубокая осенняя заделка овсяга при обработке жнивья приводит к ранней и более полной всхожести этого сорняка весной следующего года.

К видам сорняков, у которых свет положительно действует на прорастание, относятся: лисохвост полевой, горчица полевая, торица полевая, горец шероховатый, галинсога мелколистная, пастушья сумка, просо куриное, мак-самосейка, звездчатка средняя, марь белая, дрема, метлица обыкновенная, одуванчик лекарственный.

Виды сорняков различаются и по глубине прорастания их семян в почве. Большинство из них прорастает на глубине 2–3 см, некоторые – только непосредственно на поверхности, другие – на глубине 10–20 см.

В зависимости от предельной глубины, с которой семена сорняков не дают всходы, их можно подразделить на четыре группы:

1. Сорняки, семена которых не всходят с глубины более 5 см (попыль горькая, мак-самосейка, торица полевая, мелколепестник канадский, марь сизая и др.).

2. Сорняки, семена которых не всходят с глубины более 10 см (лютик ползучий, свербига восточная, горец почечуйный, подмаренник цепкий, чистец болотный и др.).

3. Сорняки, семена которых не всходят с глубины более 20 см (костер ржаной, лопух большой, дымянка лекарственная, плевел льняной и т. д.).

4. Сорняки, семена которых даже при глубине заделки более 20 см могут давать всходы (пырей ползучий, овсюг обыкновенный и др.).

Очевидно, максимум и оптимум глубины, на которой прорастают диаспоры, тем больше, чем больше масса семян сорняков. Семена сорняков малой массы прорастают преимущественно вблизи поверхности почвы.

Предельная глубина прорастания сорняков приведена в табл. 3.12.

Таблица 3.12. **Предельная глубина прорастания семян сорняков**

Вид сорняка	Глубина прорастания, см
1	2
Повилика клеверная	4
Повилика полевая	4–6
Погремок большой	3–5
Звездчатка средняя	4–5
Овсюг обыкновенный	20–30
Звездчатка злаковидная	1–1,5
Плевел льняной	10–13
Плевел опьяняющий	4–6
Редька дикая	5–6
Горчица полевая	6–8
Марь белая	8–10
Торица полевая	4–5
Пикульник обыкновенный	3–4
Подмаренник цепкий	8–9
Черда трехраздельная	3–4
Горец птичий	8–10
Горец вьюнковый	8–10
Пикульник красивый	4–5
Бородавочник обыкновенный	6–7
Горец шероховатый	6–7
Горец перечный	6–7
Горец почечуйный	6–7
Лебеда раскидистая	4–5
Осот огородный	3–4
Бодяк полевой	4–5
Очный цвет полевой	4–5

Продолжение табл. 3.12

1	2
Паслен черный	4-5
Гулявник лекарственный	2-3
Дымянка лекарственная	10-11
Живокость полевая	4-6
Крапива жгучая	1,5-2
Марь сизая	2-3
Марь гибридная	9-11
Марь многосемянная	2-4
Молочай-солнцегляд	8-10
Щирица запрокинутая	3
Галинсога мелкоцветная	2-3
Фиалка полевая	4-5
Пастушья сумка	2-3
Ярутка полевая	4-5
Дескурайния Софии	3-4
Василек синий	4-7
Костер ржаной	10-12
Костер полевой	4
Куколь обыкновенный	10-12
Кривоцвет полевой	12-13
Вьюнок полевой	4-6
Латук компасный	4-5
Мак-самосейка	1-1,5
Мелколепестник канадский	1-1,5
Пупавка полевая	4-5
Щавель конский	6-8
Мятлик однолетний	3-4
Лопух большой	10-14
Чертополох понижающийся	10-12
Свербига восточная	6-7
Дрема белая	1,5-2
Яснотка пурпурная	5-6
Одуванчик обыкновенный	4-5
Подорожник ланцетолистный	6-7
Щавель курчавый	5-7
Пижма обыкновенная	2-3
Полынь горькая	2-3
Кульбаба осенняя	4-6
Купырь лесной	8-10
Нивяник обыкновенный	3-4
Полынь обыкновенная	2-3
Чистотел большой	5-6
Люттик едкий	1,5-2
Подорожник большой	2-3

1	2
Будра плющевидная	2–3
Люттик ползучий	7–8
Хвощ полевой	50
Пырей ползучий	25
Мята полевая	3–4
Тысячелистник обыкновенный	3–4
Мать-и-мачеха	2
Крапива двудомная	1,5–2
Льнянка обыкновенная	3–4
Повой заборный	12–14
Чистец болотный	5–7

Срок прорастания семян сорняков генетически фиксирован, но он может, в зависимости от внешних условий (засуха, температура, почвообработка), в определенных пределах колебаться. Отдельные виды сорняков прорастают только в определенные времена года, другие же могут прорасти круглый год (за исключением периода с отрицательной температурой). Причинами прорастания в определенные времена года являются эндогенно обусловленный его ритм и действие факторов, которые нарушают покой.

Вместе с тем следует учитывать, что ежегодно общее число семян сорняков на полях под посев сельскохозяйственных культур возобновляется и основными являются источники, представленные в табл. 3.13.

Таблица 3.13. Основные источники, формирующие банк семян сорняков (по данным РУП «Институт защиты растений»)

В почвах сельскохозяйственного использования находится 35–400 тыс. семян на 1 м ²
Засорение почвы вегетативными органами сорняков. На 1 м ² (при средней степени засоренности сорняками) имеется 1609 вегетативных почек бодяка полевого, 529 – осота желтого, 25977 – пырея ползучего
В среднем в 1 кг органических удобрений имеется от 1000 до 2000 семян сорняков (из них около 50 % жизнеспособных). Таким образом, при внесении 40 т органических удобрений на 1 га вносится от 40 до 80 млн. семян сорных растений, или 4–8 тыс/м ² (из них 2–4 тыс. жизнеспособных)
Засорение семенами сорняков полей с пустырей, обочин полей, дорог, меж и т. д.

При анализе засоренности органических удобрений в некоторых областях выявлено, что наибольшее засорение наблюдается в Могилевской области (табл. 3.14).

Таблица 3.14. Засоренность органических удобрений семенами сорняков (по данным РУП «Институт защиты растений»)

Наименование области	Количество семян сорняков в 1 кг, шт.	
	торфа	торфонавозного компоста
Брестская	17–48	38–468
Гродненская	5–28	50–532
Минская	13–82	45–222
Могилевская	28–268	215–1242

По мнению Д. Шпаара, данные о количестве семян сорняков в почве пашни Германии колеблются, но, вероятно, что наименьшее их количество в обработанном слое почвы составляет около 5000 семян/м², а наибольшее – более чем 300000 семян/м². Причем находятся они, в основном, в плужном горизонте. Семена могут переноситься по норкам почвообитающих животных или корневым трубкам растений в более глубокие слои почвы.

3.6.2. Вегетативное размножение сорняков

Почти все многолетние сорные растения, кроме генеративного способа размножения (который у них часто ограничен), могут размножаться и вегетативно. Вегетативное размножение имеет преимущество, потому что за счет накопления запасных питательных веществ в соответствующих системах семян обеспечивается их прорастание весной. Кроме этого сорные растения имеют возможность сохранять свой вид и обеспечивать его развитие без механизмов генеративного размножения. Органами вегетативного размножения у сорняков служат приведенные ниже.

Корневища (ризомы). Они представляют подземные, как правило, горизонтально растущие, утолщенные побеги, которые образуют почки и чешуевидные листочки. На их узлах прорастают корни и новые вертикально растущие стебли. Иногда под ризомами понимают подземные, горизонтально растущие побеги, которые, из-за одновременного накопления запасных веществ, утолщены, в то время как корневища растут преимущественно в верхних слоях почвы. Ризома в состоянии глубже проникать в почву и оттуда прорасти.

Корнеотпрыски. Они образуются вертикально и горизонтально растущими корнями, на которых расположены многочисленные спящие почки. Пробуждающимися почками образуются в разном направлении и на неодинаковом расстоянии от материнского растения корне-

вые отпрыски, которые переходят в полноценные надземные побеги. Эти дочерние растения формируют свою корневую систему и растут независимо от материнского растения. Корневые отпрыски растут и на больших глубинах в почве.

Стеблевые стелющиеся побеги. Стелющиеся побеги имеют растянутые междоузлия, листья которых не развиты. После определенного периода рост междоузлий тормозится и плагиотропно растущий побег продолжает ортотропный рост, образуя при этом листья и корни.

При отмирании междоузлий новое растение от материнского отделяется.

Стержневые корни. Они представляют собой утолщенные главные корни, растущие вглубь почвы. В них накапливаются запасные вещества. Подрезанный корень или его отрезки образуют вертикальные корни и дают новые побеги. У некоторых сорняков корень может расцепляться вдоль и давать начало новым растениям.

Стержневые сорняки могут ежегодно давать новые побеги от придаточных почек нижней части стебля, которые в результате укорачивания стержневого корня втянуты в почву.

Клубни и луковицы. Между стеблевыми и корневыми клубнями имеются различия. Стеблевые корни представляют собой утолщенные наземные или подземные части побега. Они образуются из укороченных междоузлий и являются четко ограниченными от других частей побега. Корневые клубни образуются на корнях и в результате редукции роста в длину и интенсивного роста в толщину, как правило, в результате утолщения ткани первичной коры. Луковицы образуются из подземных побегов. Они различаются от ризомов тем, что у них ось побега сильно укорочена, и функцию накопления запасных веществ листьями выполняет укороченная ось побега, которую они полностью покрывают.

Небольшая группа многолетних сорняков имеет мочковатую корневую систему, т. е. они лишены специальных органов вегетативного и иного размножения. Вегетативное размножение происходит от корневой шейки.

При основной обработке пашни подземные органы сорняков постоянно разрезаются, происходит постепенное перемещение их частиц в более глубокие слои почвы. Возобновление частиц органов размножения и возможность их прорастания тем меньше, чем глубже их нахождение в почве и чем меньше они по размеру.

4. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ВРАГИ НАСЕКОМЫХ

Согласно определению, данному в словаре по биологической защите растений (1986), энтомофаг (*entomophagous, entomophage*) – вид, употребляющий в пищу насекомых (паразиты, хищники).

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 жуужелиц (имаго) и личинки шелкокуна (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.

Существуют следующие способы применения энтомофагов: внутриареальное расселение, сезонная колонизация, интродукция и акклиматизация, охрана и создание оптимальных условий для жизнедеятельности энтомофагов.

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 очаги 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.), паразита непарного шелкопряда апантелеса – в очаги этого же вредителя на Украине. В США хорошо зарекомендовало себя переселение с усам земляники хищников паутиных клещей тифлодромусов.

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 используют зеленоглазку, трихограмму против чешуекрылых вредителей, хищного клеща фитосейулюса против паутинного клеща, алеохару двухполосую.

Трихограмма – это мелкое насекомое длиной 0,3 мм, живущее в природных условиях в среднем 8 дней, но не более 14 дней. Она светлюбива, хотя избегает прямых солнечных лучей.

Существуют четыре вида трихограммы (с различными расами и экотипами), выделенные для практического использования из 25 выведенных 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 используется против совок, желтая бессамцовая – против яблонной плодовой гни, некоторых видов листоверток, желтая самцовая – только против листоверток, трихограмма Эупрактидис – против комплекса совок на овощных, технических 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 этот вид отсутствует. Насекомое данного вида 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). 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 Беларусь (Гомель, Брест, Мало-

рита), 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 биолабораториях на яйцах зерновой моли или ситотроги.

Выпуск трихограммы осуществляют в предвечерние или же 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 моли (на молодых растениях) применяют до трех выпусков суммарно до 20 тыс. особей на одно дерево (в начале откладки яиц самками яблонной плодовой моли, 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 откладки яиц вредителем, второй – в начале массовой кладки.

По данным В. И. Сидляревича, В. В. Болотникова (1990), эффективность трихограммы в борьбе с этим вредителем составляет 74 %.

Против капустной белянки производят двукратный выпуск энтомофага: в начале откладки яиц и через 5–7 дней из расчета не менее 30 тыс/га, создавая соотношение 1:20.

Против лугового мотылька выпуск трихограммы осуществляют в три срока: в начале откладки яиц и затем 2 раза с интервалами в 5–7 дней, добиваясь соотношения 1:10.

В борьбе с гороховой плодожоркой трихограмму применяют двукратно по 20 тыс. особей на 1 га.

В природных условиях объект зимует в виде предкуполки в яйцах различных видов совок (сумеречной, совки-гамма), репной белянки и других чешуекрылых. Самки отрождаются половозрелыми.

Данным методом используется также хищный клещ фитосейулюс (*Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr.), завезенный на территорию бывшего Советского Союза в 1963 г. 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 быстрой 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 сут) 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 (70–85 %) влажности воздуха и температуре 26–28 °С. В помещении, где размножают паутинных клещей, влажность воздуха должна быть 35–55 % и температура 25–30 °С. Растения выращивают на стеллажах или деланках грунтовой теплицы. Площадь, отведенную под размножение хищника, делят на восемь участков, которые засевают с 5-, 7-дневным интервалом соей или же огурцами. При появлении 3–5 настоящих листьев их заселяют 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 десять 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 составляет 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.

Методом сезонной колонизации применяется также златоглазка (*Chrysopa carnea* Steph.). Она является многоядным хищником. Наибольший интерес для применения в закрытом грунте или ежегодных массовых выпусков в очаги размножения вредителей, большой практический интерес представляет златоглазка обыкновенная. Это насекомое средних размеров, светло-зеленого цвета, с сетчатыми крыльями и золотистого цвета глазами. Усики щетинковидные, лоб плоский. Взрослое насекомое питается нектаром и цветочной пыльцой, а личинки уничтожают не только тлей, но и табачного трипса, оранжевую белокрылку, паутинного клеща. Личинки златоглазки отличаются большой прожорливостью, поедая за сутки 50–70 особей тли. Развитие личинок длится 3–4 недели.

В борьбе с тлями на зеленных (салат, петрушка, сельдерей) и декоративных культурах златоглазка находит наиболее широкое применение, так как по санитарно-гигиеническим нормам обработка этих культур ядохимикатами запрещена.

Существуют два способа применения златоглазки: выпуск личинок и раскладка яиц. При небольшой исходной численности тлей на низкорастущих зеленных и декоративных культурах с большой густотой стояния достаточно выпускать периодически в среднем 10–30 личинок или 50 яиц на 1 м². Эффективность применения энтомофагов на зеленных культурах составляет 75–100 %.

Златоглазку можно использовать против колорадского жука при наличии до двух кладок яиц на куст картофеля в объеме 80–100 тыс. особей на 1 га. При этом эффективность составляет 85–90 %.

Разведение златоглазки в лабораторных условиях сопряжено с определенными трудностями, так как личинки златоглазки являются каннибалами и поэтому каждую из них необходимо содержать в отдельной ячейке.

В естественных условиях златоглазка зимует в укрытиях, на чердаках, в жилых помещениях и др.

Алеохара двухполосая (*Aleochara bilineata* Gyll.) – широко распространенный паразит и хищник многих видов мух (капустной, луковой, свекловичной, ростковой и др.). Взрослое насекомое ведет хищный образ жизни, а личинка паразитирует в пупариях на куколках мух. Зимует личинка первого возраста внутри пупария. Взрослые насекомые появляются в период начала окукливания личинок капустной мухи. Одна особь способна уничтожить до 50 яиц вредителя. Развивается в 2–4 поколениях. Плодовитость самки составляет 500–1000 яиц.

Используют алеохару двухполосую против капустной и луковой мух. Жуков выпускают в три срока – в начале откладки яиц весенней капустной мухой, в период массовой откладки и через 7 дней после предыдущего выпуска в 20 точках на 1 га.

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 следует использовать только избирательно действующие, безопасные для энтомофагов пестициды.

3. Следует создавать благоприятные условия для питания взрослых насекомых-энтомофагов. Вблизи посевов овощных культур, в междурядьях сада следует производить посев культурных нектароносов.

4. Улучшать микроклиматические условия обитания энтомофагов с помощью агротехнических приемов.

Примером естественных энтомофагов являются жужелицы и журчалки.

Жужелицы (*Carabidae*) – это жуки от небольших до крупных размеров, тело удлиненное с металлическим зеленоватым, синим или красноватым отливом. Жуки активны в сумерки и ночью. Пищей хищных жужелиц и их личинок являются различные насекомые. Они уничтожают гусениц непарного шелкопряда, лугового мотылька, наземных 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. Это 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.

Хищная галлица Афидимиза (*Aphidoletes aphidimiza*). Имаго напоминает мелкого комарика с длинными четковидными усиками, каждый членик усиков самца с тремя мутовками петлевидных нитей. Первая или вторая мутовка имеют сильно удлиненные петли.

Личинка – безголовка, оранжевого цвета. Зимуют взрослые личинки в коконах в почве и под растительными остатками. Самка откладывает яйца в колонии тлей. Плодовитость составляет от 25–30 до 70 яиц. При оптимальных условиях (относительная влажность воздуха – 80–90 %, температура – 25 °С) развитие одного поколения длится 17–20 дней.

Хищный образ жизни ведут личинки, которые могут питаться более чем 60 видами тлей. Одна личинка поедает 30–35 особей тли, предварительно парализовав вредителя и примерно столько же парализует, не используя их для питания. Афидимиза является естественным энтомофагом, также может использоваться методом сезонной колонизации для борьбы с тлей на огурцах в теплицах.

Семейство Кокциnellиды, или Божьи коровки (*Coccinellidae*). Тело жуков округлой или же овальной формы, сверху выпуклое, снизу плоское.

Верх обычно с черными округлыми пятнами на светлом фоне или светлыми на темном фоне. Усики слабобулавовидные. Все лапки 4-члениковые, но кажутся 3-члениковыми, так как их третий членик очень маленький, скрыт между лопастями второго членика. Личинки подвижные, покрыты мохнатыми бородавками, обычно с пятнистым рисунком, открытоживущие (камподеовидные). Окукливание происходит на растениях, куколка покрытая, висит вниз головой. Яйца желтые, бутылковидные, кладка яиц групповая. Зимуют жуки под лесной подстилкой и в других укрытиях. Плодовитость составляет до 300 яиц. Хищный образ жизни ведут жуки и личинки, они многоядны, истребляют тлей, листоблошек, кокцид, клещей и других вредителей.

Являются естественными энтомофагами. Для борьбы с вредителями кокциnellид используют также другими способами – интродукци-

ей и акклиматизацией иноземных видов и содействием местным энтомофагам. Из местных видов наиболее распространенными являются семиточечная коровка (*Coccinella septempunctata*) и двухточечная (*Adalia bipunctata*), истребляющие тлей и в меньшей степени других вредителей.

Природный механизм регуляции численности популяций в условиях агроэкосистемы. Численность каждого отдельного вида организмов сохраняет равновесное положение в своей среде обитания. Одновременно в течение сезона численность популяции в разные годы колеблется в ту или иную сторону от этого равновесного, сравнительно неизменного среднего значения. Такое равновесие за какой-то период времени сохраняется из-за действия на популяцию всех факторов внешней среды (естественное регулирование).

Наблюдаемые в природе непрерывные изменения численности организмов являются результатом взаимодействия двух процессов: модификации и регуляции.

Модификация обусловлена действием на популяцию абиотических факторов среды (ветра, влажности воздуха и др.). Однако абиотические факторы не могут реагировать на изменение плотности популяции организмов в сторону усиления или ослабления своего стрессового воздействия, т. е. менять его по принципу обратной связи. Так, при низких зимних температурах может наблюдаться высокая смертность эмбрионов в яйцах яблонной медяницы, зимующих на ветвях яблони. Однако независимо от смертности насекомого температура воздуха не повышается, и, если погодные условия не изменяются, эмбрионы погибают.

Существуют две группы регулирующих механизмов: внутривидовые и биоценотические.

Среди внутривидовых регуляторных механизмов широко известно угнетающее влияние друг на друга особей одной популяции, использующих одни и те же ограниченные пищевые ресурсы. Иногда этот процесс осложняется канибализмом и другими формами агрессивного поведения.

Более сложны внутривидовые регуляторные механизмы, основанные на сигнальном действии роста плотности популяции. Это происходит до истощения пищевых ресурсов, предотвращающих конкуренцию за них. При сигнале о растущей плотности популяции организмы мигрируют или же резко возрастает число самцов в популяции из-за откладки самками большого количества неоплодотворенных яиц.

Биоценологические регуляторные механизмы также довольно разнообразны. Особого внимания заслуживают паразиты и хищники, для которых известно два типа реакций на изменение плотности популяции хозяев и жертв – функциональная и численная реакции.

Функциональная реакция заключается в том, что с ростом популяции жертвы увеличивается (до определенного предела) число особей, уничтоженных или зараженных каждой особью энтомофага. Такая реакция отмечена у многих паразитов и хищников насекомых и других животных (позвоночных и беспозвоночных).

Регуляторное значение функциональной реакции наиболее существенно при минимальных уровнях плотности популяции жертвы, так как для регуляции важно не абсолютное число уничтожаемых особей, а процент их от общей численности популяции.

Численная реакция – это увеличение численности энтомофагов в ответ на увеличение плотности популяции жертвы. Такая реакция есть только у специализированных энтомофагов, которые живут за счет одного вида жертвы.

Специализированные энтомофаги, действующие в качестве регулирующего механизма при низкой плотности популяции, нередко в течение длительного времени удерживают численность вредителей-жертв на хозяйственно неощутимом уровне и поэтому представляют наибольший практический интерес.

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.

У вредителей выделяют пять основных фаз динамики популяций.

1. *Фаза депрессии* наступает вследствие продолжительного экстремального состояния внешних факторов. Характеризуется низкой численностью популяции, которая сохраняется только в местах резервации – биотопах с относительно благоприятными в это время условиями для вредных видов.

2. *Фаза расселения (подъема численности)* наступает в результате улучшения или оптимизации факторов окружающей среды в местах резервации и за их пределами у популяций, находящихся в фазе де-

прессии. Для популяции характерно начало интенсивного размножения, расселения за пределы резерваций, увеличение численности, повышение устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов.

3. *Фаза массового размножения* сменяет предыдущую фазу при дальнейшем сохранении благоприятного сочетания внешних факторов за пределами мест резервации. Популяция характеризуется высокой плотностью, интенсивностью размножения, ростом численности и наибольшим запасом выносливости к временным воздействиям неблагоприятных факторов, устойчивостью к неблагоприятным факторам.

4. *Фаза пика численности* наступает при ухудшении состояния внешних факторов среды обитания. Для популяции характерна остановка распространения, прироста численности. У вредителей наблюдается рост смертности, постепенно понижается устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов.

5. *Фаза спада численности* наступает в процессе продолжающегося неблагоприятного состояния обстановки. Отмечается исчезновение вида за пределами мест резервации (во временных поселениях). Выносливость популяции к неблагоприятным факторам постепенно снижается до минимума. В итоге популяция переходит в фазу депрессии.

В развитии болезней растений, вызывающих эпифитотии, обычно выделяют три основные фазы: депрессию, умеренное развитие (соответствует фазе расселения вредителей) и эпифитотию (соответствует массовому размножению). Для хронических, медленно изменяющихся в своем распространении заболеваний, а также сорняков можно выделить те же пять основных фаз.

Таким образом, теоретически возможно динамическое развитие популяции по циклическому типу. В реальности полная смена фаз динамики популяций наблюдается только при возникновении массового размножения (эпифитотии). Чаще (по естественным, природным причинам, или из-за антропогенного вмешательства) начало нарастания численности обрывается на фазе расселения вредителя (для болезней это соответствует фазе умеренного развития), и снова наступает депрессия.

Темпы перехода популяции из одной фазы в другую зависят от биологических особенностей вида и состояния климатических и энергетических факторов. У большинства вредителей и сорняков переход от одной фазы к следующей часто занимает 1–2 года и более. Большой динамичностью характеризуются *поливольтинные* формы вредителей с несколькими циклами развития за один год (тли, клещи) и динамичные болезни, способные вызывать эпифитотии, у которых

в течение одного сезона может отмечаться один или даже два полных цикла динамики популяций. Большой динамичностью фаз характеризуются также патогены, способные вызвать эпифитотии.

Болезни по характеру динамики распространения и развития разделяют на *эпифитотические* и *энфитотические*. Для первых характерно быстрое изменение распространения и интенсивности развития в процессе вегетационного сезона (ржавчина и мучнистая роса зерновых культур, фитофтороз картофеля, парша яблони и груши и др.), а для вторых – слабое и медленное изменение в ходе вегетационного сезона этих показателей (корневые гнили, снежная плесень озимых зерновых, рак картофеля, кила капусты, усыхание плодовых культур и др.).

5. БИОПРЕПАРАТЫ

В состав биологических препаратов, применяемых против вредителей и болезней, входят средства на основе бактерий, вирусов, грибов, антибиотиков и других веществ. В Беларуси на их основе в настоящее время зарегистрированы и применяются 59 биопрепаратов.

Мировое производство их составило в начале 90-х гг. прошлого века от 4000 до 5000 т в год.

Только в Германии в 1996–1997 гг. препараты на основе *B. thuringiensis* применяли на площади 21,5 тыс. га. Из обработанной площади 40–60 % занимала борьба с гроздевой и двулетней виноградной листовёрткой, 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 обычно живет в почве и является ее естественным обитателем. Она распространена по всему земному шару. Ее инсектицидные свойства были открыты еще в 1911 г., но до 1950 г. 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.

В настоящее время известно около 250 видов бактерий, связанных в той или иной степени с насекомыми. Известно, что из огромного количества бактерий, обитающих в теле насекомых, особенно в их кишечнике, большинство является сапрофитами или симбионтами, которые при нарушении нормальных условий жизни насекомого (неблаго-

приятные погодные условия, недостаток пищи, высокая влажность), приводят к физиологическому ослаблению организма. Внутри тела насекомых также могут размножаться бактерии, попавшие в гемолимфу через повреждения покровов, часто приводя к их гибели.

Наиболее распространенными природными бактериальными заболеваниями насекомых являются красный и черный бактериозы.

Красный бактериоз – болезнь, вызываемая бесспорными 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* Flug. Данное заболевание впервые было обнаружено у вредной черепашки. Заболевшее насекомое приобретает характерный аромат и сине-черный оттенок.

Дизентерия (флашерия) – весьма распространенное заболевание. Второе название болезни впервые было присвоено болезни тутового шелкопряда.

Типичным возбудителем дизентерии является бесспорная 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.

Молочная болезнь – это инфекционное заболевание жуков, вызванное спорными бактериями. Молочная болезнь хорошо изучена у личинок японского жука. У него встречаются два типа этой болезни: возбудитель одной – *Bacillus popilliae* Dut., другой – *B. lentimorbus* Dut. Бактерии данного типа используются в США для уничтожения японского жука. Больные личинки приобретают молочно-белую окраску из-за спор, наполняющих полость тела.

Молочная болезнь обнаружена также у майского жука, зеленой бронзовки и некоторых других видов, вызванная бактериями, сходными с *B. popilliae* Dut.

Согласно Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, допущены к применению следующие биопрепараты на основе бактерий: биопестицид «Экосад», Оргамика С, Серенада АСО, биопрепарат «Веgetатин», биопрепарат «Бактоген», Бактофит, биопестицид «Бактавен», биопестицид «Бактавен С», биопестицид «Бакто-сол», биопестицид «Карфил», «Planteco» марки PhytoDoc, Фитадапамога, Фитоспорин-М, биопестицид Ксантрел, Лепидоцид, биопестицид «Бетапротектин», биопрепарат «Мультифаг-С», Биоверт, Псевдобактерин-3, биопестицид «Экогрин», Актарофит, Актофит, Фитоверм и др.

Биопестицид «Экосад» – препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм БИМ В-858Д. Титр спор – не менее 0,1 млрд/г. Биопрепарат предназначен для защиты от плодовой гнили, гнили плодов при хранении путем опрыскивания деревьев 5%-ной рабочей жидкостью за 14, 7 и 3 дня до уборки плодов.

Этот же препарат в виде порошка с нормой расхода 5 кг/га рекомендован для опрыскивания яблони 0,5%-ной рабочей жидкостью с теми же регламентами.

Оргамика С. Препарат российского производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм OPS-32. Титр спор – не менее 5×10^9 КОЕ/мл. Биопрепарат предназначен для защиты от мучнистой росы огурца защищенного грунта путем опрыскивания 1,5%-ной рабочей жидкостью. Первая обработка профилактическая, последующие – при появлении заболевания с интервалом в 7 дней. Расход рабочей жидкости составляет 300 л/га.

Серенада АСО. Выпускается в Германии в виде концентрата суспензии, в основе которой лежит *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм OST-713. Титр спор – не менее 1×10^9 КОЕ/мл. Биопрепарат предназначен для защиты от мучнистой росы земляники садовой путем опрыскивания в период вегетации с нормой расхода 4–8 л/га. Первая обработка проводится в период начала цветения, последующие – с интервалом в 6–7 дней. Расход рабочей жидкости составляет 800 л/га.

Против серой гнили на данной культуре препарат применяется с нормой расхода 6–8 л/га с приведенными выше регламентами.

Серенада АСО рекомендован против серой гнили на малине с нормой расхода 6–8 л/га путем опрыскивания в период вегетации. Первую

обработку проводят в период цветения, последующие – с интервалом в 6–8 дней. Расход рабочей жидкости составляет 600 л/га.

Биопрепарат «Вегетатин». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus tojavensis*, штамм БИМ В-1410. Количество жизнеспособных клеток бактерий – не менее 1,0 млрд/см³. Предназначен для защиты капусты от семенной фитопатогенной инфекции, альтернариоза, сосудистого и слизистого бактериозов. Последовательно проводят следующие обработки: первая – замачивание семян (0,04 л/кг семян) в 2%-ной рабочей жидкости перед посевом в течение 24 ч (расход рабочей жидкости – 2 л/кг семян); вторая – полив рассады (0,06 л/м²) 2%-ной рабочей жидкостью за 2–3 дня до высадки в поле (расход рабочей жидкости – 3 л/м²); третья – опрыскивание растений 2%-ной рабочей жидкостью (6–8 л/г) в фазу образования кочана; две последующие обработки – с интервалом в 10 дней (расход рабочей жидкости – 300–400 л/га).

Против серой гнили, слизистого бактериоза капусты в период ее хранения препарат применяется с нормой расхода 6–8 л/га путем последовательных обработок: первая – в начале образования кочана; вторая – через 10 дней после первой; третья – за 5 дней до уборки и закладки кочанов на хранение. Расход рабочей жидкости составляет 300–400 л/га.

Биопрепарат «Бактоген». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде концентрата суспензии, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм 494/КМБУ 30043. Титр – не менее 1×10^9 клеток/мл. Предназначен для защиты капусты от фитопатогенного комплекса возбудителей болезней путем следующих обработок: первая – замачивание семян (0,06 л/кг семян) в 3%-ной рабочей жидкости перед посевом в течение 24 ч при температуре 18–20 °С (расход рабочей жидкости – 2 л/кг семян); вторая – против сосудистого и слизистого бактериоза путем обработки корневой системы рассады болтушкой из глины и коровяка (1:2,5) перед высадкой в поле из расчета 1 л на 100 л болтушки; третья – против альтернариоза, сосудистого и слизистого бактериоза путем опрыскивания растений 1%-ной рабочей жидкостью в фазу образования розетки и в фазу формирования кочана из расчета 3–4 л/га (расход рабочей жидкости – 300–400 л/га).

На томате защищенного грунта против бактериоза, черной ножки, серой гнили, кладоспориоза, мучнистой росы данный биопрепарат применяют последовательно. Первая обработка проводится путем замачивания семян (1 л/кг семян) в течение 48 ч (без разведения препа-

рата); вторая – путем полива рассады 1%-ной жидкостью (1 мл на 100 мл воды) в фазу семядольных листочков и через 3 дня после пикировки; третья – опрыскиванием растений 1%-ной рабочей жидкостью при появлении первых признаков болезни с интервалом в 15 дней. Расход рабочей жидкости составляет 300–400 л/га.

На огурце защищенного грунта Бактоген используют путем последовательных обработок. Первая обработка проводится против аскохитоза, пероноспороза путем замачивания семян (1 л/кг) в 50%-ной рабочей жидкости в течение 24 ч; вторая – против корневых гнилей поливом рассады 1%-ной рабочей жидкостью в фазу семядольных листьев и через 3 дня после пикировки (1 мл на 100 мл воды на растение); третья – против аскохитоза, пероноспороза, мучнистой росы путем опрыскивания растений 1%-ной рабочей жидкостью (4–6 л/га) при появлении первых признаков болезни с интервалом в 15 дней. Расход рабочей жидкости составляет 300–400 л/га.

Бактофит. Препарат российского производства, выпускаемый в виде суспензионного концентрата, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм ИПМ-215. Титр – не менее 2 млрд/мл. Применяется для защиты ячменя ярового от корневой гнили, гельминтоспориоза с нормой расхода 3 л/т. Последовательно проводятся две обработки: первая – предпосевная обработка семян за 1–5 суток, расход рабочей жидкости равен 10 л/т; вторая – опрыскивание в фазу выхода в трубку, расход рабочей жидкости составляет 200–300 л/га.

На картофеле (при органическом земледелии) препарат применяется от фитофтороза с нормой расхода 2–5 л/га путем опрыскивания в период вегетации. Расход рабочей жидкости равен 200–300 л/га.

На капусте Бактофит используется с нормой расхода 3 л/га против листового и сосудистого бактериоза путем опрыскивания в период вегетации двукратно. Первое опрыскивание проводят в период формирования кочана, второе – через 12–14 дней после предыдущей обработки.

Огурец защищенного грунта обрабатывают препаратом из расчета 0,2 мл на 100 мл воды на растение против корневых гнилей, пероноспороза, мучнистой росы поливом при высадке рассады, повторно – через 2–3 недели.

Затем проводят опрыскивание 1%-ной рабочей жидкостью (15–20 л/га) при появлении первых симптомов болезни. Повторные опрыскивания проводят с интервалом в 7–12 дней. Расход рабочей жидкости составляет 1500–2000 л/га.

В борьбе с американской мучнистой росой на ягодных культурах проводят опрыскивание из расчета 3 л/га в период вегетации. Расход рабочей жидкости равен 1000 л/га.

Точно так же обрабатывают препаратом против парши, мучнистой росы плодовые культуры с нормой расхода 3 л/га.

Биопестицид «Бактавен». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-760Д. Титр спор – не менее 0,1 млрд/г. Применяется для защиты овса от корневой гнили, красно-бурой пятнистости с нормой расхода 3 л/т. Последовательно проводятся две обработки: первая – предпосевная обработка семян за 1–3 суток, расход рабочей жидкости составляет 10 л/т; вторая – опрыскивание (4–6 л/га) в фазу появления флагового листа, расход рабочей жидкости – 300 л/га.

Томат защищенного грунта (минеральная вата) обрабатывают препаратом из расчета 65 л/га против корневых, прикорневых гнилей поливом 2%-ной рабочей жидкостью в период активного плодоношения, последующие поливы проводят через 2 недели. Расход рабочей жидкости равен 250 мл на растение.

Биопестицид «Бактавен С». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде порошка, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-760Д. Титр спор – не менее 0,1 млрд/г. Предназначен для защиты огурца защищенного грунта (минеральная вата). Обработка препаратом из расчета 5 л/га против корневых гнилей проводится путем полива 0,2%-ной рабочей жидкостью при появлении первых признаков болезни.

Затем проводят последующие опрыскивания с интервалом в 2–3 недели. Расход рабочей жидкости составляет 100 мл на растение.

Томат защищенного грунта (минеральная вата) обрабатывают против корневых, прикорневых гнилей поливом 0,2%-ной рабочей жидкостью из расчета 6,5 кг/га в период активного плодоношения при появлении признаков болезни, последующие поливы – через 2–3 недели. Расход рабочей жидкости равен 250 мл на растение.

Биопестицид «Бактосол». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-732Д. Титр спор – не менее 0,1 млрд/см³. Предназначен для защиты картофеля от ризоктониоза путем предпосевной обработки клубней. Норма расхода равна 1 л/т. Расход рабочей жидкости составляет 10 л/т.

Против фитофтороза, альтернариоза картофеля препарат рекомендован с нормой расхода 6 л/га. Первое опрыскивание профилактиче-

ское 2%-ной рабочей жидкостью в фазу смыкания ботвы в рядках. Последующие обработки проводят с интервалом в 7–10 дней. Расход рабочей жидкости составляет 300 л/га.

Клубни картофеля можно обрабатывать препаратом перед закладкой на хранение с нормой расхода 0,5 л/т против сухой фузариозной, мокрой бактериальной и раневой водянистой гнилей. Расход рабочей жидкости составляет 5 л/т.

Биопестицид «Карфил». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-859Д. Титр КОЕ – не менее 1 млрд. спор/см³. Применяется для повышения иммунитета картофеля к вирусной инфекции с нормой расхода 10 мл на 1 л воды.

Рекомендованы последовательные обработки культуры 1%-ной рабочей жидкостью в период вегетации. Первая обработка проводится при пересадке в нестерильные условия для получения рассады. Расход рабочей жидкости составляет 1 л на 1000 растений. Вторая обработка – через 3 недели после посадки рассады при высоте главного побега 15–17 см. Расход рабочей жидкости равен 3 л на 1000 растений. Третья – в начале цветения. Расход рабочей жидкости равен 5 л на 1000 растений.

«Planteco» марки PhytoDoc. Препарат российского производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*. Титр КОЕ – не менее 1×10^9 см³. Используется для защиты петрушки (проточная гидропоника) от корневой гнили с нормой расхода 100 мл на 1 л воды и на 10 л торфосубстрата.

Последовательно проводят следующие обработки: первая – внесение препарата в торфосубстрат при его приготвлении перед посевом; вторая – полив растений в горшочках перед выставлением на линию проточной гидропоники.

Фитадапамога. Препарат украинского производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм 221. Титр – не менее 1×10^9 – 1×10^{10} КОЕ/мл. Предназначен для защиты капусты от слизистого и сосудистого бактериоза с нормой расхода 25 мг/кг семян путем замачивания семян в 2,5%-ной рабочей жидкости перед посевом в течение 24 ч при температуре 18–20 °С.

Вторая и последующие обработки проводятся путем опрыскивания растений в фазу 5–6 листьев, через 7–10 дней и в фазу активного роста с нормой расхода 2,5 л/га. Расход рабочей жидкости составляет 300 л/га. Возможно при указанных нормах расхода применение ПАВ Липосам 1,5 мл/кг (в первом случае) и 0,7 л/га (во втором случае).

Препарат также рекомендован для защиты огурца против пероноспороза и мучнистой росы. В данном случае проводят последовательные обработки. Первая обработка проводится с нормой расхода 25 мг/кг семян путем замачивания семян в 2,5%-ной рабочей жидкости перед посевом в течение 24 ч при температуре 18–20 °С. Возможно применение ПАВ Липосам 1,5 мл на 1 кг семян.

Вторая и последующие обработки проводятся путем опрыскивания растений 0,8%-ной рабочей жидкостью в фазу нарастания стебля и листьев, в начале цветения и роста плодов с нормой расхода 2,5 л/га. Возможно применение ПАВ Липосам 0,7 л/га.

Фитоспорин-М. Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus subtilis*, штамм 26Д. Титр живых клеток и спор – не менее 1 млрд/мл. Предназначен для защиты картофеля от ризоктониоза путем предпосевной обработки клубней. Норма расхода составляет 1 л/т. Расход рабочей жидкости – 10 л/т.

Против сухой фузариозной гнили клубни можно обработать препаратом с нормой расхода 1 л/т перед закладкой на хранение. Расход рабочей жидкости равен до 2 л/т.

На свекле сахарной препарат может применяться от кагатной гнили с нормой расхода 0,5–0,75 л/т путем опрыскивания перед закладкой корнеплодов на хранение. Расход рабочей жидкости равен 2 л/т.

Биопестицид Ксантрел. Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, содержащей спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин. В основе его лежит *Bacillus thuringiensis*, штамм БИМ В-711 Д, а также споры и продукты метаболизма бактерий *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-712Д. Титр жизнеспособных спор – не менее 0,1 млрд/см³. Предназначен для защиты картофеля от личинок колорадского жука 1–2-го возраста с нормой расхода 6 л/га путем опрыскивания 2%-ной рабочей жидкостью. Максимальное количество обработок – 4.

Против фитофтороза препарат рекомендован с нормой расхода 6 л/га путем опрыскивания 2%-ной рабочей жидкостью. Первая обработка профилактическая, последующие – по мере развития болезни. Максимальное количество обработок – 4.

На капусте против листогрызущих вредителей препарат используют с нормой расхода 6 л/га путем опрыскивания 2%-ной рабочей жидкостью в период вегетации.

При появлении первых признаков альтернариоза, фомоза на этой же культуре проводят опрыскивание растений 2%-ной рабочей жидкостью с нормой расхода 6 л/га.

Лепидоцид выпускается в виде суспензионного концентрата, представляет собой спорово-кристаллический комплекс *Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki*, штамм Z-52. Титр спор – не менее 10 млрд/мл. Препарат инсектицидного действия. Производится в Российской Федерации.

Лепидоцид предназначен для борьбы с рапсовым цветоедом путем опрыскивания в период вегетации с нормой расхода 2 л/га. Первое опрыскивание проводят в фазу бутонизации, повторно – через 7 дней. Расход рабочей жидкости составляет 300 л/га.

Биопестицид «Бетанпротектин». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, в основе которого лежит *Bacillus velezensis*, штамм БИМ В-439 Д. Титр спор – не менее 1 млрд/мл. Применяется для защиты свеклы сахарной от гнили корнеплодов в период вегетации с нормой расхода 1 л/га. Опыскивание посевов проводят в фазу 2–4 настоящих листьев. Расход рабочей жидкости составляет 200–300 л/га.

На этой же культуре с нормой расхода 0,5 л/т препарат применяют против кагатной гнили путем обработки корнеплодов, закладываемых на хранение. Расход рабочей жидкости равен 3 л/т.

Возможны последовательные обработки корнеплодов (0,5 л/т). Первую обработку проводят при их уборке, вторую – при закладке на хранение в кагаты. Расход рабочей жидкости равен 3 л/т.

На свекле столовой препарат применяют путем последовательных обработок против гнили корнеплодов. Первое опрыскивание посевов проводят в фазу 2–4 настоящих листьев (1 л/га); второе – в фазу смыкания растений в рядках (1 л/га); третье – после уборки корнеплодов перед закладкой на хранение (0,5 л/га). Расход рабочей жидкости составляет 200–300 л/га, при закладке на хранение – 5 л/т.

Препарат также рекомендован для защиты огурца защищенного грунта против корневой гнили. В данном случае проводят последовательные поливы 2%-ной рабочей жидкостью. Первый полив (профилактический) проводят после высадки растений в теплицу, последующие – с интервалом в 2–3 недели. Норма расхода препарата составляет 50 л/га. Расход рабочей жидкости равен 100 мл на растение.

На томатах защищенного грунта препарат применяют с нормой расхода 65 л/га. Проводят последовательные поливы 2%-ной рабочей

жидкостью. Первый полив (профилактический) проводят в период активного плодоношения, последующие – с интервалом в 2–3 недели. Расход рабочей жидкости – 250 мл на растение.

Биопрепарат «Мультифаг-С». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, содержащей *Disceya phage*, штамм БИМ BV-99 Д, *Pseudomonas phage*, штамм БИМ BV-101 Д, а также *Xanthomonas phage*, штамм БИМ В BV-100 Д. Титр бактериофагов – не менее 1×10^8 КОЕ/см³. Рекомендован для борьбы с некрозом сердцевины стебля, черной бактериальной пятнистостью, мокрой гнилью томатов защищенного грунта (минеральная вата) (4 мл на 200 мл воды на растение). Первый полив проводят под корень при появлении первых признаков болезни, последующие – с интервалом в 12–14 дней.

Допущен к применению на томатах защищенного грунта против тех же заболеваний с нормой расхода 20 л/га. Первое опрыскивание растений проводится при появлении первых признаков болезни, последующие – с интервалом в 12–14 дней. Расход рабочей жидкости составляет 1000 л/га.

Биоверт. Препарат российского производства, выпускаемый в виде порошка, содержащего *Lecanicillium lecanii*. Титр бластоспор – не менее 1×10^6 /г. Рекомендован для борьбы с тепличной белокрылкой на томате защищенного грунта с нормой расхода 5–7,5 кг/га. Опрыскивания проводят с интервалом в 7 дней. Расход рабочей жидкости равен 1500 л/га.

Псевдобактерин-3. Препарат российского производства, выпускаемый в виде жидкости, содержащей *Pseudomonas aureofaciens*. Титр – не менее 2×10^9 КОЕ/мл. Рекомендован для борьбы с мучнистой росой, пероноспорозом на огурцах защищенного грунта с нормой расхода 0,5 л/га. В этом случае выполняется профилактическая обработка 0,25%-ной рабочей жидкостью в фазу 4–8 настоящих листьев. Расход рабочей жидкости равен 200 л/га.

Повторно 0,3%-ной рабочей жидкостью проводят обработку при появлении первых признаков болезни с нормой расхода 1 л/га. Расход рабочей жидкости составляет 300 л/га.

Биопестицид «Экогрин». Препарат отечественного производства, выпускаемый в виде жидкости, содержащей *Pseudomonas brassicacearum*, штамм БИМ В-446. Титр клеток – не менее 1 млрд/см³.

Препарат применяется на огурце защищенного грунта (минеральная вата) против корневой гнили с нормой расхода 20–30 л/га. Проводят последовательные обработки 2%-ной рабочей жидкостью. Первый

полив рассады проводят в фазу 2–3 настоящих листьев. Расход рабочей жидкости составляет 50 мл на растение. Второй полив проводят через 3–4 суток после высадки растений в теплицу, последующие – с интервалом в 15 и 30 суток. Расход рабочей жидкости составляет 100 мл на растение. Последующие поливы после появления первых признаков болезни проводят многократно.

На этой же культуре против серой гнили проводят опрыскивание в период вегетации 2%-ной рабочей жидкостью с интервалом в 7 дней. Расход рабочей жидкости равен 600–2000 л/га.

На томатах защищенного грунта (минеральная вата) против корневой и прикорневой гнили рекомендован полив 2%-ной рабочей жидкостью (5 мл на растение) в период активного плодоношения – профилактически, до появления признаков корневой гнили. Последующие поливы проводятся с интервалом в 2–3 недели.

На зеленных культурах защищенного грунта – укроп, петрушка (проточная гидропоника) – против корневой гнили препарат допущен с нормой расхода 60 л/га. Рекомендуется обработка 2%-ной рабочей жидкостью после дезинфекции оборудования: первая – полив субстрата на 3–5-е сутки после размещения растений в рассадное отделение. Расход рабочей жидкости составляет 50 мл на растение.

Затем проводят поливы через 5 суток после выставления растений на линию проточной гидропоники и через 7 суток. Расход рабочей жидкости равен 100 мл на растение.

Препаратами на основе Аверсектина С следует обрабатывать, конечно же по возможности, при температуре около 25 °С. При снижении температуры до 15–17 °С токсичность препарата значительно снижается.

Актарофит Препарат отечественного производства, выпускается в виде концентрата эмульсии.

Рекомендован с нормой расхода 2–3 л/га на огурце защищенного грунта против паутинного клеща путем опрыскивания в период вегетации без насекомых-опылителей 0,2%-ной рабочей жидкостью с интервалом не менее 20 дней.

Актофит выпускается в виде концентрата эмульсии и рекомендован для борьбы с колорадским жуком на картофеле с нормой расхода 0,3–0,4 л/га. Опрыскивание проводят в период вегетации 1–2 раза с интервалом в 7–8 дней.

На пшенице и ячмене яровых препарат используют против злаковых тлей, трипсов, пьявиц, хлебных жуков путем опрыскивания в период вегетации с нормой расхода 1 л/га.

Рапс яровой рекомендуют опрыскивать против рапсового цветоеда, семенного скрытнохоботника, капустной моли, стручкового капустного комарика с нормой расхода 1–1,3 л/га. Последовательные опрыскивания проводят в период вегетации с интервалом в 10 дней. Расход рабочей жидкости составляет 200 л/га.

Актофит используется для опрыскивания в период вегетации 0,4%-ной рабочей жидкостью посадок капусты против капустной моли, белянок (1,2 л/га, двукратно, расход рабочей жидкости – 300 л/га).

Для защиты огурца и томата защищенного грунта от обыкновенного паутинного клеща в период вегетации проводят обработки 0,5%-ным раствором (5 л/га, двукратно, с интервалом в 10–12 дней, расход рабочей жидкости – 1000 л/га).

Питомники яблони против тлей опрыскивают в период вегетации 0,6%-ной рабочей жидкостью (1,2 л/га, двукратно, интервал между обработками – 8–10 дней).

Фитоверм. Препарат российского производства, выпускается в виде концентрата эмульсии.

Допущен к применению для борьбы с колорадским жуком на картофеле с нормой расхода 0,3–0,4 л/га. Опрыскивание проводят в период вегетации 1–2 раза с интервалом в 7–8 дней.

Для защиты огурца защищенного грунта от паутинного клеща в период вегетации проводят обработки (не более 3) 0,1%-ным раствором (1–3 л/га, двукратно, с интервалом в 5–6 дней).

В борьбе с бахчевой и персиковой тлей опрыскивание в период вегетации проводят с интервалом не менее 5–6 дней с нормой расхода 8 л/га. Расход рабочей жидкости равен 1000 л/га.

Против трипсов препарат применяют так же, как и против тлей, но норма расхода составляет 15 л/га.

На томатах, перце, баклажанах защищенного грунта от паутинного клеща в период вегетации проводят обработки 0,1%-ным раствором (1–3 л/га, двукратно, с интервалом не менее 20 дней). Расход рабочей жидкости составляет 1000–3000 л/га.

В борьбе с бахчевой и персиковой тлей опрыскивание в период вегетации проводят с интервалом не менее 5–6 дней с нормой расхода 8 л/га. Расход рабочей жидкости равен 1000 л/га.

Против трипсов препарат применяют так же, как и против тлей, но норма расхода составляет 15 л/га.

Рабочий раствор из бактериальных препаратов рекомендуется готовить следующим образом. Сначала готовят маточный раствор

в небольшой емкости, который переносят в опрыскиватель и тщательно перемешивают 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 на вредные объекты;
- 3) отсутствие специфических запахов;
- 4) возможность безопасного применения препаратов данного типа в период цветения растений и сбора урожая;
- 5) снижение плодовитости насекомых, попавших под обработку, но не погибших по каким-либо причинам.

К недостаткам относят:

1) желаемый эффект по снижению численности вредителей получают только при первичном заражении корма из-за малой вирулентности (совокупности болезнетворных свойств микробов: инфекционность, возможность проникновения в организм насекомого, способность образовывать ядовитые вещества, вызывающие болезнетворное действие) и контагиозности (заразительность 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 называются микозами. К настоящему времени описано более 530 видов энтомопатогенных грибов из четырех классов (аскомицеты, зигомицеты, хитридиомицеты 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, жесткокрылых и полужесткокрылых.

При применении грибов в виде биопрепарата (а это основной способ) заболевание, прежде чем создадут препарат, проходит три этапа:

- 1) выделение в чистую культуру;
- 2) проверка гриба на патогенность;
- 3) массовое размножение его на питательных средах.

Наиболее часто встречаемыми в природных условиях являются белый, розовый, зеленый мускардиозы.

Белый мускардиоз наиболее широко распространен среди насекомых. Эта болезнь вызывается грибами *Beauveria bassiana* Vuill., *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.

B. tenella поражает преимущественно личинки и имаго майских жуков, картофельную коровку и других насекомых.

Гриб пециломицес поражает многие виды насекомых из отрядов жесткокрылых, полужесткокрылых, чешуекрылых, перепончатокрылых, равнокрылых хоботных и двукрылых. Часто образует на насекомых длинные выросты – коремии, представляющие собой сросшиеся конидиеносцы.

Розовый мускардиоз вызывает гриб *Paecilomyces fumosoroseus* Wz., который отличается розовой окраской мицелия и спор. Этим заболеванием поражаются капустная муха, восклицательная совка, свекловичный долгоносик и многие другие вредители культурных растений.

Зеленый мускардиоз характеризуется плоским темно-зеленым грибным налетом на поверхности погибших насекомых. Возбудителем является гриб *Metarrhizium anisopliae* Sor. Поражает свекловичного долгоносика, проволочника.

Грибные заболевания не являются острозаразными 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 Беларуси для производственного применения допущен препарат «Мелобасс».

Препарат Мелобасс. Препарат отечественного производства. Представляет собой пасту, содержащую не менее 6 млрд. жизнеспособных спор в 1 г гриба *Beauveria bassiana*, штамм 10-06.

Рекомендован для опрыскивания посадок картофеля против колорадского жука в период отрождения личинок 1–2-го возрастов с интервалом в 6–8 дней (3 кг/га, двукратно).

На огурцах защищенного грунта (минеральная вата) проводят полив 1,5%-ной рабочей жидкостью в зоне корневой шейки (50 мл на растение) против личинок двукрылых вредителей (сциарид, бабочниц, береговушек) с интервалом в 21 день. Норма расхода равна 20 кг/га.

На кукурузе против стеблевого кукурузного мотылька проводят опрыскивание в период вегетации с нормой расхода 4 кг/га.

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.

Препараты на основе вирусов. Биопестицид «Мультифаг» представляет собой жидкость, содержащую вирионы *Consortium Pseudomonas phages Pf-C* с титром фагов БОЕ не менее 1 млрд/см³.

Рекомендуется он для защиты огурца открытого грунта от бактериозов путем опрыскивания в период вегетации 2%-ной рабочей жидкостью при появлении первых признаков болезни (8 л/га, трехкратно, обработки с интервалом в 7–13 дней, расход рабочей жидкости – 400 л/га).

Прямые солнечные лучи инактивируют вирусные частицы препарата, нанесенные на растения, поэтому для повышения эффективности их применения используют смачиватель ОП-7.

Антибиотики и почвенные антагонисты. Среди почвенных антагонистов наиболее изучено применение для борьбы с возбудителями заболеваний гриба рода *Trichoderma*.

По сообщению Н. С. Федоринчика (1965), первое описание триходермы было сделано Х. Г. Пирсоном в 1794 г.

Гриб воздействует на возбудителя заболевания в нескольких аспектах:

- 1) выделяет антибиотики, которые воздействуют на патоген;

2) гифы гриба, оплетая гифы патогена, нарушают обмен веществ у последнего, что приводит к его 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:

а) содействие их деятельности в природе, осуществляемое агротехническими приемами (севооборот, внесение органики и др.);

б) использование их по типу препаратов.

В Беларуси к применению допущены следующие препараты – Оргамика Ф, Триходерма Вериде 471, препарат биологический Фунгилекс, Фитолавин.

Оргамика Ф. Препарат российского производства, представляющий собой жидкость. В основе его лежит *Trichoderma asperellum*, штамм ОРФ-19. Титр – не менее 1×10^8 КОЕ/мл.

На огурце защищенного грунта против мучнистой росы, пероноспороза рекомендуют обработки растений с нормой расхода 4 л/га: профилактическая обработка 0,5%-ной рабочей жидкостью, последующие – 0,3%-ной рабочей жидкостью при появлении первых признаков болезни с интервалом в 7 дней. Расход рабочей жидкости составляет 1500 л/га.

Триходерма Вериде 471. Препарат российского производства, в основе которого лежит *Trichoderma veride*, штамм 471. Содержит не менее 1 млрд. спор/г. Представляет собой порошок.

Допущен к применению на капусте против слизистого и сосудистого бактериоза с нормой расхода 3 г на 1 л воды. Проводят последовательные обработки: предпосевное замачивание в течение 1–2 ч с последующим просушиванием в тени. Расход рабочей жидкости равен 100–150 мл на 100 г семян.

Затем проводят полив рассады под корень в фазу 2–3 настоящих листьев 0,3%-ной рабочей жидкостью. Расход рабочей жидкости составляет 0,3 л/м².

После этого проводят полив в лунку при высадке рассады на постоянное место. Расход рабочей жидкости равен 100–150 мл на растение.

И завершают опрыскиванием при появлении первых признаков болезни. Расход рабочей жидкости равен 300 л/га.

Препарат биологический Фунгилекс. Препарат отечественного производства, в основе его лежит *Trichoderma asperellum*. Выпускается в виде жидкости с титром не менее 1 млрд/мл.

Рекомендован для предпосевной обработки семян яровой тритикале с нормой расхода 2,5 л/т против корневой гнили, плесневения семян. Расход рабочей жидкости составляет 10 л/т.

На овсе с теми же регламентами препарат применяется против корневой гнили, плесневения семян, красно-бурой пятнистости.

Обработка семян льна масличного против крапчатости, фузариоза, антракноза проводится с нормой расхода 2,5–5 л/т до посева.

Кроме того, допускается опрыскивание данной культуры в период вегетации с нормой расхода 2,5–5 л/т против фузариоза, антракноза.

На бобах кормовых препарат применяют путем предпосевной обработки против альтернариоза, фузариоза с нормой расхода 8–10 л/т. Расход рабочей жидкости равен 10 л/т.

В посевах моркови столовой Фунгилекс используют против белой гнили при хранении, а также для повышения сохранности корнеплодов с нормой расхода 6 л/га. Первое опрыскивание проводят при массовом опускании нижних листьев и касании почвы, второе – за 14 дней до уборки. Расход рабочей жидкости составляет 300 л/га.

На огурце открытого грунта при высадке рассады проводят полив растений против корневой гнили из расчета 1 мл на 100 мл воды на растение. Последующие поливы проводят через 2–3 недели.

На огурце защищенного грунта проводят полив растений против корневой гнили из расчета 1 мл на 100 мл воды на растение после высадки в теплицу, второй – через 14–20 дней и третий – через 30–40 дней.

На томате открытого грунта при высадке рассады проводят полив растений против корневой гнили из расчета 1 мл на 100 мл воды на растение. Последующие поливы проводят через 2–3 недели.

На этой же культуре против серой гнили с нормой расхода 20 л/га проводят последовательные обработки. Первое опрыскивание растений проводят при первых симптомах болезни, последующие – с интервалом в 10–14 дней. Расход рабочей жидкости равен 2000 л/га.

На томате защищенного грунта против корневой гнили проводят полив растений после высадки в теплицу, второй – через 14–20 дней, последующие поливы – с интервалом в 30–40 дней. Норма расхода составляет 1 мл на 100 мл воды на растение.

На этой же культуре против серой гнили с нормой расхода 10 л/га проводят последовательные обработки. Первое опрыскивание растений профилактическое, последующие – при появлении первых признаков болезни с интервалом в 10–14 дней. Расход рабочей жидкости равен 1000 л/га.

На зеленных культурах защищенного грунта (укроп, петрушка, салат на проточной гидропонике) против корневой гнили рекомендуется внесение препарата из расчета 100 мл на 1 л воды и на 10 кг торфосубстрата. Фунгилекс вносят в торфосубстрат перед посевом семян.

Затем проводят полив рабочей жидкостью из расчета 1 мл на 50 мл воды на горшочек перед выставлением растений на линию проточной гидропоники.

Фитолавин. Препарат российского производства, выпускается в виде водорастворимого концентрата, БА-120000 ЕА/мл. В основе препарата лежит фитобактеромицин.

Применяется для борьбы с угловатой пятнистостью огурца (в условиях малообъемной гидропонии на минеральной вате) с нормой расхода 3 мл на 150 мл воды на растение. Последующие последовательные обработки проводят в виде полива растений в фазу 2–3 настоящих листьев, через 10–14 дней после высадки растений на постоянное место и через 2–3 недели; опрыскивание (40 л/га) проводят при появлении симптомов болезни в период вегетации. Расход рабочей жидкости составляет 2000 л/га.

В борьбе с бактериальным раком томата защищенного грунта (в условиях малообъемной гидропонии на минеральной вате) с нормой расхода 3 мл на 150 мл воды на растение применяют последовательные обработки: полив растений в фазу 2–3 настоящих листьев, через 10–14 дней после высадки растений на постоянное место и через 2–3 недели; опрыскивание (40 л/га) проводят в период вегетации 0,2%-ной рабочей жидкостью при появлении первых симптомов болезни.

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.

Биопрепараты 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 высушить при температуре 30–40 °С и хранить в бумажных мешках в сухом помещении при температуре 5–10 °С в течение 1–1,5 года.

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.

Чаще всего они применяются в низких концентрациях из-за их высокой активности, что дает возможность избежать фитотоксичного действия этих препаратов на защищаемое растение.

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.

В Англии, США, Японии выпускают антибиотики Агримицин, Агритеп, Фитомицин, Фитостеп, которые представляют собой смесь стрептомицина с тетрациклином, другими антибиотическими веществами и фунгицидами. Применяются они в ряде стран для борьбы с болезнями различных культур, вызываемыми бактериями из родов *Pseudomonas* и *Xanthomonas*.

Наиболее широко организовано производство и применение антибиотиков для защиты растений в Японии. Там производятся большие партии препаратов на основе продуктов жизнедеятельности актиномицетов (Бластицидин-S и заменяющий его Касугамицин) для защиты риса от пирикулярриоза.

6. НЕХИМИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С ВРЕДНЫМИ ОРГАНИЗМАМИ

Система мероприятий по защите растений – это комплекс методов и способов по снижению численности особо опасных вредных организмов, в том числе при достижении экономического порога вредоносности, по уменьшению их воздействия на растения и (или) растительную продукцию. Она включает в себя совокупность методов, применение которых оказывает неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность вредителей, возбудителей заболеваний и сорных растений.

Организационно-хозяйственные мероприятия. В связи с тем, что в последнее время все большее внимание уделяется экологиче-

ским проблемам, возрастает значение организационно-хозяйственных мероприятий. Эти мероприятия имеют профилактическую направленность и не требуют больших материальных затрат. Они сводятся к мерам, направленным на создание неблагоприятных условий для распространения и размножения вредных организмов, и включают следующие приемы.

1. Оптимизация структуры посевных площадей и насаждений. Многолетняя практика многих сельскохозяйственных предприятий показывает, что увеличение в структуре посевных площадей доли какой-либо одной культуры или нескольких культур, принадлежащих к одному и тому же ботаническому семейству, приводит через определенное время к устойчивому возрастанию численности вредителей. Так, известны случаи массового размножения капустной совки при значительном увеличении площадей, занятых под посевы гороха, повышения численности вредителей капусты при расширении посевов ярового рапса. Высокое насыщение севооборотов зерновыми культурами также приводит к массовому размножению злаковых вредителей.

2. Размещение возделываемых культур только по наиболее благоприятным почвам с оптимальным для них уровнем кислотности. Так, для озимой и яровой пшеницы наиболее оптимальными являются почвы с рН 6–7,5, озимую рожь можно возделывать на участках с повышенной кислотностью (рН 5,3–5,5).

3. Соблюдение пространственной изоляции между посевами (до 1–2 км). Это относится и к полям прошлогоднего сева. У свеклы данное мероприятие позволяет избежать заражения пероноспорозом, ржавчиной, церкоспорозом, мучнистой росой, переселения свекловичной листовой тли; у льна-долгунца – ржавчиной; клеверов – клеверным долгоносиком-семяедом, клубеньковыми долгоносиками; рапса – рапсовым цветоедом; моркови – морковной мухой.

Семенные участки размещают на расстоянии не менее 1 км от товарных посевов, благодаря чему уменьшается распространение заболеваний на овсе, ячмене, пшенице.

Более отдаленное размещение яровых зерновых культур от озимых позволяет избежать перезаражения от них мучнистой росой и ржавчиной, перезаселения злаковыми мухами.

Семенные посадки картофеля для избежания перезаражения их вирусными болезнями следует отдаленно размещать от товарных, а также приусадебных участков, картофелехранилищ, посадок пасленовых культур.

Пространственная изоляция от производственных насаждений семенных посевов многолетних бобовых и злаковых трав значительно улучшает их фитосанитарное состояние.

4. Подготовка складских помещений к приему нового урожая с обязательным проведением дезинфекции и дезинсекции.

5. Сбор и уничтожение послеуборочных остатков.

Агротехнический метод. С помощью данного метода в посевах культур поддерживается определенный фитосанитарный уровень. Он основан на проведении агротехнических мероприятий по подготовке почвы и уходу за растениями. Данный метод, с одной стороны, направлен на усиление развития растений, что способствует повышению их устойчивости к повреждениям, а с другой – на снижение поражаемости вредными объектами из-за создания неблагоприятных условий для их жизнедеятельности.

Метод не требует дополнительных затрат, в огромной мере способствует изменению экологической среды в нужную для земледельца сторону, что приводит к размножению энтомофагов и уменьшению численности вредных видов.

Из агротехнических приемов в борьбе с вредными объектами наиболее эффективны: севооборот, оздоровительные мероприятия в системе семеноводства, обработка почвы, удобрения и подкормки, сроки сева и уборки.

В системе защиты сельскохозяйственных культур агротехнические приемы имеют большое значение как профилактические мероприятия. Например, при защите льна в условиях специализации особое внимание уделяют посеву кондиционными семенами, своевременной уборке, месту в севообороте, посеву по лучшим предшественникам, качественной подготовке почвы.

Севооборот. Очень велика роль севооборота в системе агротехнических мероприятий. Растения в процессе жизнедеятельности способны выделять отдельные вещества (фитонциды), подавляющие развитие некоторых микроорганизмов. В свою очередь, микроорганизмы, развивающиеся в ризосфере культурных растений, могут выделять вещества, подавляющие жизнедеятельность последующих растений или же других микроорганизмов (антибиотики). Неблагоприятные сочетания этих процессов лежат в основе почвоутомления, от которого сильно страдают лен, клевер, горох и некоторые другие культуры.

Чередование культур в севообороте позволяет снизить запас зимующей инфекции (кила капусты, фузариоз пшеницы и др.). Зернобобовые культуры возвращают на прежнее поле не ранее чем через 3 года.

Их не следует высевать также после бобовых трав. Возбудители фузариоза и антракноза льна способны сохраняться в почве 5–6 лет, а рак картофеля и золотистая картофельная нематода – 7–10 лет.

Большое значение севооборот имеет также в борьбе с вредителями. Озимая рожь и озимая пшеница, высеянные после вико-овсяной, горохо-овсяной смесей, люпина на силос, почти не повреждаются озимой совкой.

Обработка почвы и уничтожение послеуборочных остатков.

Обработка почвы изменяет ее физические свойства – плотность, структуру, влажность, температуру, что оказывает влияние на обитающие в ней организмы.

По данным РУП «Институт защиты растений», послеуборочное лущение стерни в рекомендуемые агросроки на глубину 10–12 см и последующая за ним зяблевая вспашка с предплужниками способствуют уничтожению проволочника до 60 %. При этом уничтожается также падалица, заселенная личинками шведских мух, сорняки и возбудители заболеваний.

Тщательное выравнивание полей под озимые зерновые культуры благоприятно сказывается на их развитии: предотвращает вымокание растений и последующую поражаемость их снежной плесенью, корневыми гнилями.

При проведении зяблевой вспашки часть вредителей заделывается глубоко в почву и не может выбраться (луговой мотылек, свекловичная муха), часть выпаживается и уничтожается насекомоядными птицами, насекомыми-энтомофагами, подвергается воздействию неблагоприятных факторов внешней среды (дождь, иссушение).

Поля с высокой численностью личинок шелкоунов следует отводить под культуры позднего срока сева (гречиха, просо), что позволяет при проведении 2–3 культиваций до посева существенно снизить заселенность такими вредными объектами.

Культивация междурядий в садах приводит к гибели куколок зимней пяденицы, коконов яблонного пилильщика.

Применение микро- и макроудобрений. Органические и минеральные удобрения создают благоприятные условия для жизнедеятельности растений, повышая их иммунные силы. Известкование кислых почв снижает численность личинок шелкоунов и клубеньковых долгоносиков, создает неблагоприятные условия для корнееда свеклы, черной ножки и килы капусты. Рассев пылевидного суперфосфата позволяет бороться с голыми слизнями.

Органические удобрения улучшают физические свойства почвы, повышают ее влагоемкость, водопроницаемость. Это благоприятствует созданию нормального водно-воздушного и температурного режима, увеличению запаса элементов минерального питания, повышению устойчивости растений к вредителям и болезням.

На зерновых культурах внесение удобрений повышает их кустистость и ускоряет прохождение фаз развития. На растениях озимых зерновых культур, находящихся в фазе кущения, злаковые мухи заселяют только боковые стебли, при этом общая интенсивность повреждения посева данными вредителями уменьшается.

Оптимальные сбалансированные дозы фосфорных и калийных удобрений повышают устойчивость озимых зерновых к ржавчине и снежной плесени, кукурузы – к пузырчатой головне.

Вместе с тем при применении азотных удобрений следует учитывать, что при избытке они не только удлиняют период вегетации, задерживают прохождение фаз развития растений, но и повышают восприимчивость их к некоторым заболеваниям и вредителям (например, мучнистая роса злаковых, злаковые тли).

Внесение повышенных доз фосфорных удобрений под капусту значительно изменяет химизм растений, которые становятся менее благоприятным кормом для листогрызущих гусениц, питающихся на капусте. При этом у насекомых уменьшается плодовитость, происходит снижение их численности и вредоносности.

Использование микроэлементов способствует снижению заболеваемости растений. Так, на торфяно-болотных почвах медь значительно повышает устойчивость картофеля к фитофторозу. Внесение борных микроудобрений под свеклу позволяет избежать такого заболевания, как гниль сердечка. Применение цинка и бора уменьшает вредоносность кальциевого хлороза при возделывании льна-долгунца.

Сроки посева и уборки растений. Регулируя сроки посева, можно достичь несовпадения наиболее уязвимой фазы развития растений с периодом наибольшей вредоносности вредных организмов.

Ранние сроки посева позволяют значительно уменьшить поражаемость многих сельскохозяйственных культур болезнями. Ранние всходы яровой пшеницы и зернобобовых культур (горох, кормовые бобы) более устойчивы к фузариозным заболеваниям. При раннем посеве наблюдается более слабое поражение овса корончатой ржавчиной, яровой пшеницы – корневыми гнилями, ржавчиной, мучнистой росой, гороха – аскохитозом. Ранние сорта картофеля могут избежать такого заболевания, как фитофтороз картофеля.

Также при ранних сроках сева ко времени массового заселения посевов вредителями растения яровых зерновых, зернобобовых, льна-долгунца, ярового рапса успевают окрепнуть и приобрести устойчивость к повреждениям от злаковых мух, клубеньковых долгоносиков, льняных и крестоцветных блошек. Вместе с тем ранний посев озимых зерновых культур приводит к сильному повреждению посевов злаковыми мухами, цикадками.

В условиях ранней благоприятной весны при раннем посеве ко времени массового появления вредителей всходов растения свеклы успевают дать вторую пару настоящих листьев, при этом посевы легче переносят повреждения.

Нередко для усиления устойчивости картофеля к различным видам болезней применяется такое мероприятие, как яровизация, что ускоряет рост и развитие культуры.

Ранняя посадка раннеспелых сортов картофеля способствует проведению уборки урожая до массового развития фитофтороза.

Но в ряде случаев ранние сроки посева могут привести к более сильному поражению растений. При посадке в непрогретую почву (ниже 7 °С) отмечается значительное развитие ризоктониоза, порошистой парши картофеля, плесневение семян кукурузы и др.

Во избежание заражения семенного материала вредителями и болезнями уборку участков зерновых и зернобобовых на семенные цели начинают с краевых полос около 30 м, зерно с которых идет на фуражные цели, а масса зернобобовых (лучше в молочную спелость зерна) – на корм скоту. При запаздывании с уборкой зернобобовых культур бобы растрескиваются, при этом осыпается много семян, что приводит к увеличению зимующих вредителей.

Запаздывание со сроками уборки зерновых культур, особенно в дождливую осень, приводит к развитию фузариоза колоса.

Семенные участки с сильно полеглим стеблестоем следует исключать из числа семеноводческих, так как посевные и урожайные качества их семян резко снижаются. Исключаются из числа убираемых на семена участки, имеющие превышающую допустимые нормы пораженность болезнями.

При своевременной уборке кукурузы на силос и при низком срезе в пожнивных остатках значительно снижается численность гусениц стеблевого кукурузного мотылька.

Борьба с потерями урожая при уборке ведет к уменьшению падалицы на полях и снижает численность мышевидных грызунов, скрыт-

ностеблевых вредителей злаковых культур, зараженность ржавчиной и мучнистой росой.

Уничтожение сорняков на непроизводственных площадях. Сорные растения менее требовательны к почвенно-климатическим условиям произрастания, поэтому быстрее растут, заглушают посевы, резко снижают урожайность сельскохозяйственных культур. Многие из них являются резервуарами болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. Например, люцерновая и стеблевая совки, трипсы размножаются на вьюнке полевым. Тля, обитающая на большинстве видов сорняков, является переносчиком вирусов X, K, S, развивающихся на картофеле. Злаковые мухи (шведские, зеленоглазка, гессенская, меромиза) успешно развиваются на пырее ползучем. Пьявица, являясь вредителем зерновых культур, способна размножаться на овсяге.

Многие возбудители заболеваний (ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, пятнистости) культурных растений распространяются через сорняки.

Для мышевидных грызунов заросли сорных трав (около скотных дворов, различных построек, вдоль дорог, на межах и других участках, не занятых сельскохозяйственными культурами) служат удобным местом обитания и источником пищи даже зимой.

Селекционно-семеноводческий метод. Тщательно очищенные, отсортированные семена лучших районированных сортов должны использоваться в качестве посевного материала. Свыше 60 % всех опасных заболеваний сельскохозяйственных культур передаются с семенами или посадочным материалом.

Своевременное выявление зимующих на посевном материале возбудителей болезней и своевременное проведение соответствующих мероприятий по их оздоровлению имеют большое значение в комплексе мероприятий по защите растений.

Мероприятия по оздоровлению семян проводят при помощи очистки, сортировки, калибровки, что, помимо прочего, позволяет очистить их от примесей сорных растений, значительно увеличивающих влажность зерна (при этом создаются условия для развития болезней), а также засоряющих последующие посевы при высеве.

Система защиты сельскохозяйственных культур должна строиться вокруг сорта, который в той или иной мере может противостоять заболеваниям и вредителям. Сорта одной и той же культуры отличаются по продолжительности вегетационного периода, темпам роста, строению

покровных и механических тканей, по другим признакам, отвечающим за средообразующую роль растений в агрофитоценозе.

Например, сорт картофеля Сантэ имеет низкий стеблестой и, как следствие, лучше проветривается, за счет чего меньше вероятность закрепления возбудителя фитофтороза на растении.

Сорта пшеницы по-разному привлекают и повреждаются шведскими мухами в зависимости от кустистости, длины стебля, периода от всходов до кушения и т. д.

Устойчивость сортов зерновых культур к ржавчине связана с морфологическими и физиологическими особенностями растений. Если на листьях имеется восковой налет, установлена меньшая степень поражения данным заболеванием. Также устойчивые к этому патогену сорта имеют более тонкие стенки эпидермиса и меньшие устьица.

Механический метод. Основное направление механического метода – использование различных приемов и орудий, препятствующих передвижению, расселению вредных объектов. Основная цель проводимых мероприятий заключается в снижении численности вредных организмов, уменьшении наносимого ими вреда за счет сбора и уничтожения вредителей или пораженных заболеваниями растений или их частей.

Типичным применением данного метода являются фитопатологические прочистки – удаление на семенных участках картофеля, томатов растений, пораженных вирусными болезнями, а также черной ножкой. В садах используется удаление больных или заселенных частей растений (пораженные ржавчиной побеги яблони и груши, поврежденные калифорнийской и запятовидной щитовками ветви).

Физический метод связан с использованием токов высокой частоты, высоких и низких температур, ультразвука, радиационных излучений. Примером физического метода в сельскохозяйственном производстве является использование высоких температур в борьбе с внутренней грибной инфекцией.

Применение высоких температур для подавления внутренней инфекции семян получило название термического обеззараживания семян. К заболеваниям зерновых культур, возбудители которых проникают внутрь семян, относятся пыльная головня пшеницы и ячменя, а также гельминтоспориоз, фузариоз и бактериоз. В настоящее время термическое обеззараживание (двухфазное и однофазное) применяется главным образом для обработки семян пшеницы и ячменя против пыльной головни. Сущность двухфазного обеззараживания заключается в намачивании семян в воде при температуре 28–52 °С в течение

3–5 ч, затем в горячей воде при температуре 52 °С 8 мин или при 53 °С 7 мин. В связи с громоздкостью двухфазное обеззараживание в последнее время применяется очень ограниченно. 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.

Термическое обеззараживание действует как на внутреннюю, так и на внешнюю инфекцию, но при его применении следует соблюдать меры предосторожности от повторного заражения. Предотвратить или значительно уменьшить эти отрицательные последствия помогают дополнительное протравливание термически обеззараженных семян и посев их в хорошо подготовленную почву и в оптимальные сроки.

Термическое обеззараживание можно применять и против бактериозов и фомоза капусты путем прогревания семян в горячей воде в течение 18–20 мин.

Биологический метод. Данный метод основан на применении полезных организмов и продуктов их жизнедеятельности для регуляции численности сельскохозяйственных вредителей и плотности популяций возбудителей заболеваний культурных растений. Использование энтомофагов, гиперпаразитов, антагонистов и антибиотиков является основным направлением биологической борьбы с вредителями и болезнями растений.

Фитопатогенные микроорганизмы в большинстве случаев в процессе своего развития связаны с почвой. Именно там возбудители болезней растений чаще всего подавляются антагонистами. В первый год возделывания сельскохозяйственной культуры на каком-либо участке фитопатогенных организмов бывает мало, на растении-хозяине возбудитель сравнительно меньше подвергается воздействию антагонистов. Поэтому при повторном многократном возделывании культуры фитопатогенные организмы накапливаются в таких количествах, что антагонисты не могут достаточно сдерживать их размножение.

Исследованиями в Республике Беларусь установлено, что количество миколитических бактерий, вызывающих лизис грибов фузариума, офиоболуса (возбудителей корневых гнилей пшеницы), существенно изменяется в зависимости от культуры предшественника. В связи с этим на полях, где внедрены биологически обоснованные севообороты, болезни почвенного происхождения обычно не имеют практического значения.

В процессе специализации сельского хозяйства резко возрастает удельный вес площадей, занятых ведущей культурой, которую нередко возделывают на одних и тех же полях в течение ряда лет. Это приводит к нарушению биологического равновесия между фитопатогенными паразитами и антагонистами. В результате наблюдается сильное развитие болезней.

Непосредственное использование почвенных антагонистов в борьбе с болезнями растений осуществляется либо путем содействия их деятельности в природе, либо выделением их в культуру, массовым размножением и последующим активным применением. Содействие деятельности природных антагонистов различными агротехническими приемами (севообороты и чередование культур, внесение органических удобрений и др.) представляет собой биологический метод борьбы с болезнями в широком смысле. Выделение их в культуру, массовое размножение и активное применение для обеззараживания почвы или семян является биологическим методом борьбы в более узком смысле. Таким способом наиболее широко испытан в производственных условиях гриб триходерма.

Биопрепараты. В республике на основе бактерий, грибов, антибиотиков применяется более 30 биопрепаратов, которые разрешены к применению в стране. Практически все биопрепараты против вредителей на основе бактерий (Битоксибациллин, Бацитурин и др.) содержат в себе *Bacillus thuringiensis* (тюрингская бацилла), которая обычно живет в почве и является ее естественным обитателем. Она распространена по всему земному шару. Ее инсектицидные свойства были открыты еще в 1911 г., но до 1950 г. 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.

Грибные препараты, применяемые для борьбы с насекомыми-вредителями, представлены препаратом Боверин зерновой-БЛ. Его недостатком является то, что он не является острозаразным для насекомых и поражает только ослабленных насекомых. В связи с этим при обработке посевов против колорадского жука рекомендуется применять половинную дозу инсектицида.

При производстве препарата Триходермин-БЛ, антагониста многих фитопатогенных грибов, маточную культуру гриба выращивают на агаризованных твердых и жидких питательных средах. Для выра-

щивания грибной массы используют перегной, отходы зерна, свекловичный жом, мякину, солому, торф и различные растительные остатки.

В отличие от пестицидов антибиотики действуют избирательно, подавляя фитопатогенные бактерии и грибы и не оказывая отрицательного влияния в рекомендованных для применения нормах на рост и развитие культурных растений. Большинство антибиотиков хорошо проникает в органы и ткани растений, поэтому их действие менее зависимо от погодных условий.

Процесс инактивации антибиотиков в растениях проходит медленнее, чем в тканях животных. Однако благодаря высокой активности антибиотики могут применяться в очень низкой концентрации (сотые и тысячные доли процента), что позволяет исключить их токсическое действие на растения и избежать накопления остаточных количеств вредных веществ в урожае.

Существенный недостаток антибиотиков – сравнительно быстрое развитие устойчивости к ним патогенных микроорганизмов. Поэтому в Беларуси запрещено использование в растениеводстве антибиотиков, применяемых в медицинской практике.

Энтомофаги. Согласно определению, данному в словаре по биологической защите растений, энтомофаг (*entomophagous, entomophage*) – вид, употребляющий в пищу насекомых (паразиты, хищники). Существуют следующие способы применения энтомофагов: внутриареальное расселение, сезонная колонизация, интродукция и акклиматизация.

Сущность внутриареального расселения состоит в массовом переселении эффективных специализированных паразитов или хищников или же возбудителей болезней из старых очагов размещения в новые, которые возникли. В Республике Беларусь наработан опыт переселения теленомуса против кольчатого шелкопряда.

Сезонная колонизация предполагает выведение эффективных энтомофагов в биолaborаториях с последующим выпуском их в природные условия того агрофитоценоза, который подвергся поражению вредителями. Таким образом, в республике применяются трихограмма, златоглазка, фитосейулюс и некоторые другие энтомофаги.

Интродукция и акклиматизация применяются в основном для борьбы с вредными объектами, которые были завезены из-за рубежа. При этом главное подобрать на родине вредного объекта такую популяцию, которая наиболее полно соответствует условиям на новом месте обитания вредителя. Данный процесс более кратковременен по сравнению с акклиматизацией, в процессе которой энтомофаг попада-

ет под действие естественного отбора, который определяет возникновение и развитие полезных адаптаций у завезенного объекта. Таким образом, на территорию бывшего Советского Союза был ввезен хищный клоп подизус, применяемый против колорадского жука в южных районах.

Карантин растений. Включает в себя систему 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 данных объектов разнообразны, они подразделяются на два основных пути: активный и пассивный. Активный путь – перелеты или перемещения вредителей. Пассивный связан с абиотическими факторами (перенос карантинных объектов с воздушными массами, с водными течениями), а также с деятельностью человека (в связи с возросшим потоком товарооборота материально-техническими ценностями между странами мира).

Карантинные объекты для Республики Беларусь входят в «Перечень вредителей, болезней растений и сорняков, являющихся карантинными объектами, для борьбы с которыми проводятся карантинные фитосанитарные мероприятия».

Карантин растений подразделяется на внешний и внутренний.

Внешний карантин растений направлен на защиту от ввоза особо 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.

Целью внутреннего карантина растений является 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.

7. ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Мировой опыт показывает, что любая из известных систем земледелия в условиях самой высокой и перспективной формы интенсификации сельского хозяйства невозможна без организованной защиты растений как фактора, определяющего стабильно высокие урожаи. Ежегодные потери от вредителей, болезней и сорняков по-прежнему остаются достаточно большими, достигают до $\frac{1}{4}$ валового урожая, а по некоторым культурам и больше.

Развитие вредных организмов, в первую очередь вредителей и возбудителей заболеваний растений, происходит неравномерно. В зависимости от погодных, климатических, агроэкологических, антропогенных и других, нередко непредсказуемых, факторов они могут находиться в депрессии или достигать размеров эпизоотий или эпифитотий, приводя в ряде случаев к катастрофическим последствиям. В соответствии с этим и вред от них может значительно колебаться по годам. Средние цифры потерь свидетельствуют о значительных потенциальных возможностях роста урожая повреждаемых культур за счет эффективной борьбы с вредными организмами, о важном месте, которое занимает защита растений в системе мер, направленных на повышение эффективности сельскохозяйственного производства. В связи с этим без решения проблем защиты растений нельзя серьезно рассматривать задачи повышения эффективности и стабильности сельскохозяйственного производства.

Большое разнообразие вредных организмов (насекомые, клещи, нематоды, грызуны, грибы, бактерии, вирусы, сорные растения), динамичность их развития, разнообразие поражаемых культур предъявляют к защите растений особые требования.

Служба защиты растений должна быть высококвалифицированной и организационно-динамичной, располагать широким ассортиментом средств и методов защиты растений, мобильными и эффективными техническими средствами анализа фитосанитарного состояния посевов и сигнализации, высокопроизводительной техникой для обработки посевов и т. д.

В настоящее время химический метод защиты растений продолжает занимать ведущее место в защите растений, благодаря использованию средств защиты растений предотвращается основная часть потенциальных потерь.

Однако массовое применение пестицидов показало не только преимущества и перспективность, но и серьезные недостатки их широкого использования: накопление в почве, водоемах, живых организмах, возникновение устойчивых популяций вредных организмов, появление новых, экономически значимых вредителей. Поэтому необходимо постоянно проводить работу как по совершенствованию химических средств защиты растений, так и использованию альтернативных путей борьбы с вредителями, болезнями и сорняками.

Вместе с тем многочисленные исследования и практический опыт показывают, что использование отдельных, даже исключительно эффективных приемов защиты растений не может обеспечить долговременного подавления численности вредных организмов. Этого можно достигнуть лишь при систематическом комплексном применении всех доступных мероприятий по защите растений.

На данном этапе мирового развития сельскохозяйственного производства сформировался и утвердился интегрированный подход к использованию средств и методов защиты растений, который направлен на поиск и выбор селективных средств воздействия на вредные организмы, обеспечивающий максимальное сохранение и усиление естественных механизмов регуляции их численности.

Интегрированная система мероприятий включает профилактические (агротехнические, селекционные, карантинные) и истребительные (химические, биологические, физико-механические и др.) методы, взаимно дополняющие друг друга и находящиеся в тесной взаимосвязи с организационными и технологическими приемами ведения хозяйства в целях предупреждения гибели растений и потерь урожая.

Система мероприятий предусматривает проведение в определенной последовательности предупредительных и истребительных мер борьбы, направленных на подавление размножения всего комплекса основных вредителей, возбудителей болезней культурных растений и сорной растительности. При этом основным направлением является профилактика, предупреждающая массовое размножение вредных организмов.

Интегрированные системы защиты растений основываются на ряде взаимосвязанных элементов:

– высокой агротехнике, обеспечивающей получение полноценных растений, устойчивых к различным неблагоприятным условиям, включая использование специальных агротехнических приемов по профилактике и подавлению развития отдельных вредных организмов;

- возделывании сортов, устойчивых к вредителям и болезням;
- использовании приемов, сохраняющих и активизирующих деятельность природных энтомофагов и других организмов, регулирующих численность вредителей, фитопатогенов и сорняков;
- использовании активных мер подавления вредных организмов (биологических и химических) на основе детального анализа агробиоценоза при объективной оценке ожидаемого развития вредных объектов и уровня ущерба.

Современная концепция интегрированной защиты растений от вредных организмов в обязательном порядке включает понятия: биологический и экономический пороги вредоносности.

Биологический порог вредоносности – плотность популяции или степень развития вредного организма, приводящая к минимальным статистически достоверным потерям продукции растительного происхождения.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) – плотность популяции или степень развития вредного организма, при которой экономически целесообразно применять защитные мероприятия (ГОСТ 21507-2013. Защита растений. Термины и определения).

При установлении порогов вредоносности вредного организма возникает ряд трудностей, связанных с вопросом об экономически значимых потерях урожая. Многие исследователи считают целесообразным ориентироваться не на окупаемость затрат (экономические пороги вредоносности), а на хозяйственно ощутимые потери урожая (биологический порог вредоносности). В области болезней растений чаще всего используют биологический или экономический порог вредоносности, сорных растений – биологический, в области вредителей – экономический порог вредоносности. Концепция порогов вредоносности является краеугольным камнем современной практики защиты растений. Используя пороги (как биологические, так и ЭПВ), можно оптимизировать уже сложившиеся системы защиты отдельных сельскохозяйственных культур, снизить угнетающее действие средств защиты растений на окружающую среду и растения. Приведенные показатели порогов вредоносности являются ориентиром для определения целесообразности проведения химических обработок. Они привязаны к основным единицам учета, принятым в системах мониторинга вредных объектов. В настоящее время в Беларуси разработаны пороги вредоносности для большинства вредных видов в посевах сельскохозяйственных культур.

Неотъемлемой частью интегрированной защиты растений являются прогноз и сигнализация численности вредителей и болезней, на основе которых планируется рациональное применение биологических, химических и других средств защиты растений. Прогноз позволяет с различной степенью заблаговременности судить о фитосанитарном состоянии посевов и насаждений, основывается на знании закономерностей возникновения и массового размножения вредных организмов в зависимости от различных факторов, особенно от погодных условий. Различают три вида прогнозов: многолетний, долгосрочный и краткосрочный. Для агрономов хозяйств и фермеров наибольший интерес представляют два последних вида прогноза. Долгосрочный прогноз (на один наступающий вегетационный период) используют для текущего планирования и своевременной организации работ по защите растений. Краткосрочный прогноз (на срок от нескольких дней до 1 месяца), составляемый для динамичных видов, способных быстро изменять свою численность под воздействием экологических факторов окружающей среды, позволяет более точно определить фитосанитарную обстановку в агроценозе и принять решение о целесообразности проведения намеченных мероприятий или их корректировке. Разновидностью краткосрочного прогноза является сигнализация, сущность которой состоит обычно в экстренном оповещении сельскохозяйственных производителей о наступлении оптимальных сроков борьбы с конкретными вредителями и болезнями. Основная цель любых видов прогноза – сократить объемы истребительных мероприятий (в первую очередь химических), не снижая общей эффективности защиты растений.

Фитосанитарный мониторинг агробиоценозов является одним из обязательных элементов интегрированной защиты растений. Он предусматривает периодический сбор и анализ информации, по которой на основе прогноза развития и размножения сорняков, вредителей и болезней строится конкретная система защиты растений. При проведении фитосанитарного мониторинга регулярно учитывают следующие данные:

- фенологию и состояние посевов (посадок);
- распространение, фенологию, биологические особенности и динамику численности вредных организмов и их основных естественных врагов;
- поврежденность (пораженность) растений вредителями, возбудителями заболеваний и абиотическими факторами среды, засоренность сорняками;

– эффективность профилактических мероприятий, в том числе агротехнических и севооборота;

– эффективность текущих защитных мероприятий.

Видовой состав вредителей и болезней, за которыми ведется наблюдение, как правило, устанавливают заранее с учетом их вредоносности в предыдущие годы. Для заключения о фитосанитарном состоянии посевов полученные оценки численности сорняков, вредителей и болезней сопоставляют с их расчетными экономическими пороговыми вредоносности.

Основные методы учета плотности популяций вредителей: визуальный, почвенные раскопки, учет скрытых стеблевых вредителей, кошение энтомологическим сачком, учет с помощью ловушек.

Методика учета болезней зависит от типа поражения и особенностей развития заболевания. Основными элементами учета являются такие показатели, как распространенность и развитие болезни. Наблюдения осуществляют на стационарных участках и маршрутными обследованиями.

Основные методы учета сорной растительности: визуальный, количественный, количественно-весовой. Учет распространения сорных растений осуществляется при проведении систематического (сплошного) или оперативного обследований.

Для успешного выполнения мероприятий по борьбе с вредными объектами необходимо:

- 1) определить наиболее вредоносные объекты по каждой культуре;
- 2) знать биологию вредного объекта, реальный экономический уровень вредоносности с учетом складывающихся погодных условий и оценить возможные затраты на борьбу с ним;
- 3) определить вредные объекты, с которыми можно вести борьбу наиболее безопасными методами без применения ядохимикатов;
- 4) учитывать факторы, влияющие на прогноз развития вредного объекта;
- 5) вносить изменения и уточнения в существующую систему мероприятий, применяемых в текущем году;
- 6) возделывать сорта интенсивного типа, способные противостоять поражению вредным объектом;
- 7) рационально применять удобрения под сельскохозяйственные культуры;
- 8) осуществлять строгий семенной и сортовой контроль;

9) строго соблюдать севооборот, систему обработки почвы, оптимальные сроки посева, ухода за сельскохозяйственными культурами в период вегетации, сроки уборки;

10) строго соблюдать регламенты применения биологических и химических средств защиты, определив предварительно их целесообразность;

11) строго соблюдать технику безопасности и охрану труда при проведении защитных мероприятий.

Система мероприятий по интегрированной защите сельскохозяйственных культур включает следующие элементы:

1) внедрение сортов, обладающих повышенной устойчивостью к объектам, наиболее вредоносным для данной местности;

2) постоянное оздоровление посевного и посадочного материала;

3) термическую и химическую обработку семенного материала;

4) систему управления биотическими и абиотическими свойствами почвы, в которую входят:

– введение и освоение научно обоснованного севооборота;

– внесение навоза и минеральных удобрений;

– запашка сидеральных удобрений;

– искоренение сорных растений;

– обработка почвы с целью улучшения строения пахотного слоя, аэрации и влажности почвы;

– оптимальные сроки посева и посадки растений;

– агротехнические мероприятия, ограничивающие развитие вредных организмов в период вегетации;

5) применение химических средств защиты растений против вредителей и возбудителей болезней, которые могут находиться на вегетирующих растениях, с соблюдением мер по недопущению загрязнения продукции остатками пестицидов;

6) карантинные мероприятия по предупреждению проникновения вредных объектов на территорию Республики Беларусь из-за рубежа.

При осуществлении химических защитных мероприятий следует учитывать, что опрыскивание льна, свеклы, рапса против блошек в начале заселения посевов можно проводить в виде краевых обработок с захватом края поля шириной 50–60 м. Проведение химической борьбы на полях, где обитают энтомофаги, ведущие хищный образ жизни, наиболее обосновано, когда они находятся в фазах развития наиболее устойчивых к действию инсектицидов. При этом чаще всего

применяют ранневесенние и поздние осенние обработки, особенно в садах. При использовании пестицидов предпочтение следует отдавать препаратам, проявляющим избирательность действия и не влияющим отрицательно на полезных насекомых, что особенно важно в интегрированных системах защиты посевов от вредных организмов.

Для предотвращения возникновения устойчивости у вредителей к инсектицидам следует соблюдать ядооборот, т. е. чередовать применение инсектицидов из разных химических классов.

В посевах овощных следует высевать культуры, обеспечивающие дополнительное питание энтомофагов (рапс, фацелия, гречиха).

Таким образом, применение интегрированного комплекса методов защиты растений от вредных организмов, адаптированного к агроландшафтным и хозяйственным условиям производства, обеспечивает оптимальное фитосанитарное состояние агроценоза и продукции сельскохозяйственных культур и экологическую безопасность окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алабушев, В. А. Сорняки и борьба с ними / В. А. Алабушев, А. А. Парфенюк, З. Н. Морозова. – Ростов н/Д : Кн. изд-во, 1982. – 128 с.
2. Баздырев, Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г. И. Баздырев. – М. : КолосС, 2004. – 327 с.
3. Бешанов, А. В. Борьба с сорняками на полях Нечерноземья / А. В. Бешанов, Г. Е. Шилов, О. С. Выдрина. – Л. : Колос, 1979. – 166 с.
4. Биологическая защита растений : учеб. / И. Т. Король [и др.]. – Минск : Ураджай, 2000. – 414 с.
5. Волчкевич, И. Г. Критический период вредоносности сорных растений в посевах лука репчатого / И. Г. Волчкевич, С. В. Сорока // Защита растений : сб. науч. тр. / Белорусский научно-исследовательский институт защиты растений ; редкол.: В. Ф. Самерсов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2005. – Вып. 29. – С. 24–28.
6. Дуктов, В. П. Энтомология : учеб.-метод. пособие / В. П. Дуктов, С. Н. Козлов, Е. В. Стрелкова. – Горки : БГСХА, 2020. – 317 с.
7. Дьяков, Ю. Т. Общая фитопатология : учеб. пособие / Ю. Т. Дьяков, С. Н. Еланский. – М. : Изд-во «Юрайт», 2024. – 230 с.
8. Защита растений в устойчивых системах земледелия : в 4 кн. Кн. 2 / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. – Торжок : Вариант, 2003. – С. 56–98.
9. Земледелие Белоруссии : учеб. пособие / С. Г. Скоропанов [и др.] ; под общ. ред. С. Г. Скоропанова. – Минск : Ураджай, 1987. – 215 с.
10. Земледелие : учеб. пособие для вузов / С. А. Воробьев [и др.] ; под ред. С. А. Воробьева. – М. : Агропромиздат, 1991. – 527 с.
11. Земледелие : задания и метод. указания для практ. занятий и самост. работы / А. А. Шелюто [и др.]. – Горки, 1991. – 21 с.
12. Земледелие. Научные основы обработки почвы : учеб.-метод. пособие / А. С. Мастеров [и др.] ; под общ. ред. А. С. Мастерова. – Минск : Эксперспектива, 2018. – 124 с.
13. Ивашенко, А. А. Защита сахарной свеклы от сорняков / А. А. Ивашенко // Защита и карантин растений. – 1998. – № 10. – С. 37–38.
14. Интегрированная защита растений : учеб. / Ю. А. Миренков [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 360 с.
15. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков : рекомендации / под ред. С. В. Сороки. – Минск : Колорград, 2017. – 235 с.
16. Исаев, В. В. Прогноз и картирование сорняков / В. В. Исаев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 192 с.
17. Козлов, С. Н. Гербология : учеб.-метод. пособие / С. Н. Козлов, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский. – Минск : Дивимакс, 2015. – 436 с.
18. Козлов, С. Н. Энтомология. Многолетние вредители и вредители плодовых и ягодных культур : учеб.-метод. пособие / С. Н. Козлов. – Горки : БГСХА, 2023. – 99 с.
19. Мальцев, А. И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней / А. И. Мальцев. – М. – Л. : Сельхозгиздат, 1962. – 52 с.
20. Миренков, Ю. А. Агроэкологические основы применения химических средств защиты растений : курс лекций / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич ; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : [б. и.], 2009. – 203 с.
21. Паденов, К. П. Сорные растения в Белоруссии / К. П. Паденов, В. Ф. Самерсов // Защита растений. – 1997. – № 1. – С. 18–19.

22. Попкова, К. В. Общая фитопатология : учеб. / К. В. Попкова. – М. : Агропромиздат, 1989. – 399 с.
23. Протасов, Н. И. Гербициды в интенсивном земледелии : учеб. пособие / Н. И. Протасов. – Минск : Ураджай, 1988. – 232 с.
24. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шерснев. – Минск : Ураджай, 1987. – 272 с.
25. Рекомендации по борьбе с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур / С. В. Сорока [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск, 2005. – С. 9–18.
26. Саскевич, П. А. Агробиологическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь / П. А. Саскевич, Ю. А. Миренков, С. В. Сорока. – Несвиж : Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2008. – 221 с.
27. Слепченко, Л. Г. Сельскохозяйственная энтомология : учеб. пособие / Л. Г. Слепченко, Д. М. Бояр, А. В. Свиридов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 288 с.
28. Сорные растения и совершенствование химического метода борьбы с ними в посевах кукурузы / А. В. Сташкевич [и др.]. – Минск : Колорград, 2020. – 314 с.
29. Сорока, С. В. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск : Колорград, 2016. – 132 с.
30. Стрелкова, Е. В. Вредители сельскохозяйственных культур. Нематоды. Слизни : учеб. пособие / Е. В. Стрелкова, В. П. Дуктов. – Минск : Экоперспектива, 2009. – 175 с.
31. Технология производства продукции растениеводства : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / И. П. Козловская [и др.] ; под ред. И. П. Козловской. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 482 с.
32. Фисюнов, А. В. Сорные растения / А. В. Фисюнов. – М. : Колос, 1984. – 320 с.
33. Цветков, С. Е. Вредители, болезни, сорняки льна и меры борьбы с ними / С. Е. Цветков, К. П. Паденов, В. К. Неофитова. – Минск : Ураджай, 1978. – 84 с.
34. Экологизированная защита растений в овощеводстве, садоводстве и виноградарстве : учеб.-практ. пособие : в 2 кн. Кн. 1 / Д. Шпаар [и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара. – СПб., 2005. – 506 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Вредители	5
1.1. Вредные насекомые	5
1.2. Нематоды, клещи и голые слизни	13
1.3. Вредные грызуны	15
2. Болезни растений	18
2.1. Понятие о болезнях растений	18
2.2. Неинфекционные болезни растений	22
2.2.1. Болезни растений, вызываемые недостатком элементов питания в почве	22
2.2.2. Болезни растений, вызываемые неблагоприятными условиями влажности	27
2.2.3. Болезни растений, вызываемые неблагоприятными температурными условиями	28
2.2.4. Болезни растений, связанные с загрязнением окружающей среды	30
2.2.5. Болезни растений, вызываемые другими абиотическими и биотическими факторами	32
2.3. Инфекционные болезни растений	32
2.3.1. Понятие о паразитизме возбудителей болезней растений и его формах	32
2.3.2. Специализация возбудителей болезней растений	34
2.3.3. Грибы как возбудители болезней сельскохозяйственных культур	35
2.3.4. Бактерии – возбудители болезней сельскохозяйственных культур	54
2.3.5. Вирусы – возбудители болезней сельскохозяйственных культур	58
2.3.6. Микоплазмы и актиномицеты – возбудители болезней сельскохозяйственных культур	63
2.4. Сопряженность патологических процессов при инфекционных и неинфекционных болезнях	65
2.5. Понятие об иммунитете растений	66
3. Сорные растения	68
3.1. Классификация сорняков	68
3.2. Требования сорных растений к местообитанию и реакции почвенного раствора	79
3.3. Роль сорных растений в агрофитоценозах	80
3.4. Взаимоотношения между сорным и культурным компонентом агрофитоценоза	87
3.5. Рост и развитие сорняков	95
3.6. Генеративное и вегетативное размножение сорняков	99
3.6.1. Генеративное размножение сорняков	99
3.6.2. Вегетативное размножение сорняков	111
4. Естественные враги насекомых	113
5. Биопрепараты	123
6. Нехимические меры борьбы с вредными организмами	141
7. Интегрированная система защиты сельскохозяйственных культур	153
Библиографический список	160

Учебное издание

Миренков Юрий Александрович
Саскевич Павел Александрович
Коготько Людмила Георгиевна и др.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АГРОХИМИЯ
И ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ**

Курс лекций

Редактор *Е. В. Ширалиева*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 04.02.2025. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 8,56.
Тираж 30 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.