

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»

С. Н. Козлов, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский

ГЕРБОЛОГИЯ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
в сфере высшего образования Республики Беларусь
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений образования,
обеспечивающих получение общего высшего образования
по специальности 6-05-0811-05 Защита растений и карантин*

Горки
БГСХА
2024

УДК 632.5(075.8)

ББК 28.5я73

К59

*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 *С. Н. Козлов*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *П. А. Саскевич*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. Р. Кажарский*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. Г. Власов*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. П. Брукиш*

Козлов, С. Н.

К59 Гербология : учебно-методическое пособие / С. Н. Козлов,
П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский. – Горки : БГСХА, 2024. –
215 с.

ISBN 978-985-882-560-7.

Дано понятие о сорных растениях. Приведены морфологические признаки и биологические особенности сорных растений. Дана подробная агробиологическая классификация сорных растений. Рассмотрены вред сорняков и их польза. Изложено влияние биотических и абиотических факторов на распространённость сорных растений. Приведены методы учета засорённости посевов и почвы, методика производственного картирования сорно-полевой растительности, методика определения вредоносности сорняков и расчёта экономического порога вредоносности.

Для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение общего высшего образования по специальности 6-05-0811-05 Защита растений и карантин.

УДК 632.5(075.8)

ББК 28.5я73

ISBN 978-985-882-560-7

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2024

1. ВВЕДЕНИЕ. ПОНЯТИЕ О СОРНЫХ РАСТЕНИЯХ

Сорными называются растения, не выращиваемые человеком для своих целей, но в течение очень длительного времени приспособившиеся к жизни на обрабатываемой почве, в посевах и наносящие им вред. Многие из этих растений в диком виде не встречаются (василек синий, куколь, костер ржаной, плевел льняной и др.).

Согласно ГОСТ 16265–89 Земледелие (термины и определения), **сорные растения (сорняки)** – это дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции.

Помимо сорняков, в посевах сельскохозяйственных культур могут встречаться другие культурные растения, и тогда они называются засорителями.

В то же время есть примеры, когда сорняки становятся культурными растениями. Так, кочуя по планете, пшеница и ячмень сопровождали человека от Передней Азии до европейского и американского континентов. Вместе с этими злаками неотступно всходил на полях сорняк – сорно-полевая рожь. Благодаря устойчивости к холодному и засушливому климату это сорное растение привлекло внимание древнего земледельца и вошло в семью хлебных культур. Подобно гадкому утенку, превратившемуся в прекрасного белого лебедя, рожь – бывший сорняк – стала ценной злаковой культурой, которая служит человеку с давних пор и по сегодняшний день.

На сельскохозяйственных угодьях можно встретить до 2000 видов сорных растений, которые появляются в самых различных сообществах. Большинство этих видов присутствует только в отдельных регионах и в очень ограниченном количестве, так что они не представляют особой конкуренции для возделываемых культурных растений. Экономическое значение для сельского хозяйства имеют примерно 60–80 видов. Как правило, речь идет о широко распространенных сорняках, которые прекрасно приспособились к меняющимся условиям, что и является причиной их большого количества. На практике наибольшее значение имеют около 20–30 видов сорняков, встречающихся в различных регионах.

Неравнозначна роль отдельных семейств цветковых растений в засоренности полей. Наибольшим количеством видов сорняков представлены семейства: Злаковые (наиболее распространенные сорняки – пырей ползучий, метлица полевая, мятлик однолетний, просо куриное,

белоус торчащий, мышей сизый, или щетинник сизый, и др.), Сложноцветные (бодяк полевой, осот полевой, тысячелистник обыкновенный, полынь обыкновенная, сушеница полевая, нивяник обыкновенный, одуванчик лекарственный, мать-и-мачеха, ромашка непахучая, галинсога мелкоцветковая, василек синий и др.), Гвоздичные (торица полевая, куколь обыкновенный, звездчатка средняя, звездчатка злаковидная и др.), крестоцветные (редька дикая, горчица полевая, желтушник левкойный, свербига восточная, пастушья сумка, гулявник лекарственный, ярутка полевая и др.), Гречишные (горец шероховатый, горец птичий, горец почечуйный, горец перечный, щавель конский и др.) и некоторые другие.

В зависимости от условий местообитания сорные растения подразделяют на пять групп без учета их принадлежности к ботаническому классу и биологической группе.

1. *Полевые (сегетальные, пашенные) сорняки.* Так как посевы культурных растений не представляют каких-либо сложных группировок, а обычно состоят из одного определенного культивируемого растения, высеваемого часто с промежутками (пропашные культуры), то это приводит к засорению их нежелательной растительностью. К ним относятся обычные засорители полевых культур (осот полевой, бодяк полевой, хвощ полевой, ярутка полевая, торица полевая, воробейник полевой, вьюнок полевой, горчица полевая, живокость полевая, мята полевая, просо куриное, щетинник сизый, щирица запрокинутая, пупавка полевая). Однако не каждое растение может стать полевым сорняком. Для этого оно должно обладать следующими особенностями: выдерживать повреждения при постоянной обработке почвы и обеспечивать совместное существование с культурными растениями с учетом того, что посевы последних чередуются по полям севооборота. Иначе говоря, все условия жизни сорного растения должны быть согласованы с условиями, создаваемыми сельскохозяйственной культурой. Например, при обработке почвы подземная часть растения была разорвана на части. Если эти части оказались способными образовывать придаточные почки и давать поросль, то такое растение будет иметь больше преимуществ стать полевым сорняком, чем другие, не обладающие этой способностью. То же самое произойдет, если при очистке зерна семена или плоды сорняка окажутся настолько близкими по форме, массе, величине, что их не удастся полностью отделить, и они будут высеяны вместе с культурой.

Видовой состав сорняков поля зависит от характера окружающих его угодий. Естественные растительные группировки, особенно луга,

всегда «обогащают» соседние поля луговыми травами, которые становятся сорняками. На засоренность полей влияют заросли сорно-мусорных растений на местах, подвергавшихся хозяйственной деятельности человека, но затем по каким-либо причинам заброшенных. Много сорняков переходит на поля с обочин дорог, краев осушительных канав, пустырей.

2. *Мусорные (рудеральные) сорняки.* К рудеральным относят высоко-стебельные, быстрорастущие, потребляющие много питательных веществ сорняки (белена черная, клоповник мусорный, лебеда раскидистая, лопух большой и др.). Они характерны для мест, которые не подвергаются постоянной обработке (приусадебные мусорные места, окраины садов, парков, дворов, окраины железных, шоссежных и грунтовых дорог). Как правило, мусорные растения достаточно хорошо защищены от уничтожения их животными или человеком: одни из них ядовитые (белена черная, дурман обыкновенный), другие жгучие (крапива двудомная), многие имеют прочные колючки (дурнишник игольчатый, бодяк полевой), иные совершенно устойчивы к вытаптыванию (горец птичий, подорожник большой). Состав мусорных сорняков отличается неопределенностью, случайностью, тогда как состав полевой группы для определенных зон носит более или менее стабильный характер. Некоторые из мусорных растений стали спутниками человека еще в отдаленные времена. Так, семена бодяка полевого, подорожника большого, горца птичьего и других растений находили при раскопках в остатках, относимых к каменному веку (к неолиту), когда человек стал вести оседлый образ жизни.

Некоторые злостные сорняки (бодяк полевой) одинаково успешно поселяются и на полях, и на мусорных местах. У ряда сорных растений наблюдаются особые полевые и мусорные формы, приспособившиеся к данным условиям произрастания. Например, у бодяка полевого имеется особая мусорная форма, которая отличается от полевой повышенной колючестью.

3. *Огородные (олерацевые) сорняки.* Предпочитают поливные и переувлажненные почвы, где выращивают овощные культуры. К данной группе относятся осот огородный, звездчатка средняя, повой заборный, гравилат огородный и др.

4. *Садовые (хортензиевые) сорняки.* Это растения, в основном обитающие на мало обрабатываемых участках садов, виноградников и ягодников (в приствольных кругах, в рядах плодовых кустарников) – гулявник лекарственный, лебеда садовая, молочай садовый и др.

5. *Сорные растения природных угодий.* К этой группе относятся засорители пойменных лугов – пратанты (лютик едкий, лютик ползучий и др.), лесов – силванты (бородавник обыкновенный, дрема лесная, мальва лесная, купырь лесной, вех ядовитый, чистец лесной и др.), заболоченных земель – палюданты (бодяк болотный, герань болотная, жерушник болотный, чистец болотный и др.).

По влиянию на человека и домашних животных выделяются следующие группы сорняков:

ядовитые сорняки, все или отдельные части которых содержат ядовитые для человека и домашних животных вещества. Например, у плевила опьяняющего и куколя обыкновенного ядовиты только семена;

вредные сорняки, наносящие животным механические повреждения своими острыми частями (овсюги), вызывающие закупорку пищеварительного тракта (бодяк полевой), придающие молоку и молочным продуктам неприятный привкус (полынь горькая);

засорители шерсти овец – люцерна малая, липучка и др.;

грубостебельные и непоедаемые животными сорные растения, имеющие много приспособлений для защиты от поедания:

- колючки и шипы (чертополохи, паслен колючий, верблюжья колючка, дурнишник колючий);
- жгучие волоски (крапива двудомная и крапива жгучая);
- опушенность (сушеница топяная);
- резкий запах (зубровка душистая);
- горький вкус (полынь горькая);
- раздражение непоедаемым растениям (крапива коноплевая);
- ядовитость (вех ядовитый, болиголов пятнистый, лютик едкий).

Таким образом, к сорнякам относятся разные растения, нежелательные для человека и домашних животных при произрастании их на местах, где человек заинтересован в выращивании растений, нужных ему.

Для большинства сорняков характерна пластичность и приспособляемость к окружающим условиям. Приспособления полевых сорняков направлены на подражание культурным растениям в сходстве побегов и стеблей, высоте растения или ярусности, одновременном созревании, неосыпаемости семян, утрате приспособления для разноса ветром, сходстве плодов и семян, однолетности, сохранении семян зимой в закромах и складах.

Многие сорняки приспособились произрастать на полях среди определенных культурных растений, превратившись в их постоянные спутники (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Специализация сорных растений

Культура	Сорные растения
Лен-долгунец	Плевел льняной, торица льняная, рыжик льняной, повилика льняная, горец льняной, куколь льняной
Яровая пшеница	Плевел опьяняющий, куколь обыкновенный, гречиха татарская, овсюг
Озимые рожь и пшеница	Костер ржаной, костер полевой, метлица полевая
Овес	Овсюг обыкновенный
Ячмень	Плевел опьяняющий, куколь обыкновенный
Клевер	Повилика клеверная, повилика полевая
Люцерна	Повилика полевая, горчак розовый
Гречиха	Гречиха татарская, редька дикая, горец вьюнковый
Просо	Щетинник сизый и зеленый, куриное просо
Соя	Паслен черный
Подсолнечник	Заразиха подсолнечная

Среди приспособительных особенностей сорняков следует остановиться на внешнем подражании (мимикрии) некоторых сорняков тем культурным растениям, среди которых им приходится произрастать. При этом подражание может выражаться в разных формах. В табл. 2 представлены примеры подражания неспециализированных сорняков культурным и другим растениям.

Т а б л и ц а 2. Примеры мимикрии неспециализированных сорняков культурным растениям

Название сорняка	Растение, которому подражает	Форма подражания
Дымянка лекарственная	Морковь посевная	Всходы
Морковь дикая	Морковь посевная	Всходы и растения первого года жизни
Торица обыкновенная	Сосна	Всходы
Щирица запрокинутая	Свекла сахарная	Всходы
Редька дикая	Редька посевная	Всходы и растения первого года жизни
Щетинник зеленый	Рыжик посевной	Семена
Манжетка обыкновенная	Земляника	Всходы и растения
Паслен черный	Соя	Растения в посевах в массе и сухие ягоды в семенах
Кипрей узколистный	Ива (кустарник)	Молодые растения по листьям
Просо куриное	Рис	Всходы, растения и семена

2. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

2.1. Морфологические признаки сорных растений

Отдел Цветковые, или Покрытосеменные, растения подразделяется на два класса: МагнолиоПСиды (*Magnoliopsida*), или Двудольные (*Dicotyledones*), и ЛилиоПСиды (*Liliopsida*), или Однодольные (*Monocotyledones*). Основные различия между ними представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Основные различия между двудольными
и однодольными растениями

Двудольные	Однодольные
Зародыш обычно с двумя семядолями, которые, как правило, прорастают надземно. Иногда зародыш с одной семядолей (например, у некоторых зонтичных); редко зародыш с тремя-четырьмя семядолями. Семядоли обычно с тремя главными проводящими пучками	Зародыш с одной семядолей, которая в большинстве случаев прорастает подземно. Семядоли обычно с двумя главными проводящими пучками
Листья обычно с перистым или реже пальчатым жилкованием, иногда жилкование дуговидное или параллельное; обычно имеются свободные концы жилок (жилкование незамкнутое). Черешок обычно ясно выражен, и листья редко имеют влагалищное основание. Листовых следов обычно один – три, иногда больше	Листья обычно с так называемым параллельным жилкованием, т. е. с более или менее параллельным расположением главных жилок, соединяющихся, однако, между собой короткими боковыми жилочками; реже жилкование дуговидное и очень редко пальчатое или перистое; свободных концов жилок, как правило, не бывает (жилкование обычно замкнутое). Листья обычно не расчленены на черешок и пластинку, часто с влагалищным основанием. Число листовых следов обычно большое
Проводящая система стебля обычно состоит из одного кольца проводящих пучков, как правило с камбием (камбий отсутствует у некоторых семейств). Во флоэме обычно имеется паренхима (отсутствует у некоторых семейств, в том числе лютиковых). Кора и сердцевина обычно хорошо дифференцированы	Проводящая система стебля обычно состоит из многих отдельных пучков или иногда из двух или большего числа колец проводящих пучков; проводящие пучки обычно лишены камбия. Во флоэме нет паренхимы. Обычно нет ясно дифференцированной коры и сердцевины
Первичный (зародышевый) корешок обычно развивается в главный корень, от которого отходят более мелкие вторичные (боковые) корни (но у многих травянистых форм корневая система мочковатая). Чехлик и эпидерма, как правило, имеют в онтогенезе общее происхождение	Первичный корешок рано отмирает, заменяясь системой адвентивных (придаточных) корней, обычно образующих мочковатую корневую систему. Чехлик и эпидерма имеют в онтогенезе разное происхождение

Двудольные	Однодольные
Древесные или травянистые растения (травянистые растения возникли из древесных)	Обычно травы, иногда вторичные древоподобные формы. Первично древесные растения отсутствуют
Цветки 5- или реже 4-членные и лишь у некоторых, преимущественно примитивных, групп бывают 3-членные (например, у кирказоновых)	Цветки обычно 3-членные, иногда 4- или 2-членные, но никогда не бывают 5-членными

Из таблицы видно, что нет ни одного признака, который служил бы резким различием между двумя классами цветковых растений. Эти классы различаются, в сущности, только комбинацией признаков, так как они еще не настолько сильно разошлись в процессе эволюции, чтобы можно было их разграничить по одному какому-нибудь признаку. Как считают ученые, ближайшие предки однодольных были, скорее всего, наземными растениями, приспособленными к постоянной или временной влажности. По мнению Дж. Бьюса (1927), ранние однодольные были болотными растениями или растениями лесной опушки. Дж. Л. Стеббинс (1974) высказывает предположение, что первые однодольные появились во влажной среде, по берегам рек и озер. По всей видимости, первичные однодольные были многолетними корневищными травами с цельными эллиптическими листьями, имеющими дуговидное жилкование, разбросанными по поперечному разрезу стебля бессосудистыми проводящими пучками с остаточным внутрипучковым камбием.

Наиболее многочисленными представителями однодольных – это злаковые растения (рис. 1).

У них вскоре после прорастания семени на поверхность почвы выходит первичный стебелек, окутанный прозрачным влагалищным листком – чехликом, или колеоптилем. Позже чехлик прорывается развивающимся

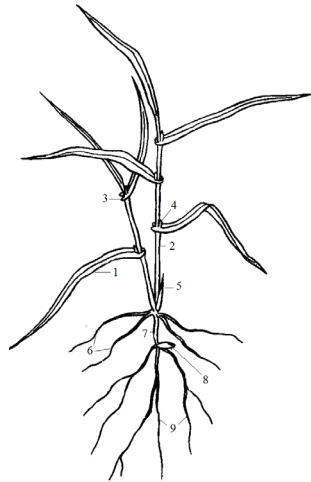


Рис. 1. Строение злакового растения: 1 – листовая пластинка; 2 – влагалище листа; 3 – ушки; 4 – язычок; 5 – колеоптиль; 6 – вторичные (придаточные) корни; 7 – мезокотиль; 8 – зерновка; 9 – первичные корни

под ним первым настоящим листом и в виде бесцветной трубочки остается в нижней части молодого растения. У одних злаков колелоптиль расположен непосредственно под щитком зародыша, у других отделяется от зародыша тонким цилиндрическим стебельком – мезокотилем (первым стеблевым междуузлем), длина которого зависит от вида, условий освещения и глубины заделки семян. При глубокой заделке семян он удлиняется, и наоборот. В верхней части мезокотиль внезапно утолщается, образуя первый стеблевой узел, из которого отходят вниз придаточные корешки. Листья у злаковых растений линейные и состоят из плоской листовой пластинки и трубчатого, но не сросшегося краями влагалища, которое облегает стебель. В месте перехода листовой пластинки во влагалище у некоторых злаков имеется пленчатый бесцветный придаток (язычок), а с внешней стороны расположены специальные выросты (ушки). Растения одного и того же вида, выросшие в условиях достаточного увлажнения, кустятся сильнее, чем растущие в засушливых условиях.

У других однодольных растений, например у осок, вначале из семени выходит влагалище семядоли, а позднее у ее основания развивается пучок длинных волосков. Затем начинается рост главного корня в длину. Проростки осок обычно имеют развитый гипокотиль (подсемядольное колено). У лилейных и пастуховых при прорастании из семени появляется единственная семядоля, позднее зеленеющая, она несет внутри при основании почечку, из которой выходит первый зеленый лист.

Больше всего среди сорных растений представителей класса двудольных. Зародыш их семени имеет две семядоли, которые при прорастании у подавляющего большинства видов располагаются супротивно (рис. 2). Между семядолями находится почечка, из нее появляются главный стебель и настоящие листья.

У большей части двудольных сорняков семядоли выносятся на поверхность почвы, но могут оставаться и под землей и тогда служат источником питательных веществ до перехода растения на самостоятельное (автотрофное) питание. Если семядоли остаются под землей, то на поверхности почвы появляется лишь первое стеблевое междуузлие (эпикотиль), выше которого развиваются сначала немногочисленные чешуевидные (бесцветные) листочки, а позднее развитые зеленые листья.

Корень, стебель и лист являются основными вегетативными органами высших растений.

Корень относится к подземным частям растения и служит для питания и укрепления его в почве. Семядоли у всходов обычно появляются на тонком стебельке – подсемядольном колене (гипокотиле).

В нижней части стеблек переходит в корешок. Граница перехода называется корневой шейкой. У всходов корнеотпрысковых многолетников после образования первых листьев на корневой шейке появляются боковые побеги, дающие новообразования. Различают два типа корневых систем – *стержневую* и *мочковатую* (рис. 3).

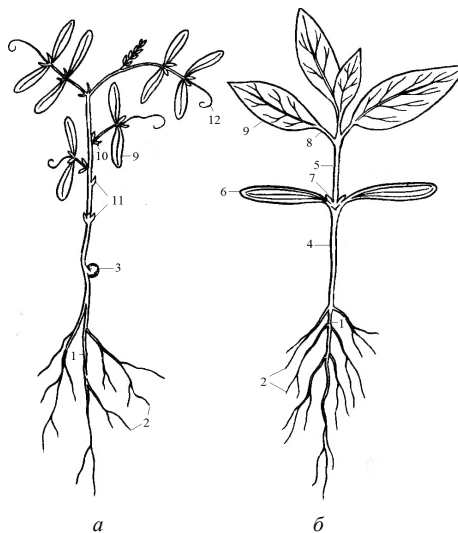


Рис. 2. Подземное (а) и надземное (б) прорастание семян двудольных сорняков: 1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – семя; 4 – гипокотиль (подсемядольное колено); 5 – эпикотиль (надсемядольное колено); 6 – семядоли; 7 – боковой побег; 8 – черешок; 9 – листовая пластинка; 10 – прилистник; 11 – чешуевидный листочек; 12 – усик



Рис. 3. Типы корневых систем сорных растений:
1 – стержневая; 2 – мочковатая

У стержневой системы четко обособлен главный корень, от которого в стороны отходят более мелкие боковые корешки. У мочковатой корневой системы нет главного корня или он слабо развит, и основную массу образуют более или менее одинаковые корни, которые отходят от корневой шейки или от основания стебля. Образуется обычно в тех случаях, когда главный корень быстро отмирает или развит незначительно.

По форме корни бывают веретеновидные, конусовидные, репчатые и клубневидные (рис. 4).

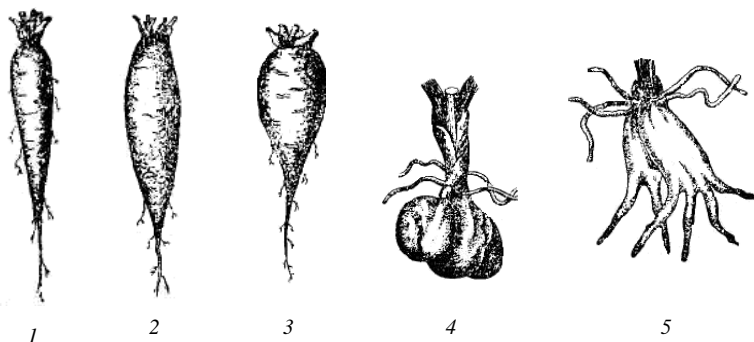


Рис. 4. Форма корней: 1 – веретеновидная; 2 – конусовидная; 3 – репчатая; 4, 5 – клубневидная

У двудольных растений главный корень, образующийся вскоре после прорастания семян, обычно сохраняется в течение всего периода развития. Лишь у некоторых корневищных и корнеотпрысковых многолетников главный корень сохраняется один год, их развитие в последующие годы протекает за счет новообразований в корневой системе.

У однодольных растений наибольшего развития достигают так называемые вторичные корни, появляющиеся из подземных (а иногда и надземных) стеблевых узлов. Злаковые корневищные сорняки возобновляются вегетативным способом за счет образования новых побегов на подземных стеблях.

Стебель – орган транспортировки и отложения питательных веществ, связывающий два органа питания – лист и корень. Существует два основных типа стеблей: *надземные* и *подземные*. В зависимости от направления роста надземные стебли могут быть прямостоячими, если они направлены вверх; восходящими (приподнимающимися), если они растут вверх, но у основания лежат горизонтально на земле; цепляю-

щимися (лазающими), когда они укрепляются за соседние растения с помощью усиков; вьющимися, когда они обвивают соседние растения, и ползучими, если они стелются по поверхности земли и укореняются в узлах (рис. 5).

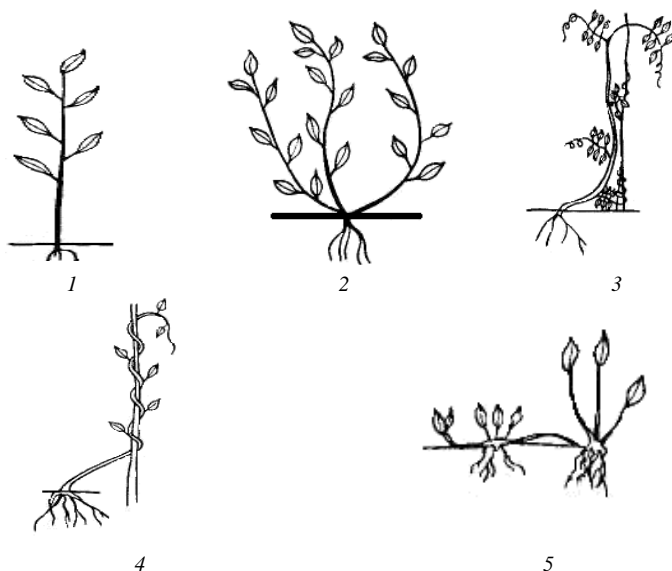


Рис. 5. Надземные стебли: 1 – прямостоячий; 2 – восходящий (приподнимающийся); 3 – цепляющийся (лазающий); 4 – вьющийся; 5 – ползучий

В окружности стебли имеют различные очертания. Они могут быть округлыми, плоскими, четырех- и многогранными, ребристыми, полыми или выполненными сердцевидной (рис. 6). Стебель злаков называется соломиной.

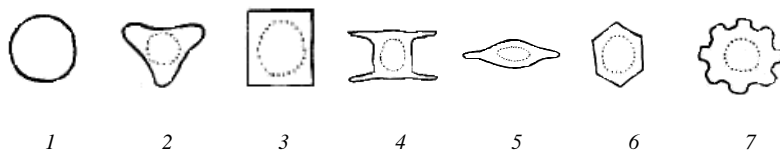


Рис. 6. Формы поперечного среза стебля: 1 – округлый; 2 – треугольный (восходящий); 3 – четырехугольный; 4 – крылатый; 5 – сплюснутый; 6 – шестигранный; 7 – ребристый

Место прикрепления листьев на стебле называется узлом, а промежуток между двумя соседними узлами – междоузлием. Угол между листом и стеблем – листовая пазуха. Стебель вместе с листьями называется побегом. Если стебель безлистный и оканчивается наверху цветком или соцветием, то тогда он называется цветочной стрелкой.

Подземные стебли – это корневища. Они по внешнему виду напоминают корень, но отличаются от него мелкими недоразвитыми чешуевидными листочками или следами от них – так называемыми листовыми рубцами. По расположению корневищ в почве они бывают горизонтальными, вертикальными, косыми и четковидными. Видоизменениями подземного стебля являются клубень (утолщенная подземная мясистая часть стебля, на поверхности которой в углублениях-пазухах недоразвитых листьев легко обнаружить пазушные почки (глазки), дающие при прорастании новые растения) и луковица (сильно укороченный подземный стебель, образующий донце, к которому прикреплены многочисленные мясистые чешуевидные листья) (рис. 7).

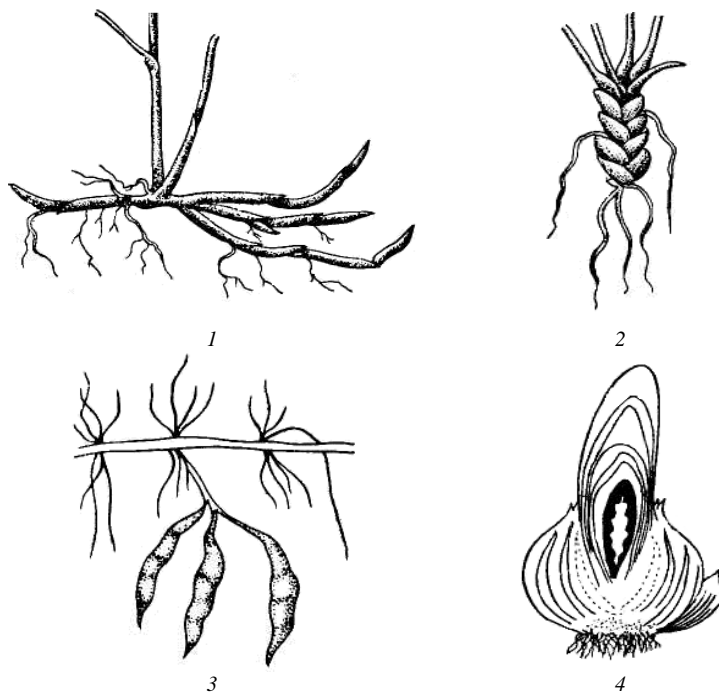


Рис. 7. Подземные стебли: 1 – горизонтальное корневище; 2 – вертикальное корневище; 3 – корневище с четковидными клубнями; 4 – луковица

Всякий побег развивается из почки. Те почки, из которых развиваются ветки с листьями, называются листовыми или вегетативными. Цветки и соцветия развиваются из цветочных, или генеративных, почек. Различают верхушечные почки, расположенные на верхушке стебля или на верхушках его ветвей, и пазушные, находящиеся в пазухах листьев, из них развиваются боковые ветви (рис. 8). Однако не все пазушные почки развиваются в боковые ветви, многие из них остаются в стадии покоя на долгое время – такие почки называются спящими. Почки, образующиеся на корнях, листьях, стеблях (но не на верхушках и не в пазухах листьев), называются придаточными.

Расположение листьев (рис. 9) может быть очередное и супротивное. Листья, расположенные вокруг стебля в виде колец, называются мутовчатыми. Молодые растения имеют характерную особенность в расположении листьев. Первые листья у всходов многих сорняков (чаще два) расположены супротивно, а последующие – поочередно; реже бывает наоборот.



Рис. 8. Почки: верхушечная и пазушные

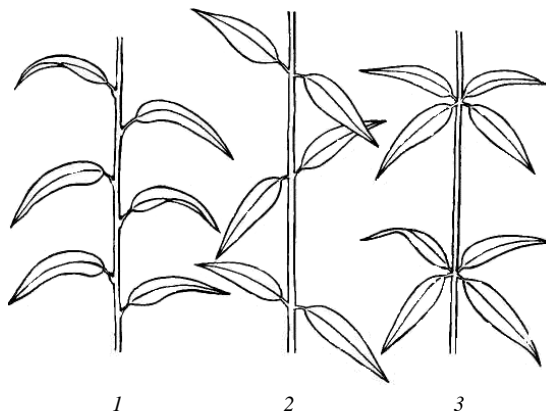


Рис. 9. Расположение листьев на стеблях сорных растений: 1 – очередное; 2 – супротивное; 3 – мутовчатое

Лист, соединенный со стеблем черешком, называется черешковым, при отсутствии черешка – сидячим. Среди сидячих отмечаются листья стеблеобъемлющие, обхватывающие стебель основанием, ушками, и полустеблеобъемлющие. Черешки по форме бывают округлыми, желобчатыми, плоскими и крылатыми. Видоизменением черешка являет-

ся влагалище листа, которое может быть рассеченным, открытым, закрытым и вздутым (рис. 10).

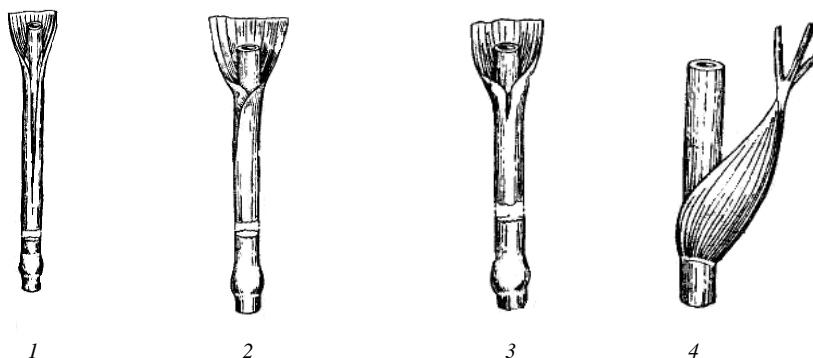


Рис. 10. Виды влагалища листа: 1 – рассеченное; 2 – открытое; 3 – закрытое; 4 – вздутое

В основании черешка могут быть прилистники – боковые, пазушные, супротивные черешку, свободные или приросшие к черешку и т. д. (рис. 11).

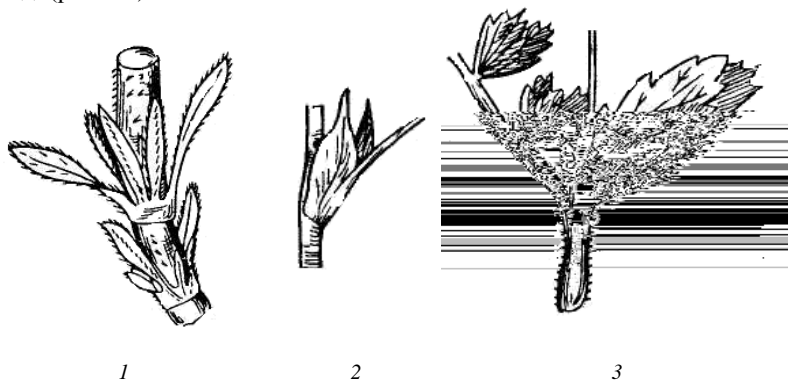


Рис. 11. Прилистники: 1 – супротивные черешку; 2 – приросшие к черешку боковые; 3 – свободные листовидные боковые

Измененной формой прилистников являются раструбы – сросшиеся прилистники, характерные для семейства гречишных. Раструбы бывают цельными, изорванными с рассеченной вершиной, пленчатыми и т. д. (рис. 12).

Листья у сорных растений бывают простые (у каждого черешка одна листовая пластинка) и сложные (черешок снабжен несколькими листовыми пластинками). Первые листья чаще всего устроены более сложно, чем семядоли, но значительно проще следующих. По степени консистенции листья делятся на тонкие, мягкие, пленчатые, кожистые, плотные, мясистые и сочные.

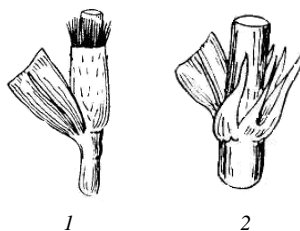


Рис. 12. Форма раструбов:
1 – цельный; 2 – рассеченный

Основные формы семядолей и пластинок листа сорных растений могут быть следующими (рис. 13): округлые – в очертании кругообразные; эллиптические или заостренно-эллиптические – в очертании имеют форму правильного эллипса; продолговатые, ланцетные, продолговато-эллиптические или широколанцетные – являются как бы продолжением эллиптической формы, но равномерно и постепенно вытянуты в длину и напоминают ромб; линейные, продолговато-линейные или линейно-ланцетные – когда края пластинок более или менее параллельны, основания нередко усеченные, а верхушки суженно-заостренные, длина в десять раз и более превышает ширину; яйцевидные (рис. 14) – имеют форму яйца; треугольные – напоминают по форме треугольник с различным соотношением сторон; лопатчатые (рис. 15) – охватывают группу с округлой, эллиптической и продолговатой формами, у основания клиновидно-суженные в более или менее широкий черешок; шиловидные – длинные, очень узкие, жесткие, верхушка пластинки с острием, в поперечном разрезе округлые; нитевидные – очень узкие, мягкие и гибкие, на верхушке часто заостренные; дутчатые – тонкие и длинные, в поперечном разрезе округлые, с полостью внутри пластинки.

Форма основания листовой пластинки может быть следующей (рис. 16): выемчатая – с небольшими углублениями у черешка; сердцевидная – с глубокими, почти треугольными выемками и двумя боковыми тупыми лопастями; почковидная – с глубокими и широкими, а также закругленными выемками у основания, ширина обычно превышает длину; клиновидная – с глубокими треугольными выемками, направленными вниз лопастями; стреловидная – с глубокими треугольными выемками, направленными вниз лопастями; оттянутая – края пластинок книзу более вытянутые, чем у стреловидного основания; копьевидная – боковые лопасти пластинки направлены перпендикулярно черешку или слегка приподняты кверху.

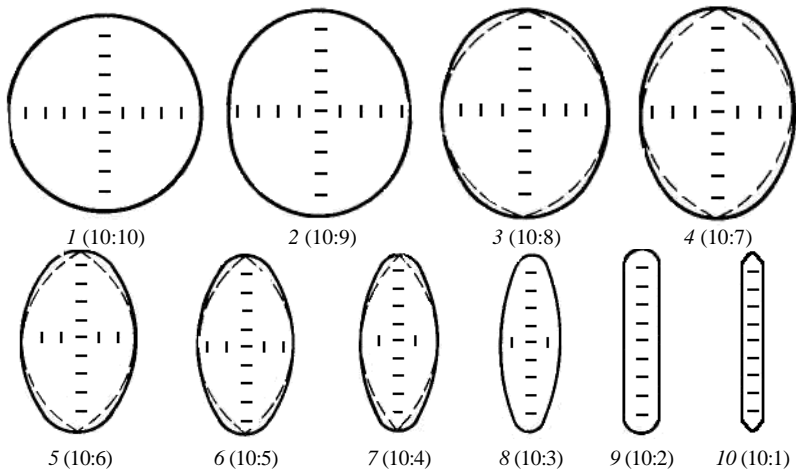


Рис. 13. Шаблоны основных форм семядолей и пластинок листьев: 1, 2 – округлые; 3–6 – эллиптические; 7 – продолговато-эллиптические и широколанцетные; 8 – ланцетные; 9 – продолговатые; 10 – продолговато-линейные и линейно-ланцетные (в скобках указано отношение длины к ширине, пунктиром показаны формы листьев с заостренной верхушкой и основанием)

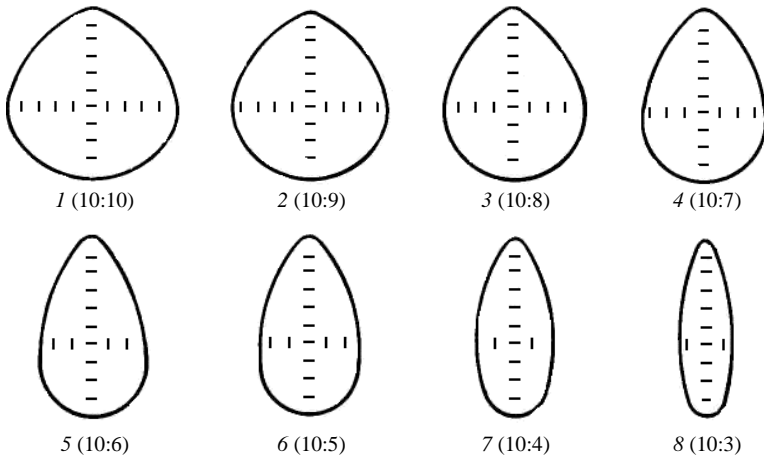


Рис. 14. Шаблоны яйцевидных форм семядолей и пластинок листьев: 1, 2 – округло-яйцевидные; 3 – широкояйцевидные; 4–6 – яйцевидные; 7 – продолговато-яйцевидные; 8 – узкояйцевидные (в скобках указано отношение длины к ширине)

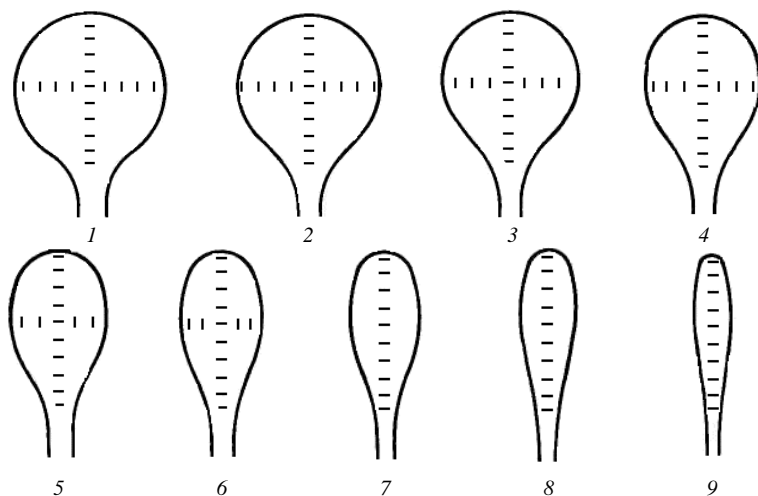


Рис. 15. Шаблоны лопатчатых форм семядолей и пластинок листьев:
 1, 2 – округло-лопатчатые; 3 – широколопатчатые; 4–6 – лопатчатые;
 7, 8 – продолговато-лопатчатые; 9 – линейно-лопатчатые

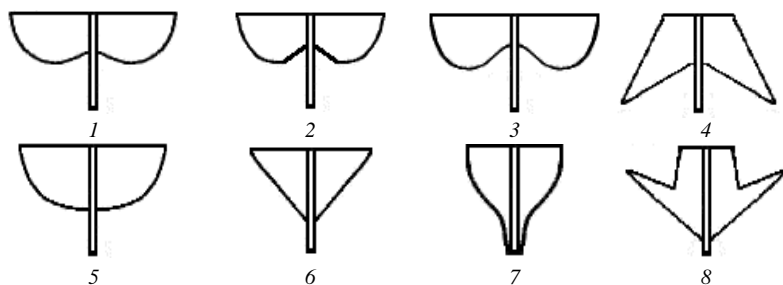


Рис. 16. Формы основания листовой пластинки: 1 – выемчатое;
 2 – сердцевидное; 3 – почковидное; 4 – стреловидное; 5 – округлое;
 6 – клиновидное; 7 – оттянутое; 8 – копьевидное

Форма верхушки листовых пластинок может быть следующей (рис. 17): острая – кверху постепенно сужена под острым углом; тупая – с широко закругленными верхушками; выгрызенная – с неровными вырезами на верхушке; выемчатая – с различной глубины выемкой; остроконечная – закругленная верхушка имеет шиловидный выступ; колючая – посередине закругленной верхушки колючка; заостренная – закругленная верхушка слегка заострена; притупленная – округлая.

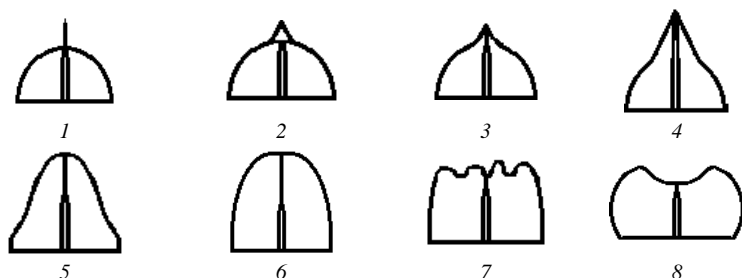


Рис. 17. Основные формы верхушки листовой пластинки:
 1 – остроконечная; 2 – колючая; 3 – заостренная; 4 – острая;
 5 – притупленная; 6 – округлая; 7 – выгрызенная; 8 – выемчатая

Листовая пластинка (рис. 18) может быть цельнокрайней, т. е. иметь края без надрезов.

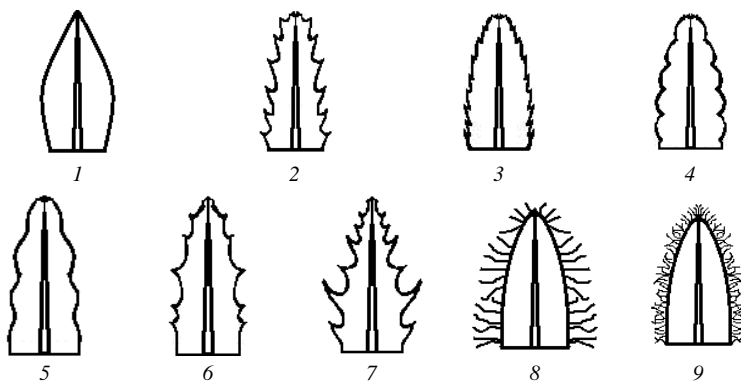


Рис. 18. Основные типы края листовой пластинки: 1 – цельнокрайний;
 2 – зубчатый; 3 – пильчатый; 4 – городчатый; 5 – волнистый; 6 – выемчатый;
 7 – шиловидный; 8 – реснитчатый; 9 – волосистый

Если надрезы составляют менее половины полупластинки, то по характеру этих надрезов различают листья: зубчатые – с острыми, попеременно или вперед направленными зубчиками и закругленными выемками; пильчатые – то же, что и зубчатые, но выемки острые и направлены в одну сторону; городчатые – выемки острые, а зубцы полукруглые, тупые; волнистые – края волнообразно изогнутые; выемчатые – выемки неровные, закругленные, с островатыми зубчиками; ши-

поватые – то же, что и выемчатые, но с шиловидными выростами на концах зубчиков; реснитчатые – края с редко разбросанными тонкими и длинными волосками; волосистые – то же, что и предыдущие, но с густыми короткими волосками.

При более глубоких надрезах пластинка листьев может быть следующей (рис. 19): лопастная – надрезы тупые и доходят примерно до половины полупластинок (части листа между вырезанными участками называются лопастями); раздельная – надрезы заходят дальше половины полупластинки (участки между надрезами называются долями); рассеченная – надрезы доходят до средней жилки (участки между ними называются сегментами). В зависимости от количества и формы лопастей, долей и сегментов листья могут быть тройчато-, пальчато- и перистолопастные, -раздельные, -рассеченные.

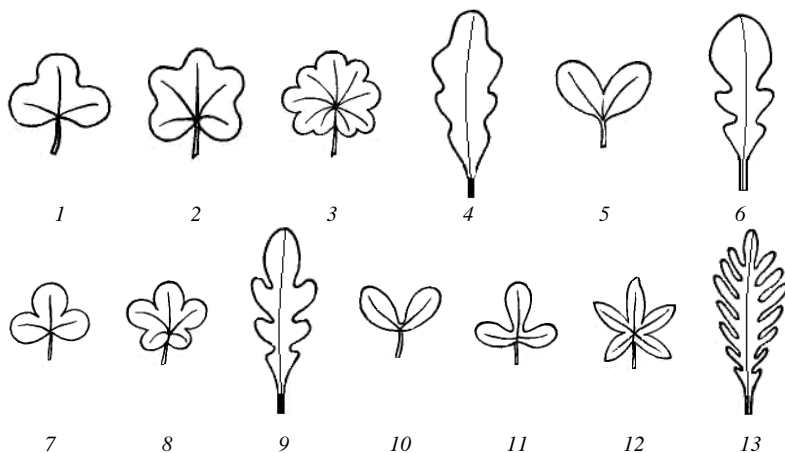


Рис. 19. Основные формы лопастных, раздельных и рассеченных листовых пластинок: 1 – трехлопастная; 2 – пятилопастная, или пальчатолопастная; 3 – многолопастная; 4 – перистолопастная; 5 – двураздельная; 6 – лировидно-раздельная; 7 – трехраздельная; 8 – пятираздельная, или пальчатораздельная; 9 – перистораздельная; 10, 11 – дву- и трехрассеченная; 12 – пятирассеченная, или пальчаторассеченная; 13 – перисторассеченная

В особую группу простых листьев (рис. 20) выделяют: лировидные – перистолопастные с круглой верхушечной и уменьшающимся книзу боковыми лопастями; струговидные – с изрезанной на косотреугольные, в верхней части крупные, а в нижней более мелкие, вниз направленные участки; гребенчатые – перистораздельные с большим числом узких и заостренных долей.

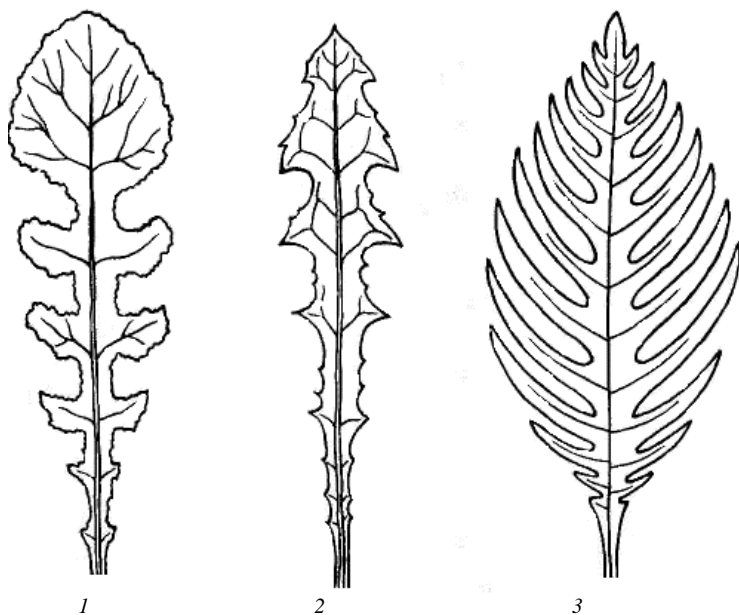


Рис. 20. Особые формы простых листьев:
 1 – лировидный; 2 – струговидный; 3 – гребенчатый

Среди сложных листьев (рис. 21) различают следующие: двойчатые, тройчатые, состоящие соответственно из двух и трех листочков; пальчатые – с нечетным числом листочков (чаще пять); перистосложные, имеющие по несколько супротивных или немного смещенных листочков с обеих сторон черешка. Они могут быть непарноперистые, когда верхушка черешка заканчивается одним листочком, и парноперистые, т. е. с двумя супротивными листочками на верхушке черешка, шпиком или колючкой между ними либо без них. В зависимости от усложненности листа бывают дву- или трехперистые. Если крупные перистые листочки чередуются с более мелкими, листья называются прерывчато-перистыми.

Жилкование семядолей и листьев – это определенное расположение сосудисто-волокнистых пучков, идущих из черешка и разветвляющихся в пластинке. Семядольные и листовые пластинки бывают одонервные (с одной главной жилкой) и многонервные (со многими главными жилками). Большинство сорных растений имеет многонервное жилкование. Типы жилкования показаны на рис. 22.

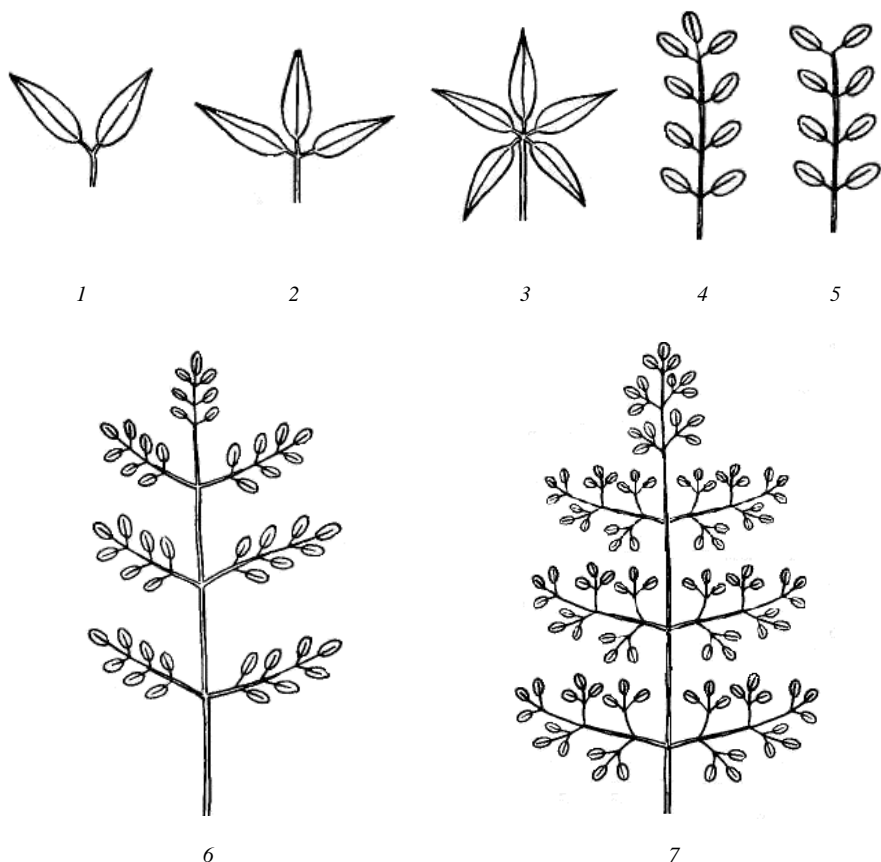


Рис. 21. Основные формы сложных листьев: 1 – двойчатый; 2 – тройчатый; 3 – пальчатый; 4 – непарноперистый; 5 – парноперистый; 6 – двуперистый; 7 – трехперистый

Поверхность семядолей, стеблей, листьев, прилистников, эпикотилья и гипокотилья, чашелистиков и венчиков у сорных растений бывает совершенно голой, покрытой восковым налетом, усеянной мучнистым слоем или опушенной. Опушение предохраняет надземные органы от резких изменений во внешней среде.

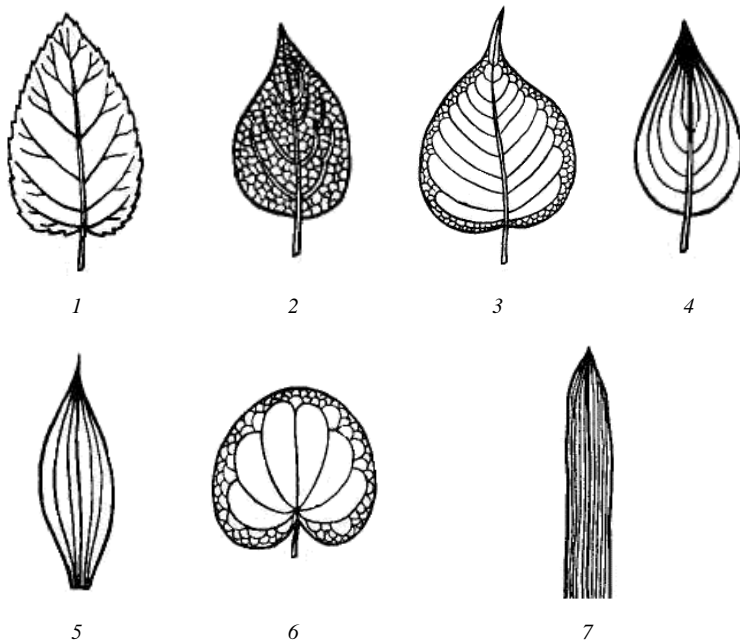


Рис. 22. Типы жилкования листьев: 1 – краебежный; 2 – перистосетчатый; 3 – перистоветвистый; 4 – перистодуговидный; 5 – дуговидный; 6 – пальчатопетлистый; 7 – параллельный

Опушение может быть следующим (рис. 23): пушистое – волоски мягкие, короткие, редко разбросанные; волосистое – волоски нежные, длинные, густо или редко расположенные; мохнатое – волоски мягкие, длинные, курчавые, густо расположенные; шелковистое – волоски тонкие, блестящие, длинные, густо расположенные, прижатые и направленные в одну сторону; бархатистое – волоски мягкие, короткие, очень густо расположенные и направленные вверх; шерстистое – волоски длинные, тесно сомкнутые, слегка согнутые, отстоящие один от другого; паутинистое – волоски тонкие, длинные, переплетающиеся между собой; коротковолосое – волоски короткие, тесно сомкнутые; жестковолосое – волоски жесткие, длинные, прилегающие один к другому, вверх торчащие; шершавое – волоски длинные, плотные, жесткие, негусто расположенные, торчащие, иногда различной длины; щетинистое – волоски толстые, длинные, к основанию расширенные, на верхушке заостренные; крючковатое – волоски короткие, щетинистые,

с маленькими крючками на верхушке; звездчатое – волоски вильчато раздвоены или лучеобразно расходятся; войлочное – волоски простые и ветвистые, тесно связанные между собой.

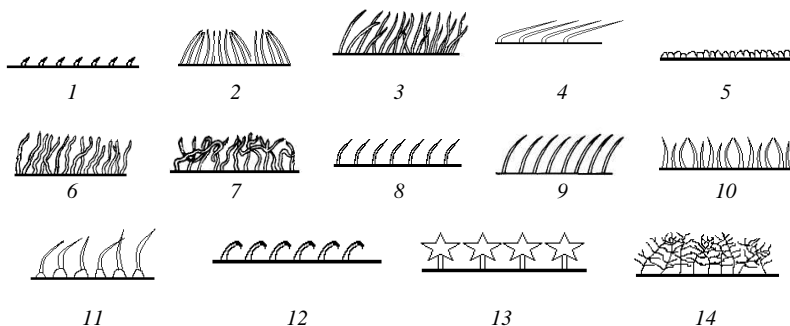


Рис. 23. Основные типы опушения: 1 – пушистое; 2 – волосистое; 3 – мохнатое; 4 – шелковистое; 5 – бархатистое; 6 – шерстистое; 7 – паутинистое; 8 – коротковолосое; 9 – жестковолосое; 10 – шершавое; 11 – щетинистое; 12 – крючковатое; 13 – звездчатое; 14 – войлочное

Цветок – видоизмененный побег, являющийся у растений органом размножения. Он развивается из цветочных почек и бывает одиночным, или же несколько цветков может быть собрано в соцветие. В зависимости от расположения цветка и соцветия они могут быть верхушечными, т. е. расположенными на верхушках стебля или боковых веток, и пазушными, расположенными в пазухах листьев. Часть стебля, несущая цветок, называется цветоножкой, а часть, несущая соцветие, – цветоносом. Продолжение части стебля в соцветии – ось соцветия. Уменьшенные и видоизмененные верхние листья, приближенные к цветкам или соцветиям, называются прицветниками. Верхняя часть стебля или цветоножки, к которой прикреплены все части цветка, называется цветоложем. Оно может иметь различную форму и быть плоским, выпуклым или вогнутым, расширенным. Чашевидно расширенное полое цветоложе с приросшими к нему основаниями лепестков околоцветника и тычинок называется гипантием (обычно у семейства Розоцветные).

В цветке различают чашечку, венчик, пестики и тычинки. Чашечка вместе с венчиком образует околоцветник, который может быть простым, если он состоит из одинаковых зеленых или окрашенных листочков, и двойным, если его наружные листочки (чашелистики) зеленеют и образуют чашечку, а внутренние окрашенные (лепестки) обра-

зуют венчик. Ярко окрашенный простой околоцветник называется венчикоидным, а зеленоватый, более похожий на чашечку, – чашечкоидным.

По своему расположению на цветоножке чашечка представляет собой первый наружный круг цветка и состоит из нескольких чашелистиков различной формы – шиловидных, ланцетовидных, большей частью травянистых, окрашенных в зеленый цвет; иногда они бывают окрашены и в другие, более яркие цвета. Чашелистики могут быть свободными или сросшимися и образовывать раздельнолистную или спайнолистную чашечку. Чашечка бывает правильной, если все чашелистики одинаковые; если же они различаются по величине и форме, то чашечка называется неправильной и может быть колокольчатой, шлемовидной, бокаловидной, двугубой и т. д. Иногда она бывает в виде хохолка из волосков или же совсем отсутствует. Иногда чашечка имеет подчашие, образованное мелкими прицветничками, сидящими у основания чашечки, они могут быть или свободными, или сросшимися между собой и чашечкой.

Венчик составляет второй круг видоизмененных листьев на цветоножке и состоит из лепестков, окрашенных в яркие цвета, привлекающие насекомых и содействующие опылению. Он может быть раздельнолепестным, если лепестки его свободны, и сростнолепестным, если лепестки срастаются между собой. Свободные лепестки состоят из верхней расширенной части – пластинки – и более узкой нижней части – ноготка. Спайнолепестный венчик состоит из нижней спаянной части – трубочки – и верхней свободной – отгиба. Место перехода из трубки в отгиб называется зевом. По расположению отдельных частей венчик может быть правильным (актиноморфным), если все его лепестки, расположенные по кругу, одинаковы и цветок можно разделить через центр во всех направлениях на две равные части. У неправильного (зигоморфного) венчика отдельные части различны по размерам и форме, и по цветку можно провести только одну плоскость симметрии.

По форме различают колокольчатый, воронковидный, трубчатый, колесовидный, гвоздевидный, двугубый, мотыльковый венчики; по количеству лепестков – трех- или пятилепестный, шести- и многолепестный и, наконец, махровый. Чашечка и венчик образуют околоцветник, который является покровом для пестиков и тычинок. Следующий круг составляют тычинки. Каждая тычинка состоит из тычиночной нити различной длины и формы и пыльника, в котором развивается пыльца; пыльник соединяется с нитью при помощи связника. Иногда нить отсутствует, и тогда пыльник сидячий. Тычинки прикреплены или к цве-

толожу, или к лепесткам, они могут быть свободными или же срастаются основаниями нитей в трубку или в отдельные пучки; в некоторых случаях тычинки срастаются пыльниками в трубку, которая окружает столбик. Иногда тычинки недоразвиваются, тогда они являются бесплодными. Такие тычинки называются стаминодиями. Пестик состоит из завязи, столбика и рыльца. Завязь – нижняя расширенная полая часть, внутри которой находится одна или несколько семязпочек, из которых после оплодотворения развиваются семена. Завязь может быть одно-, двух- или многогнездной в зависимости от числа перегородок, разделяющих ее. Если тычинки и листочки околоцветника прикреплены к цветоложу под завязью, то завязь будет верхней, в случае если цветоложе охватывает завязь и листочки околоцветника и тычинки прикреплены к краям цветоложа выше нее, то такая завязь называется нижней. Полунижней или средней завязью называется такая, когда цветоложе, охватывая завязь, срастается с ней наполовину, так что верхняя часть завязи остается свободной.

Столбик представляет собой среднюю суженную часть пестика, иногда он один или их несколько, реже он отсутствует, и тогда рыльце сидячее. Рыльце является органом, воспринимающим пыльцу. Оно покрыто клейкими выделениями. Рыльце бывает различной формы – головчатое, нитевидное, звездчатое, цельное или двух-, трех- и более раздельное, лопатное. Если в цветке имеются и тычинки, и пестики, то такие цветки называются обоеполыми в отличие от цветков однополых, т. е. несущих только пестики или только тычинки. У некоторых растений одни особи несут только тычиночные цветки, а другие – пестичные, такие растения называются двудомными. Когда же на одном растении развиваются и пестичные, и тычиночные цветки, растение называется однодомным.

Цветки могут быть одиночными, но чаще собраны в соцветия. Соцветие – это ветвь растения, несущая группу цветков и видоизмененные вегетативные листья (прицветники и прицветнички), расположенные в определенном порядке. Эволюция соцветий шла в направлении увеличения количества цветков и объединения их в компактные группы, которые лучше заметны для опыляющих насекомых. Соцветия по характеру ветвления разделяют на моноподиальные и симподиальные. У моноподиальных (ботрических, рацемозных) соцветий число боковых ветвей не определено, поэтому их называют еще неопределенными. У них четко выражена главная ось, развитие цветков осуществляется в акропетальном порядке (от основания к вершине) или центростремительно, если цветки расположены в одной плоскости, как у соцветий щиток, зонтик. Симподиальные соцветия (цимозные, верху-

шечные) называют еще определенными, так как число ветвей определенное и постоянное в рамках вида. Главная ось соцветия не выражена. Цветки развиваются базипетально (от верхушки соцветия к основанию) или центробежно (от центра к периферии). Таким образом, самый старый цветок у симподиальных соцветий находится на вершине оси или в центре соцветия.

Моноподиальные соцветия подразделяются на простые и сложные. У простых соцветий цветки расположены непосредственно на оси первого порядка (сидячие) или на цветоножках. К простым моноподиальным соцветиям относятся следующие:

1) кисть – цветки на цветоножках расположены спирально на удлиненной оси в пазухах прицветников (люпин) или прицветники отсутствуют (капуста, черемуха, редька дикая, горчица полевая, свербига восточная, ярутка полевая, пастушья сумка, донник желтый, донник белый);

2) щиток – кисть, у которой цветки на цветоножках отходят от главной оси на разных уровнях. Цветки расположены в одной плоскости вследствие неравной длины цветоножек (груша, боярышник);

3) колос – многочисленные цветки сидят на удлиненной оси (подорожник большой, подорожник ланцетолистный);

4) сережка – повислый колос, т. е. колос с мягкой осью, несущий однополые цветки; после цветения соцветие обычно целиком опадает (ива, тополь);

5) початок – соцветие с утолщенной осью и сидячими боковыми цветками. Початок обычно окружен одним или несколькими листьями (аир, белокрыльник);

6) зонтик – главная ось укороченная, а цветоножки, имеющие почти одинаковую длину, выходят из очень сближенных узлов (сусак, лук, вишня);

7) головка – соцветие с укороченной, булавовидной, расширенной осью первого порядка, цветоножек или нет, или они очень короткие (клевер);

8) корзинка – соцветие с расширенной в виде диска осью и сидячими плотносжатыми цветками. Верхушечные листья скучены и образуют обертку (подсолнечник, ромашка непахучая, череда трехраздельная, бодяк полевой, осот полевой, лопух большой, мать-и-мачеха).

Моноподиальные сложные соцветия характеризуются тем, что на главной оси расположены не одиночные цветки, а простые соцветия. К ним относятся:

1) сложный колос – соцветие, на главной оси которого расположены простые колоски, состоящие из одного (ячмень) или нескольких цветков (рожь, пшеница, пырей ползучий, плевел льняной, плевел опьяняющий);

2) сложный зонтик – оси первого порядка расположены в виде зонтика и несут на себе простые зонтики. Нередко в соцветии могут быть обертки и оберточка (морковь) или только оберточка (купырь лесной, сныть обыкновенная, морковь дикая, болиголов пятнистый);

3) сложная кисть, или метелка, – главная ось соцветия несет боковые ветвящиеся удлинённые оси различных порядков, заканчивающиеся цветками (овес, овсяница, мятлик однолетний, метлица полевая, марь белая, овсюг, мужское соцветие кукурузы);

4) султан, или ложный колос, – в отличие от сложного колоса у этого соцветия цветки сидят на очень коротких цветоножках. Султан занимает промежуточное положение между колосом и метелкой, поэтому его называют колосовидной метелкой (тимopheевка, лисохвост);

5) сложный щиток, или щитковидная метелка, – оси второго порядка расположены в виде щитка, несут простой щиток, ветви которого заканчиваются цветком или соцветием (бузина, калина, рябина, тысячелистник обыкновенный);

6) сложный початок – на расширенной оси на укороченных цветоножках сидят по два цветка – плодущий и бесплодный (женское соцветие кукурузы).

Симподиальные соцветия делятся на следующие группы:

1) монохазий – рост главной оси соцветия продолжает одна боковая ось разных порядков. Монохазий встречается в виде завитков и извилин. У соцветия завиток рост главной оси продолжается боковыми осями разных порядков в одном направлении (незабудка полевая, окопник, картофель). При формировании соцветия извилина рост главной оси продолжается боковыми осями разных порядков в двух направлениях (гладиолус, манжетка, ирис);

2) дихазий (развила) – под цветком главной оси образуется две супротивные ветви (оси), заканчивающиеся цветком. В дальнейшем каждая из этих осей снова образует две супротивные ветви следующего порядка (ясколка, горичвет);

3) плейохазий (ложный зонтик) – соцветие, от главной оси которого, несущей один верхушечный цветок, образуется несколько боковых осей, расположенных мутовкой, перерастающих главную ось (молочай) и заканчивающихся цветками.

Типы соцветий, наиболее часто встречающиеся у сорняков, показаны на рис. 24.

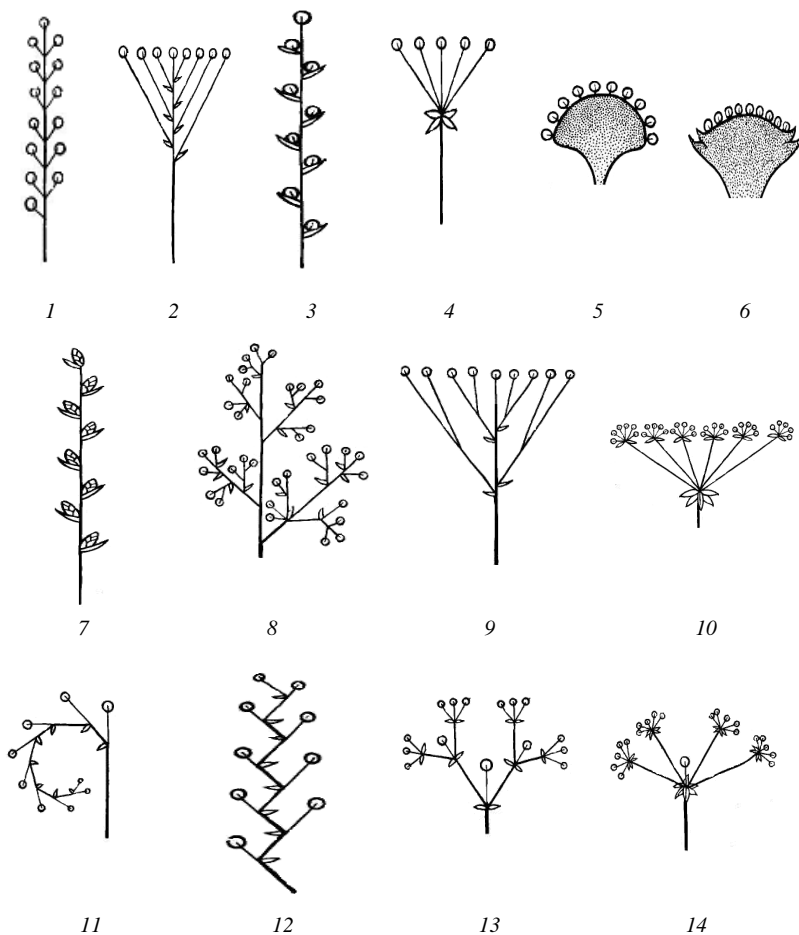


Рис. 24. Типы соцветий сорных растений: простые моноподиальные: 1 – кисть; 2 – щиток; 3 – колос; 4 – зонтик; 5 – головка; 6 – корзинка; сложные моноподиальные: 7 – сложный колос; 8 – сложный щиток; 9 – метелка; 10 – сложный зонтик; симподиальные: 11 – завиток; 12 – извилина; 13 – развилка; 14 – плейохазий (ложный зонтик)

Важнейшими органами размножения и распространения большинства сорных растений являются семена. Они образуются после оплодотворения семяпочки, покровы которой преобразуются в семенные оболочки, а зародышевый мешок – в ядро семени, представляющее собой зачаток растения в миниатюре и состоящее из первичных его органов – корешка, стебелька и почечки.

Питательная ткань семени – эндосперм – образуется в результате двойного оплодотворения и состоит из триплоидных клеток. Запасающая ткань – перисперм – является производным нуцеллуса и состоит из клеток с диплоидным набором хромосом.

Семя с эндоспермом в основном характерно для семян класса однодольных, а также некоторых двудольных (пасленовые, сельдевые, маковые). У большинства двудольных семена развиваются без эндосперма (розоцветные, бобовые, астровые). У маревых, гвоздичных, кувшинковых семена с периспермом. У таких растений, как черный перец, в семени сохраняется эндосперм и развивается перисперм и формируется семя с эндоспермом и периспермом.

В сельскохозяйственной практике иногда не придерживаются ботанических терминов, называя семенами плоды. У большинства видов сорных растений (около 65 %) органами размножения являются плоды, образующиеся в результате разрастания завязи после оплодотворения семяпочки. У остальных видов эту функцию выполняют семена, которые остаются в околоплоднике (перикарпии), образовавшемся из стенок завязи. Поэтому такие органы правильно называть плодами (орешек, семянка, зерновка и т. д.). Если в формировании околоплодника кроме стенок завязи принимают участие другие части цветка, плоды называются ложными.

В образовании плода главную роль играет гинецей, прежде всего завязь. В процессе развития плода из стенки завязи формируется стенка плода – околоплодник, или перикарпий (от греч. *peri* – около и *karpos* – плод). Перикарпий обычно составляет основную массу плода. В нем выделяют три сравнительно четкие зоны: наружную, среднюю и внутреннюю. Наружная зона называется внеплодником или экзокарпием; средняя – межплодником или мезокарпием; внутренняя – внутриплодником или эндокарпием. Наиболее четко все зоны можно различить, например, в плоде сливы или вишни: тонкий наружный слой – экзокарпий, съедобная сочная мякоть плода – мезокарпий, твердая косточка, окружающая единственное семя, – эндокарпий.

Морфогенетическая классификация основана на *типе гинецея*. По этому признаку плоды делят на четыре главных типа:

1) апокарпии – образуются из цветков с архаичным апокарпным гинецеом. Из каждого свободного пестика одного цветка формируется отдельный плодик;

2) монокарпии – возникают из цветков, имеющих монокарпный гинецей. Они генетически родственны апокарпиям и образовались в результате редукции плодолистиков до одного;

3) ценокарпии (синкарпий, лизикарпий и паракарпий) – формируются из цветков с ценокарпным гинецеом;

4) псевдомонокарпии – внешне похожи на монокарпии, но образуются из гинецея, в котором первоначально закладывается два или более плодолистика, но потом чаще развивается только один. В результате возникает одногнездная завязь с одним семязачатком.

Каждый из названных типов подразделяют на подчиненные группы в соответствии с их эволюционными тенденциями. В целом морфогенетическая классификация достаточно сложна и трудно применима при определении растений.

Поэтому наиболее приемлема искусственная классификация плодов, основанная главным образом на признаках внешней морфологии. Простой плод развивается из завязи только одного пестика (монокарпный, ценокарпный и псевдомонокарпный гинецей). Это самая многочисленная группа плодов.

Сборный, или сложный, плод формируется из завязей нескольких свободных пестиков одного цветка (апокарпный гинецей).

Соплодие – это сросшиеся в единое целое несколько или много плодов, образовавшихся из цветков одного соцветия.

В основу дальнейшей классификации простых и сборных плодов положены следующие признаки: консистенция околоплодника (сухие и сочные плоды), число семян (многосемянные и односемянные плоды), вскрывание околоплодника (невскрывающиеся и вскрывающиеся плоды), способ вскрывания, число плодолистиков, образующих плод.

Вскрывание плода – это освобождение семян до их прорастания из сухих многосемянных плодов. Вскрывание происходит продольными щелями по брюшному, спинному швам или по поверхности плодолистика. Иногда простые плоды распадаются на части. Дробные плоды распадаются продольно в плоскости срастания плодолистиков. При этом образуются односемянные мерикарпии (греч. *meros* – часть), как у многих сельдерейных и клена. Членистые плоды распадаются

поперечно в плоскости, перпендикулярной продольной оси плодолистика, в месте формирования ложных перегородок (некоторые бобовые и капустные).

Простые плоды подразделяются на коробчовидные, ореховидные, ягодовидные и костянковидные.

Коробчовидные плоды – это плоды с сухим околоплодником, многосемянные, вскрывающиеся.

Листовка – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается одной щелью по брюшному шву, семена прикрепляются вдоль брюшного шва (однолетние живокости) (рис. 25).

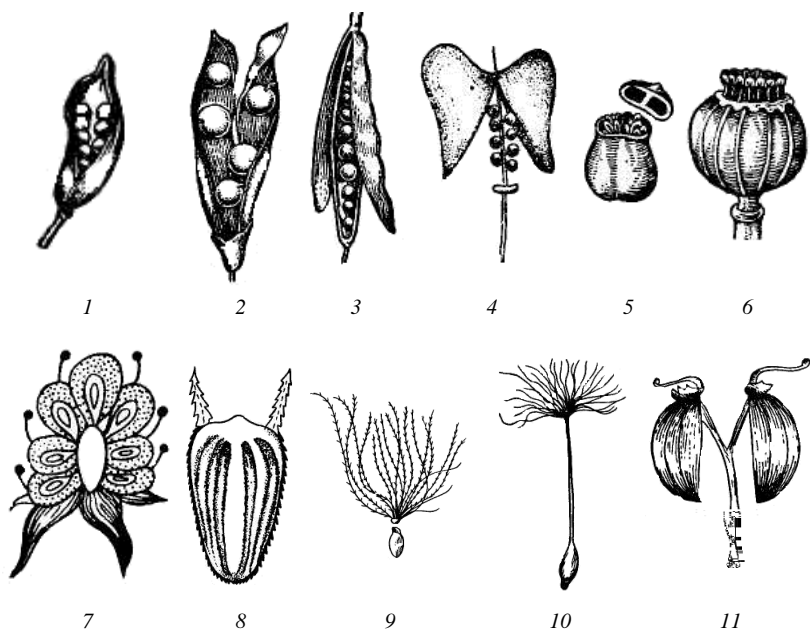


Рис. 25. Типы плодов: 1 – листовка; 2 – боб; 3 – стручок; 4 – стручочек; 5, 6 – коробочка; 7 – многокостянка; 8 – семянка с прицепками; 9, 10 – семянки с хохолком; 11 – двусемянка

Боб – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается двумя щелями по брюшному и спинному швам от верхушки к основанию. Семена прикрепляются вдоль брюшного шва (чина, люпин, горошки). При созревании две створки боба часто скручи-

ваются, разбрасывая созревшие семена. Бобы могут быть спирально закрученные (люцерна посевная), сочные не вскрывающиеся (софора японская), членистые (вязель, сераделла, копеечник), односемянные не вскрывающиеся (донник, эспарцет, люцерна хмелевая, ряд видов клевера). Генетически листовка и боб – монокарпии.

Стручок, стручочек – двугнездный плод, образованный двумя плодолистиками, сросшимися краями. Ложная перегородка формируется из выростов плаценты, по краю которой прикрепляются семена. Вскрываются они двумя швами по месту срастания краев плодолистиков от основания к верхушке (капустные). Стручочек отличается от стручка соотношением длины и ширины: у стручка длина превышает ширину в четыре раза и более (горчица, капуста, рапс), у стручочка – в два-три раза или равна ей (ярутка полевая, пастушья сумка). Стручки могут быть членистыми (редька дикая). Генетически стручок и стручочек – ценокарпии (паракарпий).

Коробочка – плод, образованный двумя и большим числом плодолистиков. По способам вскрывания, числу гнезд, расположению семян коробочки могут быть разнообразными. Они могут вскрываться зубчиками на верхушке (куколь обыкновенный), дырочками (мак), крышечкой (подорожник, белена) и створками. В последнем случае створки могут расходиться по месту срастания плодолистиков (фиалка, хлопчатник), по средней жилке плодолистиков (тюльпан, ирис, лилия). В зависимости от положения завязи в цветке и от типа гинецея коробочки бывают следующих видов: верхняя синкарпная (лилия, лук, табак, дурман, белена, льнянки), нижняя синкарпная (ирис, гладиолус), верхняя паракарпная (ива, тополь), нижняя паракарпная (любка двулистная), верхняя лизикарпная (куколь, звездчатка, вербейник, примула).

Ореховидные плоды – это плоды с сухим околоплодником, односемянные, не вскрывающиеся. Возникают они из синкарпного двух- или трехгнездного гинецея, у которого развивается только одно гнездо, остальные редуцируются, а также из паракарпного и лизикарпного гинецея. Таким образом, генетически ореховидные плоды представляют собой псевдомонокарпии.

Орех – околоплодник деревянистый, не сросшийся с кожурой семени. У лещины, или орешника, шаровидные или несколько удлинённые орехи заключены в листовидную обертку – плюску. Они формируются из нижней синкарпной завязи женского цветка, состоящей из двух плодолистиков, а плюска развивается из трех сросшихся прицветников. Орех малых размеров называют орешком (гречиха, липа, осока).

Крылатка – это орех без плюски, снабженный крыловидным придатком. Он образуется из сросшихся с околоплодником чешуевидных прицветников (береза, ольха) или сегментов околоцветника (ревень, щавель). Крылатки могут быть дробными (клен). Такой плод называют двукрылаткой.

Желудь – околоплодник менее жесткий, чем у ореха; он тонкокожий или тонкодеревянистый, не срастающийся с семенем (дуб). У желудя дуба плюска блюдцевидная. Она образована видоизмененными стерильными веточками соцветия.

Семянка – околоплодник кожистый, не срастающийся с семенем. Развивается семянка из разных типов гинецея: из синкарпного (валериановые) или паракарпного (астровые, крапивные). Завязь при этом может быть верхней (коноплевые, крапивные) или нижней (астровые, ворсянковые). Семянки многих астровых (одуванчик лекарственный, бодяк полевой) снабжены летучками, развившимися из видоизмененной чашечки.

Двусемянка – плод в зрелом состоянии распадается на две семянки.

Зерновка – околоплодник тонкий, пленчатый, реже мясистый (у некоторых бамбуков), срастающийся с кожурой семени (мятликовые). Зерновка формируется из верхней паракарпной завязи, состоящей из трех (бамбуки), а чаще из двух плодолистиков.

Ягодovidные плоды – это плоды с мясистым или сочным околоплодником, экзокарпий которого кожистый или деревянистый, большей частью многосемянные, обычно не вскрывающиеся. Возникают они из ценокарпного гинецея как с верхней, так и с нижней завязью. Таким образом, генетически ягодovidные плоды представляют собой ценокарпии.

Ягода – наиболее широко представленный тип ягодovidных плодов. Это, как правило, многосемянный плод с сочными мясистыми эндо- и мезокарпом и тонким пленчатым или кожистым экзокарпом околоплодника, в мякоть которого погружены семена. Мясистая часть ягоды не всегда образована только околоплодником. Иногда она включает в себя сильно разросшуюся ослизлившуюся сочную кожуру семян (смородина, крыжовник) или разросшиеся сочные плаценты (томат гибридный). Верхняя синкарпная ягода у винограда, актинидии, хурмы, томата; нижняя синкарпная ягода у фейхоа; нижняя паракарпная ягода у крыжовника и смородины. Изредка у ягод имеется лишь одно относительно крупное семя (барбарис, авокадо, финиковая пальма).

Тыквина – плод многих тыквенных; экзокарп жесткий, одревесневающий или кожистый; образуется из паракарпного гинецея, состоя-

щего из трех плодолистиков с нижней завязью. Мякоть плода образована мезо- и эндокарпом (дыня, огурец, тыква) или разросшимися плацентами (арбуз).

Померанец (гесперидий) – плод цитрусовых из семейства Рутовые (мандарин, апельсин, грейпфрут, лимон и др.). Он формируется из синкарпного гинецея, образованного 8–12 плодолистиками с верхней завязью. Экзокарп – желтая ткань, состоящая из наружной эпидермы, покрытой кутикулой и слоем воска и плотной субэпидермальной хлорофиллоносной паренхимы с масляными железками. По мере созревания плода хлоропласты превращаются в хромопласты, благодаря чему незрелые зеленые плоды меняют окраску на желтую и оранжевую. Аромат плодов зависит от состава эфирных масел. Мезокарп – рыхлая белая безвкусная ткань. Эндокарп пленчатый и состоит из нескольких слоев плотной паренхимы и внутренней эпидермы. Субэпидермальные клетки эндокарпа формируют соковые мешочки на длинных ножках, заполненные клеточным соком. Благодаря различной длине ножек соковые мешочки заполняют гнезда очень плотно и слипаются между собой, образуя съедобную мякоть плода.

Яблоко формируется из пестика с нижней завязью. Мякоть плода развивается главным образом из тканей цветочной трубки и в меньшей степени из тканей экзо- и мезокарпа; эндокарп кожистый, хрящеватый, образующий стенки гнезд с семенами (яблоня, груша, айва, рябина, арония, ирга).

Гранатина развивается из нижней многогнездной завязи с двумя этажами. Мякоть плода образуется из сочного наружного слоя семенной кожуры (пульпы) многочисленных семян, которая и составляет съедобную часть плода. Околоплодник и ткани цветочной трубки у зрелого плода высыхают, образуя твердую кожистую кожуру.

Костянкovidные плоды. Характерной особенностью плодов данной группы является наличие деревянистого эндокарпа (косточки) и одного семени.

Сочная костянка – нескрывающийся монокарпий с мясистым сочным съедобным мезокарпом и склерифицированным эндокарпом (косточка). Сочная костянка характерна для сливы, вишни, черешни, абрикоса, персика, алычи и др.

Сухая костянка – мезокарп в начале созревания плода мясистый, но при полном созревании полусухой или сухой, несъедобный (миндаль, облепиха). Съедобная часть плода миндаля – семя. Запасные вещества находятся в двух крупных семядолях зародыша семени; эндосперм очень тонкий, в виде пленки. Плод облепихи сочный, но, по существу, это сухая костянка; экзо- и мезокарп пленчатые, сросшиеся;

эндокарп кожистый, толстый, темно-коричневый, с продольной бороздкой. Мякоть плода – это сочные ткани разросшейся трубки чашечковидного околоцветника, которая полностью закрывает сухую костянку. К костянкам иногда относят и псевдомонокарпии (кокосовая пальма, грецкий орех, фисташка). Так, плод кокосовой пальмы, неправильно называемый кокосовым орехом, образован из трех плодолистиков с верхней завязью. Он достигает в размере 30 см, массы 8 кг и содержит одно семя. Зародыш семени небольшой, жидкий эндосперм в незрелых плодах называют кокосовым молочком. В зрелых плодах эндосперм называют копррой. Эндокарп деревянистый; мезокарп толстый, волокнистый, сухой; экзокарп тонкий, кожистый.

Плод грецкого ореха образован из двух плодолистиков. Завязь (нижняя одногнездная с ложными перегородками и одним семязачатком) обрастает двумя прицветниками. Плод зеленый, с несъедобной плюской (экзо- и мезокарп), подсыхающей и растрескивающейся при созревании, в результате чего выпадает так называемый орех – деревянистая косточка с бугристой поверхностью (эндокарп), включающая семя без эндосперма. Зародыш семени с двумя крупными морщинистыми семядолями.

Плод фисташки образован из синкарпного гинецея; завязь верхняя трехгнездная; в каждом гнезде по одному семязачатку, из которых в семя развивается лишь один. Эндокарп тонкий, желто-кремовый или фиолетовый; мезокарп в начале созревания плодов сочный, при полном созревании подсыхает и становится тонким; эндокарп (косточка) гладкий, тонкий, вскрывающийся створками. Семя крупное, без эндосперма, с тонкой коричневой кожурой, в которой заключен зародыш с двумя мясистыми зелеными семядолями. В пищу используют семена.

Сборные (сложные) плоды (апокарпии) получают конкретное название по типу плода, образующегося из отдельного пестика апокарпного гинецея. Эволюционно апокарпии – наиболее архаичные плоды.

Сборная листовка (многолистовка) представляет собой совокупность нескольких листовок, каждая из которых возникает из отдельного пестика апокарпного гинецея (магнолиевые, лютиковые, толстянковые). Довольно редкий тип плода – сочная многолистовка – у дальневосточной лианы лимонника китайского.

Сборный орешек (многоорешек) – совокупность множества орешков, возникающих из апокарпного гинецея (лютик, горчица, шиповник, лапчатка). Многоорешек шиповника, плодики которого сидят внутри сильновогнутого кувшинчатого сочного гипантия, называют цинордием. Плод лотоса орехоносного называют погруженным много-

орешком, так как каждый из отдельных орешков сидит в углублении дисковидного разросшегося цветоложа. У земляники и клубники мелкие орешки сидят на выпуклой поверхности сильно разросшегося мясистого цветоложа. Такое видоизменение многоорешка получило название «земляничина» или «фрага».

Сборная костянка (многокостянка) – совокупность множества костянок, возникающих из апокарпного гинецея (малина, ежевика, морошка, костяника) (см. рис. 25).

Соплодия (в более узком понимании) – это сросшиеся плоды, возникшие из отдельных цветков одного соцветия. Например, у ананаса ось соцветия срастается с многочисленными завязями и основаниями прицветников в мясистую сочную ткань. Сходные соплодия образуются у хлебного дерева.

В широком смысле *соплодием* называют совокупность зрелых плодов одного соцветия независимо от срастания. Например, так называемая тутовая ягода у шелковицы образована сближенными, плотно сидящими, но не срастающимися друг с другом семянками, которые заключены в сочные съедобные окрашенные околоцветники. У инжира (винной ягоды) плоды семянки в соплодии также не срастаются, находясь в полном вместилище, мясистая стенка которого образована осями соцветия. У свеклы соплодие называется клубочком и представляет собой несколько плодиков, сросшихся с листками околоцветника и друг с другом.

Важными признаками семян и плодов являются форма, очертание (определяемое двумя измерениями – длиной и шириной, которая чаще всего указывается по широкой стороне), поверхность, опушение, величина, масса, окраска, блеск, прозрачность.

Внешние очертания семян и особенно плодов весьма разнообразны по своему морфологическому строению и составляют понятие «форма семян» (рис. 26). Плоды и семена по форме могут быть:

– *шаровидные* (шарообразные) – имеют форму шара или слегка отклоняются от него. К ним относятся семена сорняков семейств бобовых (горошек мышиный), крестоцветных (горчица полевая), дымянок-вых, губоцветных, гвоздичных (торица полевая) и мареновых;

– *яйцевидные* – у них наибольшая ширина отмечается в нижней трети плода и длина превышает ширину не более чем в 1,5–2 раза, а часто равна ей. Сюда относятся некоторые семена сорняков из семейства бурачниковых (воробейник полевой), молочайных, валериановых, отчасти бобовых, гречишных, сложноцветных, губоцветных и розоцветных и с некоторыми отклонениями (слегка сплюснутые) виды горца, клевера и лапчатки;

– *обратнойяйцевидные* – такие же, как и яйцевидные, но наибольшая ширина отмечается в верхней трети плода (виды семейств губоцветных и отчасти фиалковых, крестоцветных, вьюнковых (вьюнок полевой), молочайных, гречишных, лютиковых, зонтичных, сложноцветных (василек синий, бодяк полевой) и бобовых);

– *грушевидные* (удлинненно-яйцевидные) – такие же, как и обратно-яйцевидные, но у основания несколько вытянуты, длина превышает ширину в 2–2,5 раза (виды семейства сложноцветных, некоторые виды губоцветных, крестоцветных (свербига восточная), гераниевых, зонтичных и гвоздичных);

– *сердцевидные* – при основании у семенного рубчика небольшая выемка, иногда рубчик слегка сдвинут; края семян закруглены, сверху сужены, внизу слегка расширены, всегда немного сплюснутые (некоторые виды семейства гречишных (горец почечуйный, горец шероховатый), бобовых и мальвовых);

– *почковидные* (почкообразные, бобовидные) – для них характерна вдавленность у семенного рубчика, нередко весьма слабо заметная; семена часто слегка сплюснутые и с ясно выделяющимся очертанием корешка (виды семейств гвоздичных (куколь обыкновенный), маковых, пасленовых и некоторые виды бобовых и мареновых);

– *округлые* (дисковидные) – в очертании имеют почти правильный круг, обычно сплюснутые, линзообразной формы в поперечном сечении (семена видов семейств маревых, мальвовых, некоторые виды резедовых, крестоцветных, гречишных, бобовых, гвоздичных, вьюнковых, зонтичных и норичниковых);

– *чечевицеобразные* (линзовидные) – сходные с округлыми, но более тонкие;

– *овальные* – имеют форму эллипса с закругленными краями; наибольшая ширина находится посередине, и длина превышает ширину не более чем в 2 раза; часто сплюснутые (виды подорожниковых, норичниковых, сложноцветных (осот полевой), крестоцветных (редька дикая), пасленовых, крапивных, колокольчиковых, лютиковых, зонтичных, губоцветных (будра плющевидная));

– *эллиптические* – такие же, как и овальные, но на обоих концах суживающиеся или заостренные;

– *продолговатые* – сходные с овальными, но длина превышает ширину в 3–4 раза; часто вверху с остатками летучек, кольцевым валиком и другими образованиями (семена сорняков семейств сложноцветных, зонтичных и отдельные виды семейств губоцветных, гераниевых, норичниковых, бобовых, ворсянковых);

– *ланцетные* (веретенообразные) – такие же, что и эллиптические, но длина превышает ширину в 3–4 раза;

– *трехгранные* – в поперечном сечении имеют вид треугольника со слегка выпуклыми или вогнутыми гранями, вверху и внизу заостренные или туповатые (виды сорняков семейств гречишных (горец птичий, шавель конский), лютиковых и первоцветных);

– *призматические* – похожие на призму, иногда слегка суживающиеся к семенному рубчику; длина семян больше ширины и толщины (некоторые виды сложноцветных и крестоцветных);

– *пирамидальные* – внешне сходны с пирамидой.

Семена с отклоняющимися формами. В эту группу входят те семена, которые не входят ни в одну из вышеуказанных групп. Среди таких следует назвать вогнутые, выпуклые, плоские, сжатые, или сплюснутые, угловатые, согнутые, серповидные, мечевидные, прямые, шиловидные, цилиндрические, или вальковатые, нитевидные, волосовидные, семена с прицепками и шипами (например, некоторые виды семейств сложноцветных, бурачниковых, зонтичных, лютиковых, маревых, розоцветных и др.) и т. п.

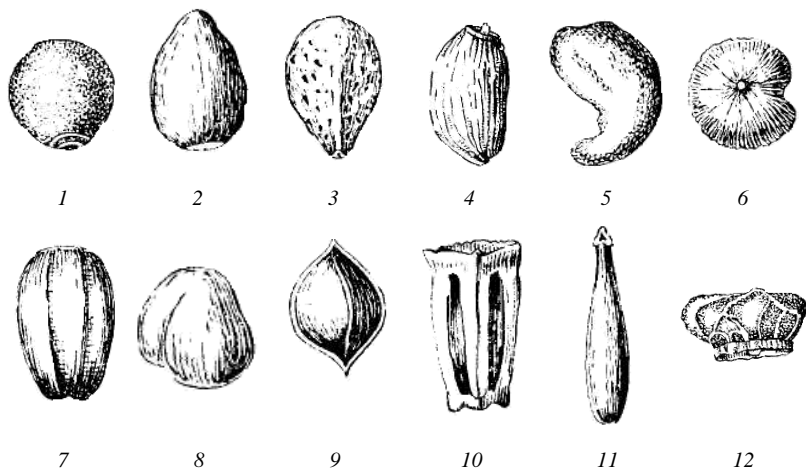


Рис. 26. Форма семян: 1 – шаровидная; 2 – яйцевидная; 3 – обратнойяйцевидная; 4 – удлинненно-яйцевидная (грушевидная); 5 – почкообразная (почковидная); 6 – округлая; 7 – овальная; 8 – сердцевидная; 9 – трехгранная; 10 – призматическая; 11 – продолговатая; 12 – семянка с отклоняющимися формами

Поверхность семян и плодов может быть: полосчатая (струистая), т. е. с очень тонкими, линейными и параллельно расположенными ребрышками или бороздками; ребристая – с более толстыми, сильно выдающимися ребрами; крылатая; бугорчатая; морщинистая; сетчатая; ячеистая – ребра сеточки сильно выдаются и образуют обычно 5–6-угольные петли; ямчатая; желобчатая – с одним значительным желобком; бороздчатая – со многими глубокими бороздками; гладкая (ровная); шероховатая; чешуйчатая. Эти внешние признаки можно использовать при очистке семян культурных растений от сорных примесей.

Опушение бывает густое и редкое, сплошное и на отдельных частях – местное.

Величина семян и плодов сорных растений сильно колеблется не только у разных видов, но и у отдельных экземпляров растений. Микроскопически мелкие, как пыль, семена заразих едва достигают 0,5 мм длины, тогда как крупные семена куколя обыкновенного имеют длину почти 4 мм. Длина плодов метлицы полевой составляет 1,5–2 мм, а длина плодов дурмана обыкновенного достигает 5 см.

Изменение величины семян и плодов у отдельных экземпляров растений зависит от положения плодов и семян в соцветиях, соплодиях и т. п. В головках лопуха, клубочках повилник и т. п. центральные или верхушечные плодики лучше развиваются и бывают крупнее, чем периферические или нижние, тогда как в колосках злаков, например у овсюга и многих других, наоборот, самые нижние зерна бывают обычно гораздо крупнее верхних. То же самое наблюдается и на семенах, которые в одной и той же коробочке почти никогда не бывают одинаковыми по размерам.

Величина семян и плодов зависит и от условий развития растений, от их питания, почвы, атмосферных явлений и т. д. Известно, что растения одного и того же вида, выращенные при благоприятных условиях, способны давать более крупные плоды и семена, тогда как мокрое, холодное лето, так же как и засуха, нередко является причиной того, что многие сорные травы в такие годы дают более мелкие плоды и семена.

Линейные размеры плодов и семян определяются по одному, двум или трем измерениям (длине, ширине и толщине) и выражаются в миллиметрах и сантиметрах.

Установление линейных размеров семян и плодов сорных растений имеет важное значение для их очистки. По их длине отделение произ-

водится на ячеистых поверхностях триеров, по ширине – на решетках с круглыми отверстиями, по толщине – на решетках с продолговатыми отверстиями.

В целом по величине семена и плоды сорняков условно делят на пять групп:

- 1) очень мелкие, длиной не более 1 мм;
- 2) мелкие, длиной от 1 до 2 мм;
- 3) средние, длиной 2–4 мм;
- 4) крупные, длиной 4–10 мм;
- 5) очень крупные, длиной более 10 мм.

Величина семян или плодов одного и того же вида зависит от многих причин, и прежде всего от условий внешней среды, особенно во время их дифференциации, полного формирования и созревания.

Масса семян сорных растений как важный физический показатель большей частью находится в прямой зависимости от их величины. За основу этого показателя принята масса 1000 шт. По этому признаку семена делят на пять групп:

- 1) самые легкие, от 0,001 до 0,01 мг (заразихи);
- 2) очень легкие, 0,01–0,1 мг (полынь обыкновенная, кипрей узколистный, мелкопестник канадский);
- 3) легкие, 0,1–0,2 мг (тысячелистник обыкновенный, метлица полевая, горчица полевая);
- 4) средние, 2–10 мг (бодяк полевой, костер полевой, подмаренник цепкий, воробейник полевой, горец вьюнковый);
- 5) тяжелые, более 10 мг (куколь обыкновенный, костер ржаной, вьюнок полевой, плевел льняной, горошек мышиный).

Форма, размеры, масса семян и плодов имеют основное значение для распространения растений, поэтому между этими величинами и способами распространения должна существовать связь, или зависимость. Связь эта устанавливается так называемой парусностью, под которой понимают отношение площади наибольшего сечения тела (S) в квадратных сантиметрах к его массе (M) в граммах. Показателем величины парусности является коэффициент $K = S / M$.

Величина парусности позволяет судить о способности плода или семени подниматься в воздух, планировать под влиянием воздушных токов. Как видно из формулы, чем больше поверхность сечения и меньше вес, тем больше будет коэффициент парусности и, следовательно, плод или семя будет легче уноситься ветром.

По коэффициенту парусности все растения можно подразделить на девять классов:

- I – 0–4 (горошек узколистый);
- II – 5–9 (куколь обыкновенный, вьюнок полевой, пикульник красивый);
- III – 10–19 (василек синий, плевел опьяняющий, плевел льняной, горец вьюнковый, бодяк полевой);
- IV – 20–39 (дивала однолетняя);
- V – 40–79 (осот желтый, ясколка дернистая);
- VI – 80–159 (подорожник большой);
- VII – 160–319 (кульбаба осенняя);
- VIII – 320–639 (скерда кровельная);
- IX – 640 и более (мелкопестник канадский, одуванчик лекарственный).

Большое влияние на парусность оказывает наличие или отсутствие летучки. Так, к III классу относится и такой злостный сорняк полевых культур, как бодяк полевой, но только по парусности семян, сбросивших летучку ($K = 11,4$), а у семян, сохранивших ее, парусность оказалась почти в десять раз выше ($K = 1040$). В этом заключается главное отличие бодяка полевого от другого злостного сорняка – осота желтого, относящегося к более высокому классу парусности – V. Плодики этого сорняка как с летучкой ($K = 1500-2000$), так и без нее (в случае искусственного отламывания) имеют более высокую парусность ($K = 63$), чем плодики бодяка полевого. Поэтому бодяк полевой может распространяться по полям с помощью ветра – семянками с летучками, а также семянками, сбросившими летучку и попавшими в зерно возделываемой культуры, к которому они близки по парусности. В то же время осот полевой может распространяться только при помощи ветра.

Большинство наиболее типичных сорно-полевых видов относится к II ($K = 5-9$) и III ($K = 10-19$) классам парусности, т. е. характеризуется парусностью, совпадающей с парусностью хлебов (озимая рожь – VII, овес – VIII).

Окраска семян и плодов – морфологический признак, вызываемый пигментными веществами, входящими в состав плодовой оболочки или семенной кожуры. Она зависит от степени зрелости семян, условий пребывания и длительности нахождения в той или иной среде.

Блеск семян или плодов сорных растений – постоянный признак. Семена делятся на матовые (без блеска), блестящие (с отсвечиванием) и глянцевые (как бы покрытые глазурью).

Прозрачность некоторых семян или плодов сорных растений обусловлена роговидной или стекловидной консистенцией.

Еще одним морфологическим признаком семян или плодов сорных растений является наличие или отсутствие остей (у злаковых).

2.2. Биологические особенности сорных растений

Для успешной борьбы с сорняками необходимо хорошо знать их особенности плодоношения и распространения, жизнеспособность семян в зависимости от природных и агротехнических факторов, взаимоотношения с культурными растениями в разные фазы развития, чувствительность к применяемым гербицидам и др.

На разных этапах эволюции сорные растения в различных условиях внешней среды вынуждены были приспосабливаться, чтобы продолжать свое существование. В результате выработались биологические особенности, которые обеспечивают приспособленность к различным экологическим режимам. Большая часть этих особенностей в жизненном цикле сорных растений носит специфический характер и не свойственна культурным растениям. Благодаря этим биологическим особенностям сорные растения легче культурных переносят неблагоприятные условия, например засуху и морозы, а большая часть сорняков обладает повышенным жизненным потенциалом, так как развивает мощную корневую систему, в тканях которой накапливается основной энергетический материал (углеводы), обеспечивающий высокую регенерационную способность и плодовитость. Биологические особенности на разных этапах жизни сорных растений обуславливают и трудности борьбы с ними.

Плодовитость. Максимальное количество семян, которое способна при самых благоприятных условиях дать озимая пшеница, составляет 1 200, озимая рожь – 1 566, ячмень может дать до 1 440 зерен. В обычных полевых условиях культурные растения образуют небольшое количество семян. Например, в одном колосе яровой пшеницы содержится около 30–45 зерен, в одной метелке овса – около 80 зерен, в одном бобе гороха – 3–7 семян (табл. 4).

В отличие от культурных большинство сорных растений обладает повышенной способностью к воспроизводству. При этом чем короче жизнь сорняка и чем меньше его размеры, тем больше образуется семян, часто различных только при увеличении.

Таблица 4. Сравнительная продуктивность культурных растений

Растение	Орган плодоношения	Среднее количество семян в одном органе плодоношения
Озимая рожь	Колос	40–50
Яровая пшеница	Колос	30–45
Озимая пшеница	Колос	65
Яровой ячмень	Колос	16–22
Овес	Метелка	80
Пелюшка	Боб	3–6
Горох	Боб	3–7
Вика посевная	Боб	8
Горчица белая	Стручок	3–6
Кориандр	Зонтик	50 коробочек
Лен-долгунец	Коробочка	8–10

Наибольшей плодовитости сорные растения достигают на плодородных землях в изреженных посевах зерновых и пропашных культур по хорошо удобренному фону, у дорог, оросительных каналов, на необрабатываемых землях при хорошей обеспеченности влагой, освещенности, при благоприятных температурном и пищевом режимах.

В загущенных посевах сорняки выглядят подавленными и едва образуют десятки и тем более сотни семян.

В отношении плодовитости все сорные растения можно разделить условно на четыре группы.

Первую группу представляют сорные растения, плодовитость которых составляет до 1000 семян (аистник цикутный, будра плющевидная, воробейник полевой, галинсога мелкоцветковая, горошек мышиный, лютик ползучий, чистец болотный, плевел опьяняющий и др.).

Вторую группу составляет большинство полевых сорняков, образующих от 1 000 до 15 000 семян и представляющих средний ярус (кривоцвет полевой, вьюнок полевой, бородавник обыкновенный, куколь обыкновенный, одуванчик лекарственный, щетинник сизый, горец птичий, щетинник зеленый, горец вьюнковый, просо куриное, горец шероховатый, пикульник обыкновенный, пикульник красивый и др.). При уборке зерновых культур эти сорняки могут попадать в урожай и сохраняться в зернохранилищах вместе с семенами культурных растений. В результате сравнительно невысокая их плодовитость может компенсироваться хорошей сохраняемостью семян в складских помещениях. И даже в настоящее время полностью очистить семенной материал на современных сложных зерноочистительных машинах не всегда представляется возможным.

Третью группу составляют сорняки, которые дают от 15 000 до 100 000 семян и относятся в посевах к верхнему и нижнему ярусам, т. е. распространяются самостоятельно (осот полевой, крестовник обыкновенный, льнянка обыкновенная, скерда кровельная, пастушья сумка, ярутка полевая и др.).

Четвертую группу составляют те растения, которые могут дать по 100 000 семян и более. Сюда входят, как правило, мусорные крупно-стебельные сорняки, образующие бурьяны (марь многосемянная, подорожник большой, лопух большой, чистотел большой, полынь обыкновенная, полынь горькая, щирица запрокинутая, крапива двудомная, крапива жгучая, белена черная и др.), а также некоторые паразиты (заразики). Большой плодовитостью отличаются сорняки, семена которых приспособлены распространяться при помощи ветра благодаря разного рода летучкам (мать-и-мачеха, скерда кровельная, осот полевой, бодяк полевой, крестовник обыкновенный, кульбаба осенняя, полынь полевая и др.).

Феноменальной плодовитостью отличается ряд сорняков, образующих свыше 200 000 семян. Так, хорошо развитое растение щирицы колосистой образует до 500 000 семян, а мари белой – до 700 000. Имеются данные, что щирица белая образует свыше 1 000 000 семян, ромашка непахучая – 1 650 000 семян, полынь полевая – до 2 000 000 семян, марь многосемянная – до 2 000 000–3 000 000, а мощно развитое растение полыни обыкновенной – до 10 500 000 семян.

По данным А. Н. Бекетова, у сорняков тем выше плодовитость, чем легче они подвержены истреблению. Эта способность выработалась в результате естественного отбора и в большей степени свойственна однолетним полевым сорнякам, над которыми постоянно висит угроза быть уничтоженными человеком, животными и в процессе межвидовой борьбы с культурными растениями. Большое количество семян дает возможность виду даже при неблагоприятных условиях иметь достаточное количество диаспор для воспроизводства. Чем меньше у сорняка шансов на сохранение вида, тем меньшие размеры его семян и тем большее количество их образуется.

Изучением плодовитости сорняков занимались многие русские и зарубежные специалисты (Хребтов, Ческис, Мальцев, Габерланд, Кернер, Ноббе, Рытов, Корсмо, Котт, Миллер, Лонг, Веарг, Грон, Водак и др.). Максимально учтенные значения плодовитости сорных растений по данным многих авторов представлены в табл. 5.

Т а б л и ц а 5. Максимально ученное плодоношение одного сорного растения

Растение	Семена или плоды	Количество семян, плодов, шт.
1	2	3
Аистник цикутный	Семянка	720
Белена черная	Семя	446 500
Бодяк полевой	Семянка	40 000
Бородавник обыкновенный	Семянка	9 160
Будра плющевидная	Орешек	200
Василек синий	Семянка	6 700
Вероника полевая	Семя	1 002
Воробейник полевой	Орешек	309
Вьюнок полевой	Семя	9 800
Галинсога мелкоцветковая	Семянка	252
Горец почечуйный	Орешек	2 095
Горец птичий	Орешек	5 400
Горец шероховатый	Орешек	7 100
Горец вьюнковый	Орешек	2 913
Горошек мышиный	Семя	638
Гречиха татарская	Орешек	1 500
Горчица полевая	Семя	32 000
Гулявник Лезеля	Семя	705 700
Дескурайния Софьи	Семя	850 000
Донник белый	Семя	5 148
Донник лекарственный	Семя	33 000
Дрема белая	Семя	14 700
Дымянка лекарственная	Орешек	1 600
Куриное просо	Зерновка	13 056
Желтушник левкойный	Семя	31 392
Живокость полевая	Семя	67 100
Заразиха подсолнечная	Семя	100 000
Зверобой обыкновенный	Семя	15 886
Зубчатка поздняя	Семя	11 063
Кипрей узколистный	Семя	200 000
Кульбаба осенняя	Семянка	70 560
Клоповник мусорный	Семя	60 000
Колокольчик раскидистый	Семя	80 000
Костер ржаной	Зерновка	5 000
Клевер ползучий	Семя	10 412
Костер полевой	Зерновка	2 500
Крапива двудомная	Орешек	100 000
Крапива жгучая	Орешек	21 984
Кривоцвет полевой	Орешек	9 000
Крестовник обыкновенный	Семянка	20 000
Куколь обыкновенный	Семя	2 590
Купырь лесной	Семянка	8 460

Продолжение табл. 5

1	2	3
Лапчатка гусиная	Семянка	300
Лебеда раскидистая	Орешек	6 000
Лопух большой	Семянка	44 783
Лютик едкий	Семянка	760 000
Лютик ползучий	Семянка	350
Льянка обыкновенная	Семя	31 706
Люцерна хмелевидная	Семя	5 656
Мак-самосейка	Семя	50 000
Мать-и-мачеха	Семянка	17 000
Марь белая	Орешек	700 000
Марь многосемянная	Орешек	3 000 000
Марь сизая	Орешек	3 000
Мята полевая	Орешек	6 400
Мелколепестник канадский	Семянка	685 800
Метлица полевая	Зерновка	16 000
Звездчатка средняя	Семя	25 000
Молочай-солнцегляд	Семя	650
Морковь дикая	Семянка	12 642
Мышехвостник маленький	Семянка	2 592
Мятлик однолетний	Зерновка	1 080
Незабудка полевая	Орешек	2 930
Нивяник обыкновенный	Семянка	12 600
Окопник лекарственный	Орешек	2 000
Осот огородный	Семянка	53 800
Одуванчик лекарственный	Семянка	12 200
Осот полевой	Семянка	30 000
Очный цвет полевой	Семя	4 000
Овсяг обыкновенный	Зерновка	1 000
Пастушья сумка	Семя	273 600
Пикульник красивый	Орешек	3 600
Пикульник ладанниковый	Орешек	7 200
Пикульник обыкновенный	Орешек	8 000
Погремок большой	Семя	742
Паслен черный	Семя	282 200
Плевел опьяняющий	Зерновка	600
Повилика льняная	Семя	3 160
Плевел льняной	Зерновка	100
Пырей ползучий	Зерновка	10 000
Подмаренник цепкий	Плод	1 200
Польнь горькая	Семянка	102 000
Польнь обыкновенная	Семянка	10 500 000
Подорожник большой	Семя	390 000
Подорожник ланцетолистный	Семя	9 000
Подорожник средний	Семя	2 000

1	2	3
Пупавка полевая	Семянка	45 000
Редька дикая	Семя	12 000
Ромашка непахучая	Семянка	1 650 000
Ромашка пахучая	Семянка	29 670
Свинорой пальчатый	Зерновка	10 000
Свербига восточная	Орешек	5 000
Скерда кровельная	Семянка	40 900
Сурепица обыкновенная	Семя	10 000
Сушеница топяная	Семянка	7 829
Торица полевая	Семя	28 200
Тысячелистник обыкновенный	Семянка	26 775
Черда трехраздельная	Семянка	11 844
Чертополох понижающийся	Семянка	3 750
Чина луговая	Семя	2 040
Чистец болотный	Орешек	700
Чертополох колючий	Семянка	45 300
Щавелек малый	Орешек	10 000
Щавель курчавый	Орешек	5 000
Щегинник зеленый	Зерновка	7 030
Щегинник сизый	Зерновка	10 000
Щавель туполистный	Зерновка	13 000
Щирица запрокинутая	Зерновка	1 070 000
Яснотка стеблеобъемлющая	Орешек	14 300
Яснотка пурпуровая	Орешек	1 712
Ярутка полевая	Семянка	50 000

Однако сорняки не всегда обильно плодоносят. В ряде случаев масовому плодоношению сорняков препятствуют насекомые и разные болезни. Только разобщенность сорняков среди посевов и ежегодная или частая смена их на одном и том же месте устраняют массовое размножение вредителей и болезней и повреждение ими сорняков. Кроме того, в настоящее время недостаточно изучены болезни сорняков и специфические их вредители, при помощи которых возможно бороться с сорняками так называемым биологическим методом.

У ряда многолетних сорняков, которые отличаются сильным вегетативным размножением (корнеотпрысковые и корневищевые), семенное размножение подавлено. У таких сорных растений хоть и происходит образование соцветий, но, как правило, большая часть семян в них бывает недоразвитой и щуплой с низкой всхожестью. Особенно много щуплых семян бывает у пырея ползучего и бодяка полевого. Так, по данным С. А. Котта, у пырея ползучего из 93 зерновок в одном колосе нормально развитыми оказались только 12, или около 13 %;

в другом колосе нормально сформированные зерновки составили 26,5 %. У костра безостого щуплые и недоразвитые зерновки составили около 48 %.

Большое количество поврежденных насекомыми семян бывает у горошка мышиноного (76 %), чины луговой (60 %), бодяка полевого (76 %).

Разные насекомые повреждают семена льнянки обыкновенной, василька лугового, дымянки лекарственной и лопуха большого.

Нередко у сорняков отмечается явление, которое называется пролификацией. Пролификация – это прорастание цветка, в результате которого сильно удлиняется цветочная ось и образуется над цветком побег с новой корзинкой или новый цветок. Так, например, у одуваника лекарственного в корзинках в конце мая и в июне вместо семян растут небольшие зеленые листья, миниатюрные новые корзинки или позеленевшие цветки. Такое явление также свойственно бодяку полемому, клеверу красному, ромашке непахучей, бородавнику обыкновенному, кульбабе осенней и др. Позеленение и прорастание цветков у растений является достаточно болезненным явлением и часто носит массовый характер. Растения с позеленевшими цветками растут до поздней осени, образуя все новые и новые корзинки с позеленевшими цветками, в результате сильно истощаются и часто отмирают в следующем году. У бодяка полевого одни растения с позеленевшими цветками сильно вытягиваются, становятся тонкими, а другие, наоборот, становятся приземистыми с утолщенными стеблями и массой толстых корзинок.

Семена многих сорняков поражаются болезнями. Семена горца развесистого, щетинника сизого, овсюга, плевела льняного, костра ржаного, свиного пальчатого поражаются головней. Вместо семян внутри оболочки развиваются споры головни с сильным запахом селетки, семена выглядят сильно утолщенными («пузатыми») и легко распознаваемы по внешнему виду.

У костра ржаного вместо зерновок могут быть увеличенные пленки, перекрывающие друг друга и образующие своеобразные вздутия, внутри которых не образуется семян.

У полыни обыкновенной часто под влиянием грибного заболевания образуются в соцветиях скученности (закукливания) с недоразвитыми в них цветками.

Большая плодовитость сорных растений способствует их широкому распространению. Однако и большое число семян не принесло бы ни-

какой пользы растению, если бы эти семена высыпались в одно место (так как при прорастании молодые всходы глушили бы друг друга и погибали). На самом деле этого в природе не бывает, и все сорные растения имеют самые разнообразные приспособления для рассеивания семян на возможно большем пространстве.

Способы распространения. Очень редко семена прорастают на самом растении. Гораздо чаще семена или плоды с заключенными в них семенами полностью теряют связь с материнским растением и начинают самостоятельную жизнь где-то в другом месте. При этом семена и плоды могут падать недалеко от материнского растения и здесь же прорастать, давая начало новым растениям. Но чаще всего животные, ветер или вода уносят их на новые места, где они, если условия окажутся подходящими, могут прорасти. Так происходит расселение – необходимый этап в семенном размножении. Благодаря расселению происходит постепенное расширение площади, занимаемой данной популяцией или даже видом.

Для обозначения любых частей растения, служащих для расселения, существует термин *диаспора* (от греч. *diaspeiro* – рассеиваю, распространяю). Основные диаспоры – это семена и плоды, реже – целые соплодия или же, напротив, только части плода, очень редко – целое растение.

Первоначально диаспорами цветковых растений являлись отдельные семена. Но на ранних этапах эволюции эта функция стала переходить к плодам. У современных растений диаспорами являются в одних случаях семена, в других – плоды. У растений с вскрывающимися плодами, такими как листовка, боб или коробочка, диаспорой является семя. У сочных плодов (ягод, костянок и др.), а также у нераскрывающихся сухих плодов (орешков, семянков и др.) диаспорой является плод. В некоторых семействах (Лютиковые) отмечается два типа диаспор.

Распространение диаспор без участия каких-либо внешних агентов называется *автохорией* (от греч. *autos* – сам и *choreo* – отхожу, продвигаюсь).

Семена пикульников, яснотки пурпурной, овсюга обыкновенного и других растений осыпаются возле материнского растения, хорошо сохраняются в почве, что и обеспечивает им сохранение во времени. К тому же многие высокорослые сорняки разбрасывают свои семена при раскачивании их ветром. При этом дальность рассеивания зависит от высоты растения и силы ветра. Так, например, семена нивяника обыкновенного (высотой 50 см) могут быть рассеяны на расстояние 30–50 см от материнского растения.

Но очень часто распространение семян и плодов может происходить с помощью различных механизмов.

Так, у куколя обыкновенного плод представляет собой прямостоячую коробочку, находящуюся на конце стебля и открывающуюся вверх зубчиками, а у колокольчика репчатовидного коробочка обращена вниз и открывается особыми дырочками уже не на вершине, а у основания (вверху). Поэтому семена при созревании не высыпаются из плодов сразу вместе, а остаются в коробочке и разбрасываются частями в разные места по мере сотрясения и нагибания стебля ветром, животными и др. (рис. 27).

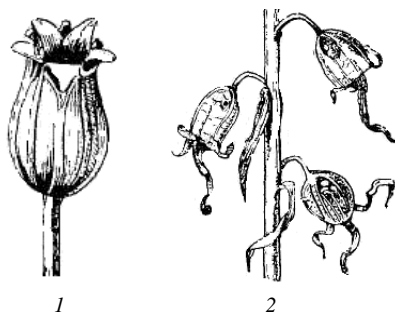


Рис. 27. Коробочки куколя обыкновенного (1) и колокольчика репчатовидного (2)

Так же разбрасывают семена из коробочек дрема белая и льнянка обыкновенная. Коробочки у них открываются наверху зубчиками, причем зубчики в дождливую погоду плотно закрываются и таким образом защищают семена от сырости и порчи. Закрываются в ненастную погоду и дырочки у колокольчика, но только здесь это происходит при помощи клапанов, находящихся у отверстий коробочки.

У дурмана (рис. 28) большая коробочка, содержащая до 1 000 семян, раскрывается не зубчиками, а створками, т. е. продольными трещинами, проходящими от одного конца плода до другого. Поверхность коробочки густо усажена длинными и острыми шипами, являющимися средством защиты от животных.

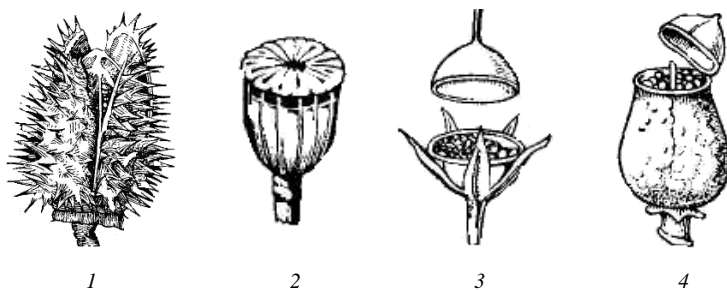


Рис. 28. Коробочки: дурмана обыкновенного (1), мака-самосейки (2), очного цвета полевого (3) и белены черной (4)

У мака-самосейки (см. рис. 28) коробочки открываются так же, как у колокольчика, дырочками, но только дырочки находятся не у основания, а у вершины коробочек, так как они занимают на стебле прямостоячее, а не наклонное положение.

Коробочки очного цвета полевого или белены черной (рис. 28) имеют особые крышечки, напоминающие бокальчик.

Во всех случаях семена из коробочек высыпаются тогда, когда стебель будет приведен в движение.

У шалфея мутовчатого (рис. 29) рассеивание происходит другим способом. Его орешкообразные плодики помещаются на дне колокольчатой чашечки, направленной устьем вбок и кверху и сидящей на очень упругой и дугообразно согнутой ножке. При дожде, задевании за колючие зубцы чашечки животными или других незначительных механических воздействиях ножка быстро натягивается, словно пружина, и с силой выбрасывает орешек из чашечки, причем орешек летит по определенному направлению, сообщаемому ему загнутыми вверх нижними зубцами чашечки.

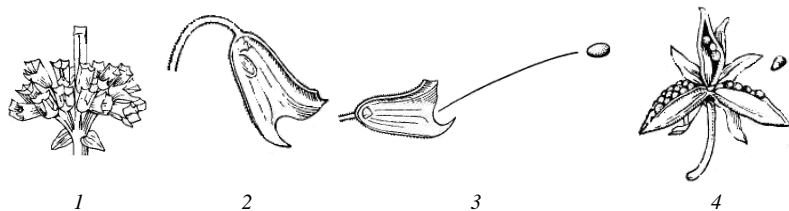


Рис. 29. Шалфей мутовчатый: мутовчатое соцветие с чашечками, сидящими на упругих ножках, включающее зрелые орешки (1); отдельная чашечка с орешком на дне (2); метание орешка чашечкой (3); раскрывающаяся коробочка фиалки полевой (4)

У фиалки полевой (рис. 29) плоды раскрываются тремя створками, имеющими вид лодочек с толстым килем внизу и тонкими стенками по бокам. В каждой лодочке сидят рядами семена. Когда плод начинает подсыхать, боковые стенки этих лодочкообразных створок начинают загипаться кверху, сильно давят на лежащие в них семена, в результате чего последние сразу выбрасываются.

Высыханием плодов обуславливается разбрасывание семян и у сорных горошков (рис. 30). Так, например, у горошка узколистного створки плодов в момент их растрескивания быстро и винтообразно закручиваются. А у аистника цикутного отбрасываются не семена, а плодики. Они сидят на одном общем цветоложе и снабжены очень

длинными и плоскими носиками (клювиками), которые соединены по всей длине с одним общим центральным столбиком. Клювики в зрелом состоянии отличаются чрезвычайной чувствительностью к колебаниям атмосферной влажности. В сухом воздухе они быстро отделяются от центрального столбика и винтообразно скручиваются, благодаря чему весь плодик отскакивает и падает на землю. Как только воздух становится влажным, скрученный винтообразно клювик начинает быстро раскручиваться, а плодик, вращаясь своим нижним острым концом, ввинчивается в мягкую почву и зарывается в нее. Жесткие, вверх направленные волоски, покрывающие нижнюю часть плодика, не препятствуют внедрению плодика в почву и противодействуют обратному движению его из почвы.

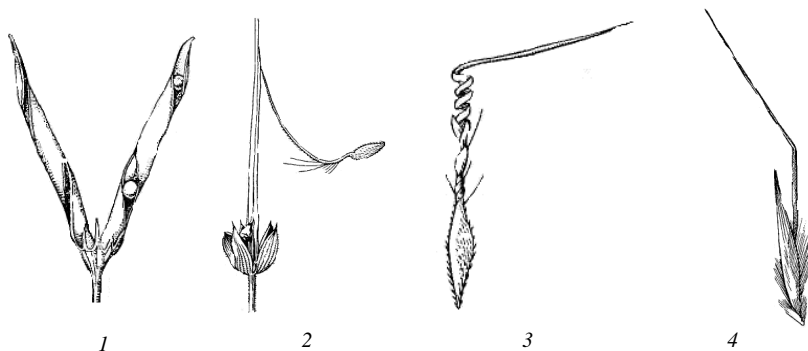


Рис. 30. Раскрывающийся боб горошка узколистного (1); отскакивающий плодик аистника цикутного (2); такой же плодик с винтообразно скрученным столбиком (3); зерно овсюга обыкновенного (4)

Так же зарываются в почву осыпающиеся зерна овсюга обыкновенного (рис. 30). Только здесь роль клювика играет длинная колленчатосогнутая и в нижней части сильно скрученная ость. Благодаря такому устройству ости зерна овсюга, снабженные у основания особым сочленением и нередко густо покрытые волосками, могут не только обильно осыпаться и зарываться в почву, но до некоторой степени даже передвигаться по поверхности и как бы ползать. Сильно закрученный участок ости ниже колена в зависимости от степени влажности воздуха то скручивается, то раскручивается над коленом, поворачивается то в одну, то в другую сторону. Если ость упрется в какой-либо твердый кусочек, то кончик ее, действуя как плечо рыча-

га, при продолжающемся кручении нижней части от сильного толчка соскользнет с него, благодаря чему зерно получит некоторый толчок и будет откинута в сторону. Этому движению содействуют растопыренные волоски, покрывающие пленку зерна и направленные в одну сторону.

Самозарывающиеся плоды лучше сохраняются от поедания птицами и грызунами, и это обеспечивает им благоприятные условия для выживания и распространения.

Существуют и такие растения, у которых разбрасывание семян достигается не высыханием, а, наоборот, сильным набуханием разных частей плода, вызывающим их внезапный разрыв, свертывание и др.

Так, у бешеного огурца плод сидит на согнутой ножке, причем ножка своим концом в виде отростка погружена в полость плода, наполненную семенами. Как только семена созревают, вся ткань, окружающая их, быстро ослизняется и ослабляется связь плода с ножкой. Вместе с тем в оболочке плода имеется сильно набухающий слой. Как только при созревании плода огурец отрывается от плодоножки, набухающий слой оболочки мгновенно выбрасывается через отверстие, оставленное плодоножкой.

Но каким бы способом ни достигалось разбрасывание семян у сорных растений (упругостью стеблей и плодоножек, разными движениями, вызываемыми высыханием и набуханием), они все-таки не могут распространяться на такие большие расстояния, на которые сорные семена и плоды могут заноситься водой, ветром, при посредстве животных и т. п.

У подавляющего большинства растений диаспоры распространяются посредством животных, воды, ветра и человека. Это *аллохоры* (от греч. *allos* – другой).

В зависимости от агента, участвующего в распространении диаспор, аллохория подразделяется на зоохорию (от греч. *zoon* – животное), антропохорию (от греч. *anthropos* – человек), анемохорию (от греч. *anemos* – ветер) и гидрохорию (от греч. *hydro* – вода).

Зоохория. Из беспозвоночных животных наибольшую роль в распространении семян и плодов играют муравьи (мирмекохория) (от греч. *myrmex* – муравей). Муравьи часто таскают в свои жилища семена, которые имеют особые мясистые придатки, представляющие для них ценную пищу. Такими придатками снабжены, например, семена чистотела обыкновенного и других растений. Откусывая эти придатки, муравьи, однако, самих семян не трогают, а растаскивают их

в разные места. Поэтому чистотел является постоянным спутником муравьиных дорог.

Из позвоночных меньше всего данных о роли рыб в распространении диаспор (ихтиохория, от греч. *ichthys* – рыба).

Но большую роль в распространении семян и плодов играют птицы. Это явление носит название орнитохория (от греч. *ornis* – птица). Диаспоры, распространяемые птицами, характеризуются следующими особенностями: они имеют привлекательную для птиц съедобную часть, обладают различными свойствами, исключающими поедание незрелых семян и плодов (отсутствие в незрелом состоянии яркой окраски, кислый или горький вкус, твердая консистенция), имеют твердый эндокарпий (защищающий содержимое семени от переваривания), сигнализирующую окраску зрелых диаспор, не имеют запаха (хотя наличие запаха само по себе не отпугивает птиц).

Значительную роль в распространении семян и плодов играют также различные млекопитающие. Как и в случае орнитохории, семена и плоды, распространяемые млекопитающими, характеризуются съедобной частью, защитными свойствами и сигнализирующей окраской, но, в отличие от птиц, для млекопитающих большую роль играет привлекательный запах (у большинства млекопитающих обоняние развито лучше, чем зрение).

Распространение диаспор животными может осуществляться тремя различными способами:

1) эндозоохория (от греч. *endon* – внутри). Характеризуется тем, что семена или плоды целиком поедаются, а семена, их содержимое или эндокарпий с заключенными внутри семенами проходят через пищеварительный тракт и выбрасываются неповрежденными вместе с экскрементами;

2) синзоохория (от греч. *syn* – вместе). Отмечается в том случае, если животные не поедают диаспоры сразу же, а утаскивают их в гнезда или складывают где-либо в запас. При этом часть семян и плодов теряется в пути или остается неиспользованной;

3) эпизоохория (от греч. *epi* – на, над, сверху). Происходит при пассивном переносе диаспор на теле животных.

К эндозоохорным диаспорам относят сочные плоды (костянки, ягоды и пр.) и сочные соплодия. Многие плоды, неприятные нам на вкус или даже ядовитые, вполне привлекательны для птиц. Правда, у большинства птиц пища переваривается очень быстро, и дефекация наступает обычно не позднее чем через 3 ч после приема пищи. Кроме того, далекие перелеты птицы совершают с пустым или почти пустым же-

лудком. Но даже если птицы летят с почти пустым желудком, вероятно, что чем меньше в нем пищи, тем дольше она сохраняется. Нужно учесть также очень большую скорость полета многих птиц (особенно высокую при попутном ветре), что позволяет им за короткое время пролетать сотни километров. Ряд фактов доказывает, что птицы, в частности голуби, сыграли большую роль в распространении отдельных видов растений на далекие расстояния.

Были произведены специальные исследования по кормлению разных птиц, показавшие, что у них, особенно мелких, семена и плоды многих растений совсем не перевариваются и выходят наружу неповрежденными. Так, в произведенных опытах из всех семян, прошедших через кишечник овсянки, проросло 75 %, а из семян, прошедших через кишечник дрозда – 85 %.

Семена некоторых сорняков (щиряцы, крапивы и др.), пройдя через кишечник птицы, развивались гораздо лучше, чем семена тех же видов сорняков, взятые для контроля и не употреблявшиеся птицами.

Опыты по кормлению домашних животных показали, что через кишечник коровы прошло не потерявшими всхожест 27 % семян ромашки непахучей и 58 % семян подорожника ланцетного, а через кишечник свиньи – 40 % семян щавеля малого и 64 % семян лебеды обыкновенной. В среднем через кишечник свиньи проходят неповрежденными 7,4 % сорных семян, лошади – 11,75, коровы – 26,4 %.

Синзоохория. Грызуны и птицы растаскивают плоды преимущественно древесных растений (деревьев и кустарников), хотя они могут разносить любые плоды, в том числе и сочные. Собственно синзоохорные плоды – это сухие плоды или плоды с засыхающим в зрелости и раскрывающимся мезокарпием, как у грецкого ореха и миндаля, а также семена с сухой и очень прочной кожурой. Они богаты питательными веществами, что служит приманкой для животных, а их твердые покровы (околоплодники, эндокарпий или семенная кожура) обеспечивают их сохранность в гнездах и кладовых. Из грызунов большую роль в синзоохории играют различные виды мышей.

Эпизоохория. Diasпоры очень многих видов снабжены различного рода прицепками, якорьками, зацепками, шипами, крючками, летучками и т. д. или выделяют клейкие вещества, благодаря чему могут прикрепляться к животным, птицам, человеку и таким образом распространяться. Семя с прицепками не бывает. Ими могут быть снабжены целые плоды или отдельные плодики (мерикарпии), плоды, окруженные околоцветником или внецветковыми частями, или даже целые соплодия (рис. 31).

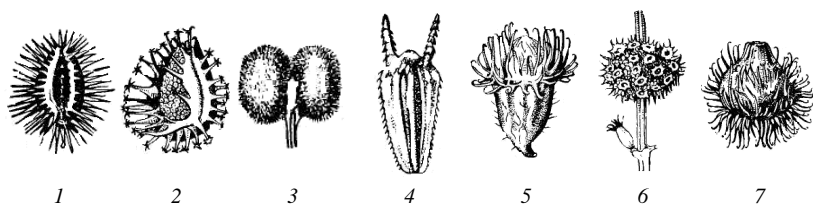


Рис. 31. Цепляющиеся диаспоры: 1 – плодик моркови дикой; 2 – плодик липучки оттопыренной; 3 – плодики подмаренника цепкого; 4 – семянка череды трехраздельной; 5 – плод репейника аптечного; 6 – мутовка шандры обыкновенной; 7 – корзинка лопуха большого

У большинства сорных видов цепкие плоды или соплодия легко отделяются от растения при зацеплении за какой-либо предмет. Но иногда плоды или другие части растений, снабженные крючочками или зацепками, настолько прочно прикреплены, что достаточно за них зацепиться и потянуть, чтобы часть растения и даже все растение целиком было оторвано и унесено. Например, у щетинника зеленого соцветия окружены длинными щетинками (рис. 32), снабженными многочисленными назад обращенными зубчиками. Благодаря зубчикам все колосовидное соцветие (султан) настолько сильно прицепляется к одежде, что легко отрывается с соломиной.

Плоды некоторых сорных растений (якорцы стелющиеся) наделены очень острыми и крепкими прямыми колючками (рис. 32), которые торчат в разные стороны и поставлены так, что обязательно вонзаются в копыта наступающих на них животных.

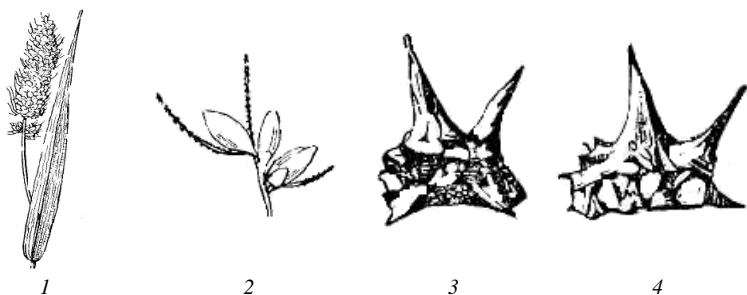


Рис. 32. Соцветие (1) и три зерна с цепляющимися щетинками (2) щетинника зеленого; плоды якорцев (3, 4)

Однако эпизоохорным путем могут переноситься также диаспоры, не имеющие никаких приспособлений для прикрепления к объекту распространения. Хорошо известно, что семена и плоды многих сорных растений (горец птичий, подорожники, лапчатка гусиная и др.) могут распространяться вместе с комочками почвы, прилипающими к ногам животного и человека, к колесам тракторов и автомобилей и т. д.

Анемохория. У семян и плодов вначале не было специальных приспособлений, облегчающих распространение посредством ветра. И тогда преобладала эндозоохория. В настоящее время плоды некоторых сорняков (борщевика, пастернака и др.), имея незначительный вес и округлую форму, легко перекатываются ветром.

В некоторых случаях целые растения, сломанные у корня и подхваченные ветром, перекатываются по земле, образуя так называемое перекасти-поле. В этом случае диаспорой служит целое растение. Хорошим примером таких «перекасти-поле» являются некоторые однолетники – клоповник мусорный, дескурайния Софьи.

Перекатываемые ветром семена, плоды и даже целые кусты сорных растений скапливаются около канав, изгородей, в оврагах и т. п. Поэтому такие места отличаются большим количеством сорняков и являются очагами их постоянного распространения по прилегающим полям. Но так как ветер является универсальным и очень удобным агентом переноса диаспор, то у цветковых растений выработались специальные приспособления для анемохории. У двух самых крупных семейств – орхидных и сложноцветных – анемохория преобладает.

Среди летающих диаспор особенно многочисленны мелкие «пылевые» диаспоры, которые благодаря очень незначительной массе поднимаются даже слабыми восходящими токами воздуха и длительно парят, переносясь таким образом на далекие расстояния. Поэтому мелкие, как пыль, семена характерны для таких семейств, как Орхидные, Росянковые, Заразиховые, Норичниковые и др. Например, масса семян заразиховых составляет всего 0,001 мг. При таких ничтожных размерах семян число их в каждом плоде очень большое. В одной только коробочке заразихи подсолнечной развивается до 2 000 семян.

Другим типом летающих диаспор являются диаспоры типа воздушных шаров, или аэростатов. Аэростатическое приспособление можно наблюдать уже в семенах некоторых орхидных, у соплодий хмеля, некоторых маревых, зонтичных и других растений.

Иногда уже сама форма семян или плодов способствует переносу их ветром.

Например, плоские семена льнянки обыкновенной снабжены очень тонким и нежным летательным придатком (рис. 33). Крыловидные придатки также есть у погремка большого, пастьернака посевного и других растений.

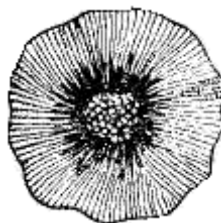


Рис. 33. Семя льнянки обыкновенной

Но гораздо чаще встречаются диаспоры с оперением. Такие диаспоры нередко образуются у растений открытых местообитаний. Оперения, включая различного рода волосовидные придатки, возникают на семенах и плодах представителей самых различных семейств и по морфологической природе очень разнородны. В одних случаях они покрывают всю поверхность семени или плода (у ветреницы, хлопчатника), в других – находятся у основания диаспоры (у плодов рогоза), а наиболее эффективным парашютным устройством является хохолок на верхушке диаспор, характерный для семян сложноцветных. Чем длиннее волоски хохолка, тем лучше плоды и семена держатся в воздухе и переносятся ветром.

Хохолки, играющие роль летательных аппаратов (парашютов), весьма разнообразны. Они могут состоять из простых волосков (осот полевой, крестовник обыкновенный и др.) или ветвистых волосков, имеющих форму перышек (бодяк полевой, кульбаба осенняя) (рис. 34).

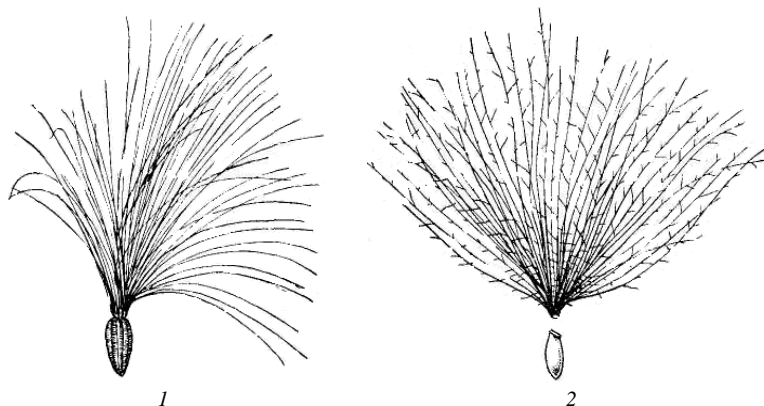


Рис. 34. Летучка осота полевого с неотпадающим хохолком (1); летучка бодяка полевого с отпадающим хохолком (2)

Обычно волоски прикреплены непосредственно к семянкам, но иногда они сидят на особой ножке (одуванчик лекарственный) (рис. 35). При этом волоски прочно соединены с семянками, но при встрече во время полета с каким-либо препятствием хохолок отделяется и семянка падает на землю (бодяк полевой, чертополохи и др.) (см. рис. 34).



Рис. 35. Летучка одуванчика лекарственного (1); раскрывающаяся коробочка кипрея узколистного с вылетающими семенами-летучками (2); раскрытая корзинка одуванчика лекарственного (3)

Имеются разные способы отделения семянок-летучек от растений. Например, у кипрея узколистного семена, снабженные летучками, находятся в коробочке, которая в сухую погоду раскрывается четырьмя створками. Створки при этом загибаются назад и обнажают семена с хохолками, которые сразу уносятся ветром (рис. 35).

У осотов, бодяков, чертополохов и других растений семянки-летучки помещаются в головках или корзиночках, которые в сырую погоду оказываются закрытыми, а хохолки оказываются скрученными и сжатыми. В сухую погоду головки раскрываются, а хохолки быстро растопыриваются и семянки оказываются приподнятыми над краем раскрытой головки и уносятся даже незначительным ветром.

У одуванчика лекарственного семянки с растопыренными хохолками, сидящие на ножках, принимают форму шара, который разлетается лишь при ветре, а при полном безветрии этот шар складывается на ночь и утром снова расправляется (рис. 35).

При вертикальных воздушных течениях в тихие летние дни семена с летучками, например мелкопестника канадского, крестовника обыкновенного, поднимаются вверх, но потом опять опускаются вниз. В результате семена сорных растений попадают на крыши построек, в трещины склонов и т. п.

У крестовника обыкновенного только внутренние семена снабжены хохолками и разносятся ветром, а краевые семянки голые, без хохолка и остаются на месте.

Гидрохория. Вода является мощным агентом распространения семян и плодов. Морские течения, реки и ручьи, ливневые потоки играют очень большую роль в распространении диаспор (метлица полевая, василек синий, живокость полевая, марь белая и др.). Распространяются сорняки и с оросительной водой. В качестве постоянно действующего агента переноса вода достаточно эффективна в отношении только тех диаспор, которые снабжены специальными гидрохорными приспособлениями. Основное гидрохорное приспособление – это надежная защита семени от смачивания. Другое, но менее универсальное гидрохорное приспособление – способность держаться на поверхности воды (если удельный вес семени меньше удельного веса воды). Способствуют гидрохории и различные выросты – якорцы, желвачки и т.п. (череда трехраздельная, щавель курчавый) (рис. 36).

При помощи воды семена сорных растений могут не только разноситься по поверхности земли, но и проникать в глубь почвы, особенно в тех случаях, когда после сильной засухи, дающей в земле множество трещин, наступают сильные ливни.

Встречаются и такие сорные растения, плоды которых раскрываются только в дождливую погоду (коробочки мелких полевых вероник). Дождевые капли вымывают мелкие семена из раскрытых коробочек и разносят их по пашне.

Человек как агент распространения семян и плодов (антропохория). На протяжении большей части биологической истории зоологический вид человек разумный (*Homo sapiens*) был всего лишь одним из агентов зоохории. Но с началом развития цивилизации, с возникновением земледелия и скотоводства человек стал, по существу, новым агентом распространения диаспор, во многом сильно отличающимся

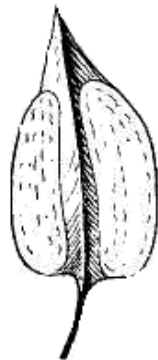


Рис. 36. Плод щавеля курчавого с плавательными желвачками

от обыкновенных агентов зоохории. Великие переселения народов, войны, путешествия, торговые связи были мощным фактором в распространении не только семян и плодов, но и корневищ, клубней, луковиц и целых живых растений. Воздействие человека на расселение растений продолжалось столь длительное время, что очень часто встает вопрос, насколько естественно произрастание того или иного вида в данной стране. Во многих случаях человек как агент разноса диаспор играл отрицательную роль (распространение сорных и вообще вредных растений).

Наибольшая часть сорно-полевых и мусорных сорняков происходит из местной флоры. Кроме них в основном в XIX–XX вв. из Северной Америки, Южной и Восточной Европы, а также из Западной Азии в Центральную Европу проникло около 50 видов сорняков. Широкого распространения они не получили, и численность их невелика. Некоторые из так называемых новичков в мире растений настолько хорошо приспособились и получили широкое распространение, что многие относят эти растения к местной флоре. Так, занесенным видом является ромашка пахучая (*Matricaria matricariodes*), которая произрастает у жилья, по дорогам, на пустырях и встречается по краям полей. Дурман пахучий (*Datura stramonium*) появился в Европе в связи с кочевыми передвижениями народов, а теперь это широко распространенное растение мусорных мест. Из Канады занесен мелколестник канадский (*Erigeron canadensis*), который в последнее время часто засоряет посевы яровых и озимых культур. Также неопитами являются галинсога мелкоцветковая, галинсога реснитчатая, щирица запрокинутая, крестовник обыкновенный и различные виды вероники.

Изначально большинство растений выращивалось в ботанических садах, а затем многие из неопитов одичали и попали в естественную природную среду, но большая часть из них была завезена с семенным материалом или кормами для животных. Вначале они распространялись на территории рядом с местами прибытия грузов и людей, при этом оттеснялись растения местной флоры.

Таким образом, сорные растения заносятся разными способами не только из одной области в другую внутри страны, но и из других стран.

По степени натурализации все заносные иноземные сорные растения подразделяются на четыре группы.

Археопиты (*Archeophytae*, т. е. древние сорные растения). К ним относятся растения, распространенные еще с доисторических времен,

но, вероятно, не существовавшие в данной стране до появления человека (куколь обыкновенный, плевел опьяняющий и др.). Обычно подобные сорняки относят к местной флоре. На самом деле они в диком состоянии нигде не растут и происхождение их теряется в неизвестности подобно происхождению культурных растений, которые они засоряют. Так как эти виды сорняков растут на культурных полях и засоряют главным образом посевы хлебов, то их существование зависит непосредственно от человека.

Неофиты (Neophytae, т. е. новые сорняки). К этому виду относятся занесенные иноземные растения, поселившиеся в условиях естественных местообитаний. Это виды сорных растений (ослиник двулетний), вошедшие в состав местной дикой флоры.

Энекофиты (Eneophytae, т. е. колонисты, поселенцы). К этой группе относятся заносные иноземные растения (мелколепестник канадский, щирица запрокинутая, ромашка пахучая), которые постоянно размножаются в искусственных местах обитания (на возделываемых почвах полей, садов, виноградников и т. п.). Существование этих видов зависит от человека. Как правило, эти виды отличаются большой плодовитостью, способностью разноситься ветром на большие расстояния. Но в естественных условиях они не настолько сильны, чтобы конкурировать с видами дикой флоры.

Эфемерофиты (Ephemerophytae, т. е. путешественники, кочующие, или временные, виды). К этой группе относятся иноземные виды, которые появляются в небольшом количестве и всегда являются временными. Они попадают в неподходящие для них климатические и другие условия. Одни из них всходят и развиваются лишь до цветения, другие достигают плодоношения, но не дают зрелых семян или дают их в ничтожном количестве. Они произрастают в течение некоторого времени в пунктах заноса, но при неблагоприятных условиях погибают и дальше не распространяются.

Период биологического покоя семян. Прорастание семян – это переход их от состояния покоя к росту. Для него требуются вода (ткани зрелых семян сильно обезвожены), кислород для дыхания и определенная температура, а иногда и свет. Прорастанию семени предшествует его набухание – процесс, связанный с поглощением большого количества воды и обводнением тканей семени. Одновременно с поглощением воды активизируются ферменты, переводящие запасные питательные вещества семени в легкоусвояемую, доступную для зародыша форму. В результате начинают расти все органы зародыша. Пер-

вым обычно прорывает кожуру и выступает из микропиллярного отверстия зародышевый корешок, который дает начало главному корню. Затем трогаются в рост верхушечная почка, из которой формируется главный побег. Так зародыш превращается в проросток. Тип прорастания семян определяет характер роста зародыша, строение семядолей и рост гипокотыля. Существует надземное и подземное прорастание. При надземном прорастании семядоли выносятся в воздушную среду и зеленеют. Вынос семядолей над почвой у двудольных чаще происходит за счет удлинения гипокотыля либо в результате разрастания черешков семядолей. Удлиняющийся гипокотиль растет неравномерно, образуя петлеобразный изгиб, который проникает через верхний слой почвы, а верхушка побега скрыта между семядолями. Гипокотиль, выйдя на поверхность, выпрямляется и выносит семядоли. При разрастании черешков почечка может оставаться в почве под защитой сближенных, а иногда сросшихся оснований. При надземном прорастании однодольных растений (лук) выход семядоли на поверхность происходит за счет вставочного роста основания самой семядоли, которая петлеобразно изгибается.

При подземном прорастании семядоли не выносятся наружу, а остаются в почве и служат либоместилищем запасных питательных веществ, либо гаусторием, передающим их из запасяющих тканей проростку (горох, кукуруза). При этом побег начинает сразу расти вверх, а почечка у двудольных защищена плотно сомкнутыми низовыми листьями. Эти листья защищают конус нарастания побега и пробивают почву.

Сначала проросток питается органическими веществами, запасенными в семени. С появлением первого настоящего листа проросток превращается в растение, которое начинает самостоятельно синтезировать органическое вещество. Однако некоторое время оно еще питается и запасами семени.

Важная биологическая особенность большинства сорных растений, способствующая выживанию их в неблагоприятных условиях и длительному сохранению, – недружность прорастания семян. Если бы семена сорняков прорастали так дружно, как семена культурных растений, то бороться с ними было бы значительно легче (табл. 6).

Таблица 6. Сравнительное прорастание семян сорных и культурных растений

Растение	Число проросших семян							Всего проросло семян, %
	Март		Апрель		Май		1-я половина июня	
	1-я половина	2-я половина	1-я половина	2-я половина	1-я половина	2-я половина		
Прорастание сорняков в лаборатории								
Пупавка полевая	28	8	5	3	7	8	4	63
Пастушья сумка	38	9	1	2	4	3	2	59
Ромашка непахучая	17	9	7	20	8	18	1	80
Яснотка пурпурная	33	4	1	2	19	15	2	76
Кульбаба осенняя	6	1	6	39	7	17	2	78
Подорожник средний	30	2	4	35	1	1	12	85
Щавелек	75	9	–	1	3	2	3	93
Дивала однолетняя	13	2	1	10	–	6	2	34
Осот полевой	21	9	5	30	–	–	1	66
Клевер ползучий	42	10	7	2	8	3	3	75
Метлица обыкновенная	9	10	–	10	18	41	–	88
Лютик едкий	6	49	17	13	1	4	–	90
Льнянка обыкновенная	45	2	–	–	1	2	–	50
Горец почечуйный	26	31	16	5	14	1	–	93
Лапчатка гусиная	14	33	10	14	5	2	–	78
Короставник полевой	14	18	–	3	8	–	–	43
Подорожник большой	21	6	29	38	4	–	–	98
Горец птичий	–	19	5	4	4	–	–	32
Бородавник обыкновенный	25	54	–	2	–	–	–	81
Клоповник мусорный	70	12	6	6	–	–	–	94
Незабудка полевая	49	6	6	3	–	–	–	64
Горец выюнковый	4	8	2	11	–	–	–	25
Василек синий	73	8	4	–	–	–	–	85
Куколь обыкновенный	98	2	–	–	–	–	–	100
Воробейник полевой	61	11	–	–	–	–	–	72
Костер ржаной	95	–	–	–	–	–	–	95
Прорастание культурных растений в лаборатории								
Ячмень	96	–	–	–	–	–	–	96
Рожь	98	–	–	–	–	–	–	98
Пшеница	95	–	–	–	–	–	–	95
Лен-долгунец	100	–	–	–	–	–	–	100
Прорастание сорных растений в лаборатории (л) и в поле (п)								
Ромашка душистая (л)	–	1	–	–	1	–	–	4
Ромашка душистая (п)	–	–	–	–	37	22	3	62
Подмаренник цепкий (л)	–	–	–	–	1	–	–	1
Подмаренник цепкий (п)	–	–	–	–	92	8	–	100
Кривоцвет полевой (л)	–	–	–	2	–	–	–	2
Кривоцвет полевой (п)	–	–	–	–	20	40	16	76

Из табл. 6 видно, что семена культурных растений (ячмень, рожь, пшеница, лен-долгунец) прорастают довольно быстро и дружно уже с самого начала, в течение первой половины марта. Практически аналогично прорастают семена типичных сорно-полевых растений, обычно засоряющих данные культуры. Это костер ржаной, василек синий и в особенности куколь обыкновенный, все семена которого прорастают уже в марте.

Семена большинства других сорных растений имеют более растянутый период прорастания, продолжающийся у первых 10 видов в течение 3,5 мес. По истечении этого срока у большинства видов растений оставались еще семена, которые не проросли, но, видимо, сохранили свою всхожесть.

У многих видов сорняков наблюдается некоторая периодичность в прорастании. Например, у ромашки непахучей в первой половине марта проросло 17 семян, в конце марта – начале апреля – всего 7–9, во второй половине апреля всхожесть опять повысилась до 20, а в первой половине мая она снизилась до 8 семян и, наконец, во второй половине мая она опять повысилась до 18, но в июне снова упала – проросло всего одно семя. Такая же тенденция отмечается у яснотки пурпурной, подорожника среднего и ряда других сорных растений. При изучении данного вопроса было выявлено, что семена сорняков, вышедшие из покоя, дают две волны прорастания. Так, группа ранних яровых и зимующих сорных растений – осенью и в первой половине весны, группа поздних – летом и во второй половине весны. При этом первые сорняки осенью и вторые летом прорастают, как правило, в нижних горизонтах, а весной – во всей толще пахотного слоя.

По данным П. А. Костычева, из 400 семян пастушьей сумки за 1 173 дня проросло всего 75 семян, а остальные за указанный срок не проросли, но при этом не потеряли жизнеспособности.

Основная причина одновременного прорастания – это наличие периода биологического покоя, когда физиолого-биохимические процессы ослаблены, а роста совсем нет. Такой период в жизненном цикле семян обуславливает ряд причин: водо- и воздухонепроницаемость покровов, создающих вокруг семени большое содержание углекислоты, которая оказывает консервирующее действие; высокое осмотическое давление клеточного сока в оболочках семени; физиологическая незрелость зародыша; наличие в разных частях семени тормозящих веществ (ингибиторы), которые задерживают его прорастание; обособленность протоплазмы, элементы которой еще не включились

в метаболизм всего организма. С общебиологической точки зрения период покоя семян сорных растений представляет собой способ приспособления организма сохранять жизнеспособность в неблагоприятных условиях.

Различают естественный (первичный) и вынужденный (вторичный) покой. Естественный покой при отсутствии условий для прорастания может переходить в вынужденный. Период покоя может быть нарушен под влиянием света, переменных температур, токов высокой частоты, механического (скарификация) или химического разрушения оболочки. Период покоя часто снимается у семян после прохождения через пищеварительный тракт животных (мацерация). Чтобы вывести жизнеспособные семена сорных растений из периода покоя, необходимо в первую очередь обеспечить доступ воздуха, тепла и воды к зародышу и запасным питательным веществам. Некоторые факторы (мороз, периодическая смена температуры и изменение влажности среды) открывают доступ воздуха, тепла и воды, так как под их влиянием повышается проницаемость оболочки семени. Мороз оказывает действие лишь на влажную оболочку, потому что при этом повышается активность ферментативных процессов в набухших семенах. Благоприятное влияние чередования морозов и оттепелей в зимний период является важной причиной высокой энергии прорастания весной зимовавших в почве семян сорных растений. На сухие семена мороз действует слабо, поэтому весной они прорастают медленно и в меньшем количестве.

Обычно семена сорняков, лишенные приспособления для распространения ветром, имеют твердую оболочку (марь белая, горец вьюнковый, редька дикая). Они в большом количестве попадают в почву при обработке полей. Сохранению таких видов благоприятствует резко выраженный длительный период покоя семян.

Вероятность сохранения вида растений, семена которых переносятся ветром, обусловлена рассевом на возможно большие расстояния. В этом случае часть семян попадает в условия, благоприятные для закрепления вида в данной экологической нише. Подобное распространение сопряжено с большими отходами семян. Но здесь важно быстрое прорастание семян при наличии тепла, влаги и света без заделки в почву. Скорость прорастания семян таких растений (кипрей узколистный, кульбаба осенняя, осот полевой, одуванчик лекарственный и др.) обусловлена наличием в семени удобоусвояемой для зародыша пищи и отсутствием твердой оболочки и периода покоя.

Хорошо прорастают после созревания семена мать-и-мачехи, скерды кровельной, клевера ползучего и крестовника обыкновенного.

Но, как правило, семена, способные к прорастанию сразу же после созревания, очень быстро теряют всхожесть, так как зародыш недостаточно защищен от высыхания тонкой водопроницаемой кожурой. В то же время не прорастают семена сушеницы топяной и полыни обыкновенной. При этом семена полыни хорошо прорастают весной после перезимовки их в поле.

Период покоя метлицы полевой составляет около 21 дня, у овсяга – около трех месяцев. Семена многих крестоцветных растений прорастают довольно быстро, в отличие от зонтичных. В целом семена однолетних сорняков прорастают быстрее, чем многолетних.

Семена эфемеров после созревания имеют резко выраженный период покоя, который проходит у них при высокой летней температуре, в то время как у многих сорных растений этот период протекает при пониженной температуре, когда почва хорошо увлажняется.

Причиной недружности появления всходов у лебеды (*Atriplex* L.) является образование на одном растении семян трех групп. Первая группа представлена семенами около 4 мм в диаметре, имеющими форму невысоких цилиндров белого цвета, которые всходят сразу после того, как осыпятся и попадут в благоприятные условия. Вторая группа включает семена слегка чечевицеобразной формы (2–3 мм) коричневого цвета, которые дают всходы только весной будущего года. Третью группу представляют семена размером 1–1,5 мм резко чечевицеобразной формы блестяще-черной окраски, прорастающие весной на третий год. При этом растения, выросшие из семян каждой группы, могут образовывать семена трех групп.

Разноплодие (гетерокарпия) имеет место и у овсяга обыкновенного. У него на одном растении имеется три типа зерновок, которые существенно отличаются по морфологическим, анатомическим и биологическим признакам. Верхние зерновки в колосках легко осыпаются, имеют длинный период покоя (до 22 мес) и растянутое прорастание. Растения из них развиваются по типу позднеспелых. Нижние зерновки в колосках являются самыми крупными, не осыпаются, имеют короткий период покоя (2,0–2,5 мес), хорошо и дружно прорастают, растения из них развиваются по типу раннеспелых. Средние зерновки занимают промежуточное положение по всем признакам и свойствам, а развивающиеся из них растения являются скороспелыми.

Разнокачественные семена и плоды также имеются у горца птичьего (удлиненные осенние и мелкие летние), проса куриного (темные и светлые), мари белой (плоские и выпуклые), воробейника полевого (неосыпающиеся и осыпающиеся) и других сорняков (табл. 7).

Таблица 7. Влияние типа диаспор на их всхожесть

Сорное растение	Плоды и семена	Время, прошедшее после сбора, мес							
		0,5	1	3	6	10	12	22	
Овсюг обыкновенный	Нижние	0	19	60	80	97	100	100	
	Средние	0	0	20	66	100	98	100	
	Верхние	0	0	0	0	48	60	85	
Марь белая	Плоские	30	42	58	60	75	87	97	
	Выпуклые	0	2	5	7	6	8	35	
Воробейник полевой	Неосыпающиеся	0	0	7	13	25	64	80	
	Осыпающиеся	0	0	28	33	59	100	96	
Крестовник обыкновенный	Краевые	20	29	52	65	46	47	59	
	Центральные	35	57	68	76	83	85	94	
Щетинник сизый	Темные	10	15	35	47	63	65	73	
	Светлые	40	45	80	76	62	69	35	
Одуванчик обыкновенный	Краевые	12	27	76	92	93	94	98	
	Центральные	18	49	73	88	90	76	97	

У некоторых растений разноплодие пошло дальше – у них в одном соцветии могут развиваться семена и луковички. Такие растения называются живородящими, а само явление *vivipарией*. Она свойственна некоторым растениям из семейства злаковых и лилейных.

Жизнеспособность семян. Если у культурных злаков семена при хранении сохраняют всхожесть до 5–10 лет, то у большинства сорняков всхожесть сохраняется в сухом состоянии целыми десятилетиями. Так, в исследованиях американских ученых было выявлено, что многие сорные растения способны сохранять жизнеспособность до 35–70 лет. Но так как семена были изолированы от почвы и влаги, эти данные не совсем адекватны для условий производства. По данным С. А. Котта, за 20 мес теряют жизнеспособность 66,5 % семян, за 32 мес – 67,1 %, за 44 мес – 73,4 %, за 56 мес – 79,2 % и за 80 мес – 80,3 % семян. Почти полное очищение постоянно обрабатываемой почвы при отсутствии нового попадания семян может произойти в среднем за 8–12 лет, т. е. за одну ротацию 8–12-польного севооборота. Как свидетельствуют данные ученых Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, полное отмирание семян всех видов сорняков происходит самое большое за 24 года, а не за 50–75 лет, как неправильно допускают некоторые исследователи, ссылаясь на американских ученых.

Благодаря твердой водо- и воздухо непроницаемой оболочке семена длительное время остаются жизнеспособными независимо от влажности почвы. И только семена немногих видов теряют всхожесть через

1–2 года. И чем тверже оболочка, тем больше длительность сохранения семян (табл. 8).

Таблица 8. Жизнеспособность диаспор сорных растений

Сорное растение	Жизнеспособность, лет
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
Овсяг	5
Одуванчик лекарственный	2
Осот полевой	5
Пастушья сумка	11–35
Пикульник красивый	2–14
Пикульник обыкновенный	2–14
Польнь 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

Семена с твердой оболочкой или заключенные в твердый околоплодник (пикульники, подмаренник цепкий, кривоцвет полевой, редька дикая) в лабораторных условиях очень плохо или совсем не прорастают, тогда как те же семена, посеянные в почву в полевых условиях, имеют высокую всхожесть. У подмаренника цепкого в лаборатории пророс только 1 % семян, а остальные почти все сгнили, тогда как в поле взошли все 100 % семян. При изучении семян кривоцвета полевого эти данные соответственно составили 2 и 76 %. В лаборатории семена редьки полевой в стручках совсем не дали ростков, а очищенные от стручков проросли хорошо; у высеянных же в почву в стручках взошло 60 % семян.

Как правило, семена многолетних и отчасти двулетних сорняков, если своевременно не попадут во влажную почву и другие требуемые для них условия, быстро теряют всхожесть. Семена же большинства однолетних сорняков в сухом состоянии могут очень долго сохранять свою жизнеспособность, и период прорастания у них может продолжаться годами.

По данным С. А. Котта, отмирание семян сорняков происходит быстрее:

- в верхних слоях почвы;
- в почвах легких сравнительно с тяжелыми;
- в почвах, обогащенных органическими веществами, сравнительно с сильно оподзоленными;
- в среднеувлажненных почвах сравнительно с сухими.

Всхожесть семян в зависимости от спелости и зрелости. Необходимо различать, во-первых, спелость семян, приобретаемую на самом растении, и, во-вторых, зрелость семян или полную годность и готовность их к прорастанию, которая наступает для семян большинства растений только после периода покоя. У многих растений семена, собранные до опадения их с растения, обычно становятся невсхожими. Однако семена некоторых видов сорных растений (овсюг, горчица полевая, вьюнок полевой, гулявник Лезеля и др.) могут прорасти даже быстрее, чем зрелые (табл. 9).

Таблица 9. Прорастание зрелых и незрелых семян сорных растений

Сорное растение	Температура проращивания, °С	Всхожесть, %	
		незрелых	зрелых
Вьюнок полевой	12–15	56	40
Гулявник Лезеля	12–15	62	37
Донник желтый	12–15	47	9
Икотник серый	12–15	62	47
Клоповник мусорный	12–15	80	5
Марь белая	12–15	37	0
Пастушья сумка	12–15	57	16
Ромашка непахучая	12–15	87	71
Скерда кровельная	20–22	22	7
Ярутка полевая	12–15	100	90
Щирица запрокинутая	12–15	71	42

Но при этом зрелые семена данных растений, как правило, дольше сохраняют жизнеспособность и имеют наибольший процент всхожести (табл. 10).

Таблица 10. Влияние степени зрелости на прорастание семян сорных растений, %

Сорное растение	Степень зрелости семян	Всхожесть по годам, %				
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Костер ржаной	Незрелые	89	94	87	51	30
	Зрелые	97	97	92	93	81
Скерда кровельная	Незрелые	31	19	13	5	2
	Зрелые	93	85	77	40	9
Подорожник большой	Незрелые	96	87	36	1	–
	Зрелые	97	100	81	13	–

Недозрелые семена не могут осыпаться с растущего материнского растения, а в практике сельскохозяйственного производства нередко приходится скашивать такие сорняки. Незрелые жизнеспособные семена у многих видов при благоприятных условиях прорастают. Часть семян достигает биологической зрелости на скошенных растениях и после осыпания увеличивает потенциальную засоренность почвы. Поэтому подкашивание сорняков нужно проводить не позднее фазы цветения.

После подкашивания ряда сорных растений (икотник серый, пастушья сумка, лебеда раскидистая, ромашка непахучая, вьюнок полевой, скерда кровельная, клоповник мусорный, козлобородник луговой, донники и др.) всхожесть их семян повышается.

Семена некоторых сорных растений способны нормально прорастать по достижении ими спелости на растении, т. е. спелость и зрелость у них наступают почти одновременно. К таким растениям относятся эфемерные виды (звездчатка средняя), способные в течение одного сезона давать несколько поколений.

Влияние света на всхожесть семян. Семена многих сорных растений могут прорасти при освещении и в темноте. Однако есть сорняки, семена которых лучше прорастают на свету или только при освещении (гелиофилы, гелиофиты), а некоторые имеют повышенную всхожесть в темноте либо прорастают только в темноте (гелиофобы). Так, например, лучше прорастают на свету семена метлицы полевой, мятлика однолетнего, мятлика лугового, медвежьего уха, зверобоя обыкновенного и многих сорняков из семейства зонтичных, а в темноте – семена повилки европейской, липучки щетинистой, фацелии и др. При этом отношение семян к свету и темноте очень часто не зависит ни от систематического положения растений, ни от анатомических и морфологических особенностей их. Семена гелиофитов длительное время не прорастают, если они покрыты слоем почвы, а гелиофобов, наоборот, – на поверхности почвы, несмотря на наличие

влаги и тепла. Влияние света на прорастание семян часто зависит от температуры окружающей среды. Например, семена щирицы запрокинутой являются вообще типичными гелиофобами, но степень их светобоязни может резко меняться в зависимости от температуры. Так, при температуре до 20 °С семена этого сорняка энергичнее прорастают в темноте, чем на свету. При температуре выше 20 °С и на свету, и в темноте всхожесть их одинакова (табл. 11).

Таблица 11. Прорастание семян щирицы запрокинутой на свету и в темноте при разной температуре, %

Время проращивания	В лаборатории (до 20 °С)		В термостате (22–26 °С)	
	–	2	25	74
Октябрь	–	2	25	74
Ноябрь	1,5	4	93	98
Декабрь	1,5	12,5	98	97

Данные таблицы объясняют, почему всходы щирицы запрокинутой появляются на полях обычно в две фазы: весной из тех семян, которые лежат прикрытые почвой и могут давать всходы при сравнительно низких температурах в темноте, и летом, когда высокие температурные условия способствуют прорастанию как прикрытых почвой, так и лежащих на ее поверхности семян.

В опытах, проведенных в Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, было выявлено, что семена амброзии полыннолистной лучше прорастают на свету, чем в темноте. При этом степень влияния света очень зависит от температуры. Так, при температуре 25 °С на свету проросло 85,5 % семян, что на 29,0 % больше, чем в темноте. Снижение температуры до 5–15 °С привело к повышению всхожести на свету до 97,5 % и к значительному снижению ее в темноте.

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

Обычно все переносимые ветром семена прорастают хорошо на свету и не прорастают при заделке в почву на глубину 2–4 см. Прорастание у них начинается на высоком уровне на 3–6-й день и заканчивается на 15–34-й день.

Термические константы прорастания семян. Семена сорных растений могут иметь активную жизнеспособность (процент всхоже-

сти их при оптимальной температуре) и пассивную (скрытую, потенциальную), показатель которой составляют невзошедшие при оптимальной температуре среды проращивания жизнеспособные семена. Количество в почве семян сорных растений с активной жизнеспособностью в конечном итоге определяет степень и тип засоренности посевов на каждом поле в данное время, а с пассивной – в последующий период. Интенсивность прорастания семян сорняков и степень засоренности посевов в значительной степени зависят от температуры. Семена каждого вида имеют свои термические константы начала прорастания (минимальная температура), наибольшей всхожести (оптимальная температура) и прекращения прорастания (максимальная температура) (табл. 12).

Таблица 12. Термические константы прорастания семян, °С

Сорное растение	Минимальная температура	Температура появления массовых всходов	Оптимальная температура	Максимальная температура	Температурный интервал прорастания
По данным полевых опытов					По данным лабораторных и полевых опытов
Лебеда татарская	5–6	9–10	10	40	4–40
Марь белая	5–6	9–10	15	40	4–41
Ярутка полевая	6–9	10–14	12	35	6–35
Мелколпестник канадский	6–9	9–10	10	30	6–30
Дескурайния Софьи	6–9	8–10	12	33	4–33
Донник желтый	7–8	9–10	13	32	4–32
Горчица полевая	8–9	12–13	16	32	4–32
Пырей ползучий	9–10	–	14	32	4–32
Горец вьюнковый	10–11	14–15	17	35	4–35
Вьюнок полевой	10–12	14–15	19	40	4–40
Щетинник сизый	11–12	14–15	20	36–40	11–40
Щетинник зеленый	11–12	15–16	21	40–42	11–42
Просо куриное	11–12	15–16	22	40–42	11–42
Щирица белая	13–14	16–17	22	40–42	12–42
Щирица запрокинутая	13–14	16–17	23	40–42	12–42
Белена черная	13–15	17–19	22	36	12–36
Осот полевой	13–14	17–19	22	36	12–36
Паслен черный	13–14	18–20	21	36	12–36
Бодяк полевой	20–21	21–22	24	36	18–36

В зависимости от минимальной температуры прорастания семена сорняков можно условно разделить на четыре группы: очень холодостойкие, способные прорасти при 2–4 °С (ранние яровые, озимые и

зимующие); холодостойкие, прорастающие при 6–8 °С (среднеранние яровые однолетники, морозостойкие дву- и многолетники); требовательные к теплу, способные к прорастанию при температуре не менее 10–12 °С (поздние яровые однолетники, теплолюбивые дву- и многолетники); очень требовательные к теплу, начинающие прорастать при температуре не ниже 14–16 °С (теплолюбивые представители всех биологических подтипов).

При этом семена озимых и зимующих сорняков прорастают лучше всего при температуре 10–12 °С, яровых – при 23–27 °С, а двулетних и многолетних сорных растений – при температуре 25–30 °С (табл. 13–15). Температура выше 10–12 °С для озимых и зимующих сорняков отрицательно влияет на их всхожесть.

Таблица 13. Влияние температуры на всхожесть семян яровых сорных растений, %

Сорное растение	Температура, °С	
	10–12	23–27
Дурман воночий	0	95
Просо куриное	9–12	81–97
Марь белая	21–25	71–76
Паслен черный	0	87–96
Черда трехраздельная	4–6	80–100
Щирица белая	3–5	67–87
Щирица запрокинутая	2–4	79–96

Таблица 14. Влияние температуры на всхожесть семян озимых и зимующих сорных растений, %

Сорное растение	Температура, °С	
	10–12	22–27
Воробейник полевой	100	0
Дескурайния Софьи	8,7	0,4
Живокость полевая	67,5	0
Мелколестник канадский	55,3	17
Пастушья сумка	54,6	13,1
Скерда кровельная	69	44

Таблица 15. Влияние температуры на всхожесть семян двулетних и многолетних сорных растений, %

Сорное растение	Температура, °С	
	10–12	22–27
Белена черная	0	87
Бодяк полевой	6	82
Осот полевой	0	13

Положительно влияют на всхожесть семян сорных растений переменные температуры. Так, под их воздействием повышается процент проросших семян у щирицы белой и запрокинутой, белены черной, паслена черного, ярутки полевой, мари белой и пырея ползучего.

Потребность семян во влаге при прорастании. Потребность в воде, необходимой для прорастания, зависит от толщины, структуры, гигроскопичности семенной оболочки, химического состава, содержания слизистых веществ, температуры. Чем плотнее оболочка и выше содержание белка в эндосперме, тем больше требуется воды для прорастания семени. При пониженной температуре семена поглощают воду медленно, что связано со слабым дыханием и меньшей потерей сухих веществ, чем при высокой температуре. По этой причине, несмотря на достаточное количество влаги, жизнеспособные семена всех сорняков при пониженной температуре прорастают хуже, чем при повышенной.

Семена, покрытые рыхлой плодовой оболочкой или заключенные в мягкий (гигроскопический) околоцветник, лучше впитывают и дольше удерживают влагу, прорастая быстрее, чем те, которые заключены в плотную оболочку и не имеют околоцветника после созревания. Так, семена, которые заканчивают биологический покой еще на растении, способны прорасти на корню в случае, если длительное время стоит теплая погода, а воздух насыщен водяными парами.

У некоторых видов сорных растений из семейств подорожниковые, губоцветные, крестоцветные, молочайные поверхность семян после смачивания водой покрывается слизистым слоем упругой консистенции. Это препятствует потере влаги в атмосферу, поэтому для прорастания не обязательно, чтобы семена таких сорняков были прикрыты почвой, поскольку они обладают повышенной всхожестью после набухания и в условиях временного дефицита влаги. Семена с ослизненной оболочкой легко распространяются с помощью птиц и животных, так как после некоторого подсыхания хорошо прилипают к чему-либо и долго удерживаются.

В основном же семена большинства сорных растений требуют для набухания 35–55 % воды от абсолютно сухой массы.

Для лучшего прорастания семян почва должна быть увлажнена на 60 % от полной влагоемкости. В то же время семена метлы хорошо прорастают при влажности 30 % и не прорастают при влажности 10 %.

Сухость в сочетании с низкой температурой уменьшает интенсивность дыхания и всех других физиологических и биохимических про-

цессов, происходящих в семени и зародыше, и способствует их большей долговечности по сравнению с влажными.

Прорастание семян в почве с различным механическим составом. С механическим составом почвы связан один из основных показателей водного режима – водоудерживающая способность. От того, как быстро способна почва отдать воду семенам, зависит интенсивность их прорастания при одинаковых прочих условиях. На легких по механическому составу почвах сорняки начинают прорастать быстрее, чем на тяжелых. Это объясняется способностью песчаной и супесчаной почв быстрее, чем глинистой и суглинистой, отдавать почвенную влагу семенам. Полуторная или двойная гигроскопичность различных по механическому составу почв, при которой начинают прорастать семена большинства сорных растений, неодинакова. Это является одной из причин разной всхожести семян на разных почвах: в черноземной почве они быстрее прорастают, так как чернозем обладает повышенной теплопроводностью и меньшим теплоизлучением, чем дерново-подзолистые и серые лесные почвы. На энергию прорастания семян, рост и развитие сорняков влияет также реакция почвенной среды. Почвенным разностям обычно соответствуют определенные виды сорняков.

Значение плотности почвы для прорастания семян. После прикапывания вспаханной почвы всегда появляется больше всходов сорняков по сравнению с неприкатанной пашней. Однако плотность почвы оказывает различное влияние на всхожесть семян лишь при определенной ее влажности.

Всхожесть семян после пребывания в воде. Семена сорных растений после созревания благодаря их плавучести нередко попадают в водоемы и, находясь там длительное время, не теряют жизнеспособности. После пребывания в воде в течение 22 мес не теряли жизнеспособности семена вьюнка полевого, а на протяжении 33 мес – семена проса куриного и пырея ползучего. После 13-месячного нахождения в воде всхожесть семян мари белой составила 27 %, щетинника зеленого и щирицы белой – 5, щетинника сизого – 16 %.

Прорастание семян в почве на различной глубине. Прорастание семян сорняков зависит не только от условий среды, но и от глубины расположения в почве. При благоприятных условиях большинство сорняков способно прорасти во всем пахотном слое. Однако всходы появляются только из семян, проросших в верхнем слое почвы. Для каждого вида существуют свои константы глубины, с которой могут появляться всходы. Чем крупнее семена, тем с большей глубины

из них появляются всходы. Так, например, семена овсюга обыкновенного могут прорасти с глубины 25–30 см, а семена повилики клеверной уже не прорастают с глубины 4 см, зерна метлицы полевой – с глубины 1 см.

Наиболее благоприятная глубина прорастания составляет 1–5 см. При более глубокой заделке во влажную почву семян тех же видов прорастание задерживается и всходы бывают ослабленными. При прорастании семян на большой глубине всходы большинства из них не появляются, так как проростки быстро теряют запасы питательных веществ и гибнут. Это приводит к самоочищению почвы.

В зависимости от предельной глубины, с которой семена сорняков не дают всходов, их можно условно разделить на четыре группы. Первая группа представлена сорняками, семена которых не всходят с глубины более 5 см (мелкопестник канадский, мак-самосейка, пикульник обыкновенный, гулявник лекарственный, торица полевая, марь сизая, полынь горькая и др.). Ко второй группе относятся растения, семена которых не всходят при заделке свыше 10 см (подмаренник цепкий, горец почечуйный, щавель курчавый, лютик ползучий, свербига восточная, чистец болотный и др.). Семена третьей группы сорняков (плевел льняной, дымянки лекарственной, лопух большой, костер ржаной, повой заборный и др.) не прорастают при глубине заделки более 20 см. К четвертой группе относятся сорняки, семена которых даже при глубине более 20 см могут давать жизнеспособные всходы (овсюг обыкновенный, пырей ползучий и др.) (табл. 16).

Таблица 16. Предельная глубина прорастания семян сорных растений

Сорное растение	Предельная глубина прорастания, см
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 опьяняющий	4–6
Плевел льняной	10–13
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

Продолжение табл. 16

Сорное растение	Предельная глубина прорастания, см
Горец птичий	8–10
Горец вьюнковый	8–10
Пикульник красивый	4–5
Бородавник обыкновенный	6–7
Горец перечный	6–7
Горец почечуйный	6–7
Горец шероховатый	6–7
Лебеда раскидистая	4–5
Осот огородный	3–4
Очный цвет полевой	4–5
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 мелкоцветковая	2–3
Ромашка пахучая	6–7
Фиалка полевая	4–5
Пастушья сумка	2–3
Ярутка полевая	4–5
Дескурайния Софьи	3–4
Василек синий	4–7
Костер ржаной	10–12
Костер полевой	4
Куколь обыкновенный	10–12
Кривоцвет полевой	12–13
Гулявник Лезеля	1,5–2
Латук компасный	4–5
Мак-самосейка	1–1,5
Мелкопестник канадский	1–1,5
Пупавка полевая	4–5
Щавель конский	6–8
Мятлик однолетний	3–4
Лопух большой	10–14
Чертополох поникающий	10–12
Свербига восточная	6–7
Дрема белая	1,5–2
Морковь дикая	8–10
Яснотка пурпурная	5–6

Сорное растение	Предельная глубина прорастания, см
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
Лютик едкий	1,5-2
Подорожник большой	2-3
Будра плющевидная	2-3
Лапчатка гусиная	2-3
Лютик 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
Свиной пальчатый	2-3
Сныть обыкновенная	6-7
Вьюнок полевой	4-6
Льнянка обыкновенная	3-4
Бодяк полевой	4-5
Осот полевой	8-12
Повой заборный	12-14
Чистец болотный	5-7

Глубина залегания семян сорных растений в почве и продолжительность их нахождения в ней влияют на сохранение жизнеспособности и интенсивность прорастания в дальнейшем. За вегетационный период больше всего семян сорняков уменьшается в поверхностном слое почвы. Значительное количество их прорастает и появляется в виде всходов на поверхности почвы. В более глубоких слоях ее за вегетационный период погибает около 20 % семян, а у оставшихся процент всхожести оказывается более высоким по сравнению с сохранившимися семенами в поверхностном слое почвы. Это может быть связано с деятельностью грибов и анаэробных бактерий, которые разрушают постепенно плотные оболочки семян и плодов, что ускоряет

прохождение воды и воздуха через оболочку. Когда они попадают в благоприятные условия, это ускоряет их прорастание.

Влияние минеральных удобрений на всхожесть семян сорных растений. После внесения минеральных удобрений изменяется почвенная среда: чем больше дозы, тем выше концентрация, которая к тому же еще зависит и от степени увлажненности почвы. Внесение некоторых минеральных удобрений в оптимальных дозах, в частности азотных, стимулирует прорастание семян многих сорняков. Более слабое стимулирующее действие оказывают фосфорные и калийные удобрения.

Однако некоторые туки, особенно в повышенных дозах и при слабой увлажненности почвы, могут оказать угнетающее действие на прорастание семян отдельных сорняков. Несмотря на это, при хорошей обеспеченности почвы элементами питания появившиеся всходы сорных растений в дальнейшем лучше развиваются, имеют повышенную плодовитость, сильнее угнетают культурные растения. Таким образом, в связи с широким использованием минеральных удобрений засоренность посевов сельскохозяйственных культур заметно изменяется и сорняки могут иметь более широкий спектр действия на культурные растения.

Жизнеспособность семян в навозе и птичьем помете. Использование засоренной соломы на подстилку или скармливание зеленой массы с примесью сорняков и их семян приводит к тому, что последние могут попасть в навоз или птичий помет. Жизнеспособность семян в такой среде сохраняется долго, особенно если навоз вывозят на поле неперепревшим. Свежий навоз и птичий помет, собранные за зиму, к весне не в состоянии полностью перепреть, так как для химических процессов (брожения) нужна теплая погода. При температуре в навозной куче до 30–50 °С для этого необходимо не менее двух месяцев. При 10–12 °С семена почти не теряют жизнеспособности. Для полного отмирания необходима температура не менее 70 °С в течение хотя бы четырех недель. Кроме того, многие семена находятся на поверхности навозных куч, где почти не происходит брожение, особенно в сухие годы. В связи с этим часто вместе с навозом в почву попадают семена сорных растений, что увеличивает засоренность посевов. В жидком навозе семена сорных растений погибают от высокой концентрации аммиака. Чем она выше, тем быстрее гибнут семена.

По данным С. А. Котта, в 600 г свежего конского навоза содержится свыше 300 семян сорняков, принадлежащих к 19 различным видам. При вывозе 20 т такого навоза на 1 га будет внесено около 350 000 всхо-

жих семян сорняков. В 1 кг свежего коровьего навоза содержится до 1 500 и более семян сорняков, из них 30–40 % жизнеспособных.

При запашке 40 т навоза на гектар в почву попадает до 60 млн. семян сорняков, из них около 1,5 млн. всхожих (марь белая, виды пикульника, галинсога мелкоцветковая, горец шероховатый, ромашка непахучая, подорожник и др.). В исследованиях А. Ф. Гонтаева с 40 т навоза в почву попало 2–3 млн. семян.

По данным Г. И. Баздырева, большое влияние на потенциальную всхожесть семян сорных растений из навозной жижи оказывает срок ее хранения. Так, после месяца нахождения семян в жижесборнике их всхожесть с 69–98 % снизилась до 0–1 %. И только семена горца вьюнкового сохранили всхожесть на уровне 34 % (табл. 17).

Таблица 17. Потенциальная всхожесть семян сорных растений в зависимости от сроков хранения навозной жижи, %

Сорное растение	Срок хранения в жижесборнике, дн.		
	0-й	10-й	30-й
Горчица полевая	91	4	0
Редька полевая	98	82	1
Ярутка полевая	96	74	0
Горец вьюнковый	92	93	34
Подмаренник цепкий	94	0	0
Овсюг	89	13	1
Лисохвост полевой	74	63	0
Василек синий	69	0	0

Жизнеспособность семян в силосе. Во время уборки урожая кормовых культур на силос в измельченную массу попадают и сорные растения с семенами. Большинство их уже через месяц после пребывания в силосе теряет жизнеспособность. Однако, например, у мари белой всхожесть была 2,5 % (в контроле – 21,5 %). Через 3 мес после пребывания в силосе всхожесть семян вьюнка полевого составила 2,8 % (3,5), донника лекарственного – 5,0 % (5,0); через 12 мес всхожесть семян канатника Теофраста – 0,2 % (2,0); через 18 мес донника белого – 0,5 % (3,8), клевера белого – 0,8 % (3,3). Губительное действие на семена сорных растений оказывает уксусная кислота, которая образуется в силосе при молочнокислом брожении. От нее гибнут семена большинства сорняков уже через сутки. Ее концентрация, например, в кукурузном силосе составляет 0,4–2,0 %. Пропионовая кислота сильнее подавляет всхожесть семян сорняков, чем молочная, но уступает уксусной кислоте.

При поедании силоса жвачными животными часть семян сорняков повреждается и, таким образом, опасность распространения их становится меньше.

Влияние механического воздействия на прорастание семян сорняков. Семена многих сорняков из семейства бобовых, маревых, губоцветных, бурачниковых, гречишных и других имеют твердую оболочку, не пропускающую к зародышу воду и воздух. Поэтому они долго не прорастают. Повреждение оболочки ускоряет этот процесс. Например, собранные в поле с растений руками и взятые из-под молотилки (после обмолота зерна) семена щирицы запрокинутой по внешнему виду были одинаковыми. Между тем при равных условиях прорастания они дали разный эффект. Только 6 % семян взошло в течение месяца из партии, собранной руками, тогда как всхожесть семян, взятых из-под молотилки, составила 88 %. При этом микроскопическое исследование показало, что семена, собранные непосредственно руками с растений, обладали целой блестящей кожурой, тогда как прошедшие через молотилку часто имели выбоины, трещины и т. п., через которые легче происходит доступ воды к зародышу, что и обуславливает эффект прорастания.

Отсюда становится понятным, почему щирица очень широко распространена на овощных участках, бахчах и вообще в местах, подвергающихся усиленной механической обработке почвы, при которой происходит повреждение ее семян.

Опыты показали, что повреждение или удаление пленок у зерен овсяга, карапанье оболочек у твердых семян повилки, клевера и др., иногда даже простое перекалывание семян влияют на их всхожесть.

Проводились исследования по влиянию различных факторов воздействия на оболочку семян для повышения их всхожести, но лучшим в этом отношении оказалось механическое воздействие (табл. 18).

Таблица 18. Влияние различных способов повреждения оболочки семян на их прорастание, %

Сорное растение	Контроль	НС1	Перетирание с песком	Кипяток
Щегинник зеленый	15	19	52	3
Щегинник сизый	49	76	62	–
Просо куриное	12	9	42	4
Горец вьюнковый	13	9	12	–
Бодяк полевой	64	22	2	–

С другой стороны, давление на семена в тонком слое земли между двумя дощечками с нагрузкой в несколько сотен граммов способно, наоборот, задерживать прорастание семян некоторых видов растений.

Гигантизм и карликовость у сорных растений. Приведем несколько примеров из биологии сорняка мари белой. Сорняк растет везде и засоряет все культуры. При исключительно неблагоприятных условиях жизни мари белая при высоте в 1–2 см образует два-три небольших листа и все же дает одно-два полноценных семени, из которых вырастают нормальные растения. Этот же сорняк в посевах высокорослых культурных растений вытягивает стебель вровень с ними до 2–2,5 м, формирует листья и соцветие только на верхушке. В посевах пропашных и особенно картофеля растения мари белой достигают 1–1,5 м, сильно ветвятся и образуют огромные своеобразные кусты, как бы соревнуясь и подражая растениям картофеля. В садах среди ягодных кустарников и особенно на заброшенных мусорных местах и на богатых черноземах мари белая достигает огромных размеров (в 2–2,5 раза выше роста человека) и образует до 700 000 семян.

Уменьшение роста некоторых сорных растений до своеобразной карликовости отмечается у щетинника зеленого, горца вьюнкового, торицы полевой, мышехвостника маленького, ромашки пахучей, сушеницы топяной и др.

Неотения – еще одно приспособление сорных растений для выживания вида в неблагоприятных условиях произрастания. Оно характеризуется достижением растениями половой зрелости в молодом возрасте. Такие растения начинают плодоносить при наличии семядолей и двух-трех первых настоящих листьев при высоте 2–7 см, не проходя всех фаз роста. В некоторых случаях сглаживается грань между карликовостью и неотенией.

Как карликовость, так и неотения чаще всего проявляются у поздно прорастающих семян, когда сорняки развиваются летом при высоких, а поздней осенью при переменных температурах, когда резко выражена почвенная засуха, при явном голодании на уплотненных пересохших суглинках и бедных песчаных почвах, при произрастании в сомкнутом стеблестое озимой ржи, иначе говоря, при явно выраженных неблагоприятных условиях жизни. Неотенические формы отмечены у василька синего, очного цвета полевого, паслена черного, горца вьюнкового, пупавки полевой, горца шероховатого, редьки дикой, галинсоги мелкоцветковой, горчицы полевой, фиалки полевой, проса куриного, щетинника зеленого, щетинника сизого, щирицы белой, щирицы запрокинутой, звездчатки средней, яснотки стеблеобъемлющей, мари белой, ярутки полевой и др. Такое же ускоренное плодоношение отме-

чено на дополнительных боковых ветвях после подрезки основного стебля у амброзии полыннолистной.

Может также наблюдаться массовое цветение низкорослых растений в отаве после укоса луга у ряда многолетних сорных и других растений.

Наряду с уменьшением роста у многих сорняков выработалась способность увеличивать свои размеры, оставаясь незаметными среди других растений. При этом огромная длина всех корней травянистых однолетних растений образуется фактически за 1–2 мес (табл. 19).

Таблица 19. **Общая длина всех корней некоторых сорных растений**

Сорное растение	Длина, м
Горец вьюнковый	91,74
Горец птичий	99,25
Марь белая	23,38
Торица полевая	50,94
Редька дикая	41,43
Ромашка непахучая	76,96
Василек синий	44,89
Ярутка полевая	7,51

Чудом природы являются зимующие растения пастушьей сумки, продолжающие цветение весной после таяния снега. Сложно представить, как крохотные цветы на маленьком тоненьком стебельке могут выдержать суровые зимние морозы и вьюги, от которых нередко вымерзают даже столетние дубы.

Ярусность сорных растений. Ярусностью называются горизонты по высоте стеблей сорных растений сравнительно с культурными во время их созревания. Для ее определения используют один из нижеприведенных методов.

Метод А. И. Мальцева. Согласно данному методу в посевах зерновых культур сверху вниз выделяют три яруса сорняков, обозначая их римскими цифрами:

I – сорняки верхнего яруса, перерастающие растения культуры и возвышающиеся над ними своими верхушками (бодяк полевой, осот полевой, бородавник обыкновенный, ромашка непахучая, марь белая, галинсога мелкоцветковая и др.);

II – сорняки среднего яруса, более или менее достигающие по высоте уровня культурного растения, но не перерастающие его (куколь обыкновенный, костер ржаной, метлица полевая, живокость полевая, василек синий и др.);

III – сорняки нижнего яруса, растущие у самой поверхности почвы (фиалка полевая, пастушья сумка и др.).

Для более детального разграничения сорных растений по ярусности выделяют четыре яруса:

I – верхний ярус. К нему относятся сорные растения, перерастающие культурные растения. Семена таких сорняков (бодяк полевой, осот полевой, бородавник обыкновенный, ромашка непахучая, марь белая, галинсога мелкоцветковая и др.) созревают раньше хлебов и обычно разносятся ветром;

II – культурный ярус. Образован культурными растениями и сорняками, близкими им по высоте. Это так называемые специализированные сорные растения, которые после скашивания засоряют своими семенами посевной материал и снижают его качество. К их числу можно отнести куколь обыкновенный, костер ржаной, метлицу полевую, живокость полевую, василек синий и др.;

III – средний ярус. Состоит из сорняков (горец почечуйный, редька дикая, горчица полевая, просо куриное и др.), высота которых составляет от $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ высоты яруса культурного растения;

IV – нижний ярус. Включает низкорослые сорные растения, высота которых не превышает $\frac{1}{4}$ высоты культурного растения. Большинство таких сорняков (звездчатка средняя, фиалка полевая, пастушья сумка, торица полевая и др.) остается на жнивье, и семена их засоряют почву.

Метод А. М. Туликова. При определении ярусности данным методом учитывают не только высоту сорных растений по отношению к культурным, но и уровень развития сорного компонента и величину общего проективного покрытия яруса сорняками (табл. 20).

Таблица 20. Критерии определения ярусности сорняков в посевах

Ярус	Сокращенное обозначение яруса	Высота яруса сорняков по отношению к культурным растениям	Состояние и развитие сорняков	Величина общего проективного покрытия яруса сорняками
1	2	3	4	5
I	Верхний	Превосходит по высоте культуру	Растения высокорослые, с нормальными и мощно развитыми надземными органами	Отсутствует, если ярус не сформирован четко
II	Средний	Не превышает культуру или ниже, но не менее $\frac{1}{2}$ ее высоты	Растения нормально и слабо развитые, а также вьющиеся	Не менее 10 %

1	2	3	4	5
III	Нижний	Не достигает $\frac{1}{2}$ высоты культуры, но выше 8–10 см	Растения нормально и слабо развитые и выжищие	Не менее 10 %
IV	Припочвенный	Не выше 8–10 см от поверхности почвы	Всходы, сильно подавленные растения, нормально развитые низкорослые, а также ползучие и стелющиеся формы	Не менее 10 %

3. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТЕНИЙ

3.1. Жизненные формы растений

Жизненная форма в трактовке самого известного из советских ученых, когда-либо изучавших строение растений, – И. Г. Серебрякова – это своеобразная внешняя форма организмов, обусловленная биологией развития и внутренней структурой их органов, возникающая в определенных почвенно-климатических условиях как приспособление к жизни в этих условиях, т. е. форма организмов, приспособившихся к своей среде обитания под длительным влиянием комплекса факторов. Этот же ученый дал и более короткую формулировку данного понятия. Жизненная форма растения – это его габитус (внешняя форма вида), связанный с ритмом развития и приспособленный к современным и прошлым условиям среды.

Занимается изучением жизненных форм растений наука биоморфология, которая сформировалась на стыке морфологии, экологии, систематики, биологии развития и эволюционного учения и позволяет под одним углом зрения взглянуть на структуру отдельной особи, фитоценоза и флоры в целом. Изучение жизненных форм, их динамики исключительно важно для познания закономерностей приспособления популяций и организмов к тем или иным условиям среды. Сообщества растений и животных устойчивее и продуктивнее, если они состоят из видов с разными жизненными формами. Такие сообщества полнее используют ресурсы среды и имеют более разнообразные внутренние связи. Изучение жизненных форм позволяет освоить ценотическую структуру – один из основных аспектов структурно-функциональной организации биогеоценоза.

Первым классифицировал жизненные формы растений древнегреческий ученый и философ Теофраст. Он разделил все растения на че-

тыре группы: деревья, кустарники, полукустарники и травы. Деревья он характеризовал как растения со стволом, кустарники – со множеством веток, отходящих прямо от корня, полукустарники – как растения, которые дают от корня много стеблей и множество веточек. Травы он объединял в группы по длительности жизни, характеру побегов, листьев, корневых систем, наличию луковиц и клубней. Он отмечал зависимость формы роста от климата, почвы, способов возделывания. Группы жизненных форм служили Теофрасту, как и многим ботаникам нового времени, основой для систематики растений.

Основоположителем биогеографии и экологии А. Гумбольдтом (1806) по приспособлению к комплексу факторов было выделено 19 основных форм растений, в том числе: пальмы, бананы, мальвовые и баобабовые, вересковые, кактусовые, орхидеи, казуариновые, ароидные, лианы, алоэ, злаки, папоротники, лилейные, ивовые, миртовые, меластомовые, хвойные, мимозовые, лотосовые. В основе выделения «основных форм» лежит сходство во внешнем облике. Форма злаков, например, включает осоки и представителей других семейств с узкими листьями. В форму алоэ включены агавы, ананас, панданусовые и др. Сходство внешнего облика разных растений Гумбольдт объяснял влиянием климатических, почвенных условий, высотой над уровнем моря и др.

Большой вклад в развитие экологии растений в XIX в. внесли ботаники-географы и геоботаники Варминг, Гризебах, Хульг, Друде. Сам термин «жизненная форма» предложен в 1884 г. датским ботаником Е. Вармингом. Под жизненной формой Варминг понимал «форму, в которой вегетативное тело растения (индивида) находится в гармонии с внешней средой в течение всей его жизни, от колыбели до гроба, от семени до отмирания». Из определения следует, что жизненная форма отражает приспособленность растения ко всему комплексу факторов внешней среды во все периоды его жизни.

В то же время из множества классификаций жизненных форм наибольшее признание получили две – К. Раункиера (1906) и И. Г. Серебрякова (1964).

За основу классификации К. Раункиера принято (рис. 37) расположение почек возобновления и наличие приспособлений для переживания неблагоприятного сезона года (в умеренных и арктических широтах – зима, в аридных районах еще и летние засухи). Выбранный учебным признаком коррелятивно связан со множеством других. Все растения К. Раункиер разделил на 5 типов жизненных форм, которые называл также биологическими типами (рис. 38). Каждый из типов жизненных форм Раункиера подразделяется еще на 3–15 подтипов, характеризующихся разным характером и расположением побегов, защищенностью почек и другими морфологическими признаками.

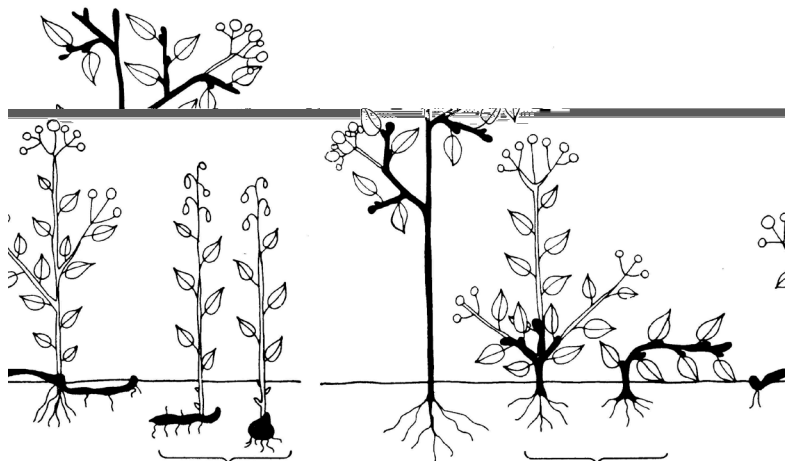


Рис. 37. Расположение почек возобновления и наличие приспособлений для переживания неблагоприятного сезона

ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ ПО РАУНКИЕРУ



Кристен Раункиер
(1860–1938)
датский геоботаник,
разработал собственную
систему жизненных
форм растений

Почки возобновления — это те почки многолетних растений, из которых после окончания зимы или влияния неблагоприятных погодных условий будут развиваться новые побеги (пример: зимующие почки).



В 1905 году Раункиер классифицировал 5 основных типов жизненных форм, которые отражают разнообразие экологических условий, в которых сформировалась растительность.

Рис. 38. Классификация жизненных форм (по К. Раункиеру)

Фанерофиты (Ph) – почки возобновления открытые или закрытые, расположены на вертикально растущих побегах высоко над землей (выше 30 см). Деревья, кустарники, лианы, стеблевые суккуленты и стеблевые травы. Эта жизненная форма подразделена на 15 подтипов.

1. Травянистые фанерофиты растут в условиях постоянно влажного тропического климата. Они напоминают высокие травы умеренного пояса, но их побеги живут несколько лет, не деревенея, а стебли, как правило, слабее, чем у деревянистых растений. К ним относятся бегония и многие виды семейств крапивных, бальзаминовых, молочайных, перечных, ароидных, коммелиновых и др.

2. Вечнозеленые мегафанерофиты – растения более 30 м высоты с незащищенными почками.

3. Вечнозеленые мезофанерофиты – растения высотой 8–30 м с незащищенными почками.

4. Вечнозеленые микрофанерофиты – растения высотой 2–8 м с незащищенными почками.

5. Вечнозеленые нанофанерофиты – растения ниже 2 м с незащищенными почками.

2–5-я группы объединяют деревянистые растения влажных тропических лесов.

6. Эпифитные фанерофиты – цветковые и папоротникообразные эпифиты тропических и субтропических лесов.

7. Вечнозеленые мегафанерофиты с защищенными почками.

8. Вечнозеленые мезофанерофиты с защищенными почками.

9. Вечнозеленые микрофанерофиты с защищенными почками.

10. Вечнозеленые нанофанерофиты с защищенными почками.

7–10-я группы объединяют деревянистые растения субтропических лавровых и жестколистных лесов, а также хвойные деревья и кустарники. К 10-й группе относят также вечнозеленые кустарнички умеренных и холодных широт (брусника, толокнянка и др.).

11. Стеблесуккулентные фанерофиты – кактусы, кактусовидные молочаи и др.

12. Мегафанерофиты с опадающей листвой и защищенными почками.

13. Мезофанерофиты с опадающей листвой и защищенными почками.

14. Микрофанерофиты с опадающей листвой и защищенными почками.

К 12–14-й группам относятся деревья и кустарники лесов с опадающей на сухое или холодное время года листвой, а также деревянистые растения саванн.

15. Нанофанерофиты с опадающей листвой и защищенными почками. Кустарнички умеренных и холодных широт с опадающей на зиму листвой (черника, карликовая березка и др.).

Хамефиты (Ch) – почки возобновления близко к поверхности, не выше 20–30 см. В умеренных широтах побеги этих растений зимуют под снегом и не отмирают. Травянистые растения, кустарнички (черника, линнея северная, брусника, багульник простертый, морощка, дерен канадский).

Эту жизненную форму автор подразделяет на четыре подтипа:

1. Полукустарниковые хамефиты, верхние части побегов которых отмирают к концу вегетационного периода, так что только нижние их части переносят неблагоприятный период. Виды этого подтипа произошли частично от травянистых фанерофитов, частично – от нанофанерофитов. Особенно характерны они для средиземноморского климата. К ним относятся виды семейств губоцветных, гвоздичных, бобовых и др. К этому же подтипу относятся и хамефиты с поднимающимися кверху побегами, не отмирающими на концах, но имеющими ограниченный рост.

2. Пассивные хамефиты, вегетативные побеги которых отрицательно геотропичны и остаются неизменными в начале неблагоприятного периода. Они слабы, у них нет достаточно развитой механической ткани, поэтому они не могут стоять прямо, падают и лежат на земле, а на концах приподнимаются, так как рост концов побегов вызывает отрицательный геотропизм. Этот подтип включает виды вечнозеленые и с опадающей листвой, с защитой почек и без защиты. Одни из этих растений травянистые, другие деревянистые. Особенно много их в альпийской области гор. Сюда относятся виды резухи (*Arabis*), очитка (*Sedum*), камнеломки (*Saxifraga*), крупки (*Draba*), а из растений равнин звездчатка жестколистная (*Stellaria holostea*) и др.

3. Активные хамефиты, вегетативные побеги которых остаются неизменными в начале неблагоприятного периода. Эти побеги лежат на поверхности земли потому, что они трансверсально (поперечно) геотропичны. Поэтому в отличие от побегов пассивных хамефитов побеги этих растений на концах не приподнимаются. В этом подтипе, как и в предыдущем, объединены виды вечнозеленые и с опадающей листвой, с защитой почек и без защиты, травянистые и деревянистые. Сюда относятся виды барвинка (*Vinca*), тимьяна (*Thymus*), а также вероника лекарственная (*Veronica officinalis*), толокнянка (*Arctostaphylos*), линнея северная (*Linnaea borealis*), вороника черная (*Empetrum nigrum*), луговой чай (*Lysimachia nummularia*) и др.

4. Растения-подушки. Побеги их отрицательно геотропичны, как и у пассивных хамефитов, но растут они так тесно, что не дают упасть друг другу, даже если механическая ткань развита слабо. Побеги короткие. Подушковидный рост защищает от неблагоприятных условий среды. Эта группа произошла от пассивных хамефитов. Она еще в большей степени, чем группа пассивных хамефитов, характерна для альпийской области гор. К ней относятся некоторые высокогорные виды незабудок (*Myosotis*), камнеломок (*Saxifraga*), соссуреи (*Saussurea*) и др.

Гемикриптофиты (Hк) – почки возобновления на поверхности почвы или в самом поверхностном слое, под подстилкой. Дернообразующие, надземные побеги к зиме отмирают. Многие луговые и лесные растения (одуванчик, злаки, осоки, лютик Франше, лапчатка земляниколистная, хохлатка бледная, пионы, башмачки, крапива).

Эту жизненную форму автор подразделяет на три подтипа:

1. Протогемикриптофиты. К этому подтипу относятся гемикриптофиты, у которых воздушные побеги, несущие листья и цветки, удалены от основания. Наиболее крупные листья находятся в средней части побега, и их размеры уменьшаются книзу и кверху от средней части. Книзу листья становятся чешуйчатыми и служат для защиты почек в неблагоприятный период. Они ежегодно образуют нецветущие удлиненные воздушные побеги, которые при благоприятных условиях могут пережить зиму, и в этом случае растение ведет себя как полукустарниковый хамефит.

Этот подтип встречается там, где неблагоприятный период вызван либо засухой, либо холодом.

У одних протогемикриптофитов отсутствуют столоны (зверобой (*Hypericum*), молочай (*Euphorbia*), норичники (*Scrophularia*) и др.), другие снабжены подземными или надземными столонами (кипрей болотный (*Epilobium palustre*), чистец лесной (*Stachys sylvatica*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), василистник малый (*Thalictrum minus*), некоторые льнянки (*Linaria*)).

Столонами называют подземные или надземные стелющиеся по поверхности почвы недолговечные побеги с длинными междоузлиями, служащие для размножения.

Виды рода малина (*Rubus*) характеризуются тем, что они в первый год дают вегетативные побеги, которые, перезимовав, развивают боковые цветущие ветви. После плодоношения побеги отмирают. Таким образом, на воздушной части вегетативных побегов находятся только

почки, из которых развиваются цветущие побеги, а вегетативные почки, от которых зависит продолжение индивидуальной жизни растения, располагаются на подземной части побега. Это дает основание причислить род малина (к их числу относится малина обыкновенная (*Rubus idaeus*)) к протогемикриптофитам.

2. Частично розеточные гемикриптофиты. К этому подтипу автор относит гемикриптофиты, у которых воздушные побеги, несущие листья и цветки, характеризуются тем, что самые крупные листья и обычно в наибольшем числе находятся в нижней части побега, где междоузлия более или менее укорочены, так что листья образуют розетки. Эти растения обитают преимущественно в умеренном климате, где лето не очень сухое и где почва покрыта снегом на более или менее длительный срок.

Кроме многолетних растений, к этой группе отнесены и очень многие двулетние. Подавляющее большинство растений этой группы не образует столонов (таковы многие гвоздичные, лютиковые, розоцветные, зонтичные, колокольчиковые, сложноцветные, дерновинные злаки и другие растения). У некоторых имеются воздушные столоны (живучка ползучая (*Ajuga reptans*)) или подземные (сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*)).

3. Розеточные гемикриптофиты. К этому подтипу относятся гемикриптофиты, у которых удлинённая надземная часть побега несет только цветки, а листья сосредоточены у основания побега. В большинстве случаев эти растения в первый год развивают розетку листьев и лишь на второй год дают безлиственный вертикальный надземный побег. Они обитают преимущественно в районах со снежным покровом. Многие из них имеют вечнозеленые листья. Из розеточных гемикриптофитов не образуют столонов росянка (*Drosera*), кермек (*Statice*), первоцвет (*Primula*), маргаритка (*Bellis*), одуванчик (*Taraxacum*), кульбаба (*Leontodon*) и др. Имеет столоны подбел (*Petasites*).

Протогемикриптофиты и розеточные гемикриптофиты представляют собой два резко различных типа растений: пластичный и консервативный. Протогемикриптофиты – пластичные растения. У них к осени развивается большое количество облиственных побегов различной длины и почек, расположенных как у корневой шейки, так и выше и ниже ее. В зависимости от суровости зимы они сохраняют то только почки, то почки и побеги с листьями, находящиеся на разных стадиях развития и расположенные на различной высоте над корневой шейкой. Они приспособлены к меняющимся год от года метеорологическим

особенностям зимы, но в суровые зимы теряют часть своих ростков и побегов. Розеточные гемикриптофиты – консервативные растения. Они имеют одну-две почки у корневой шейки, хорошо защищенные от зимних холодов и приспособленные к наиболее суровым зимним условиям местности. Эти растения не теряют отмерзающих побегов и ростков, зато весной развиваются медленнее протогемикриптофитов.

Криптофиты (Cr) – почки возобновления на подземных органах (клубнях, корневищах), скрыты в почве (геофиты) или под водой (гидрофиты и гидатофиты). Лучше всего защищены от иссушения. Многолетние травы с отмирающими надземными частями (ландыш, адонис амурский, хохлатки расставленная и сомнительная, василисники, ветрочники, луки, тюльпаны, лилии, калужница, такла, белокрыльник).

Эта жизненная форма подразделена на три подтипа:

1. Геофиты. К этому подтипу отнесены растения, у которых почки и окончания побегов, приспособленные к перенесению неблагоприятного сезона, развиваются на подземных побегах на некоторой глубине. Особенно типичны они для степей, хотя встречаются и в других зонах, и там, где неблагоприятный период вызван засухой, и там, где он вызван морозами. Обычно растения этого подтипа имеют запасы питательных веществ.

Среди геофитов различают следующие группы растений:

✓ корневищные геофиты, имеющие более или менее удлиненные, обычно горизонтальные корневища (виды купены (*Polygonatum*), спаржи (*Asparagus*), вороньего глаза (*Paris*), ситника (*Juncus*), некоторые осоки (*Carex*), злаки, например пырей ползучий (*Agropyron repens*) и тростник (*Phragmites communis*), ветреницы (*Anemone*) и др.);

✓ клубневые геофиты, имеющие клубни, служащие как для запаса питательных веществ, так и для перенесения неблагоприятных условий. Клубни могут иметь стеблевое происхождение, например, у цикламена (*Cyclamen*), хохлатки полой (*Corydalis cava*), очитка большого (*Sedum maximum*), картофеля (*Solanum tuberosum*), земляной груши (*Helianthus tuberosus*) и др.), корневое (например, у таволги шестилепестной (*Filipendula hexapetala*), пиона тонколистного – (*Paeonia tenuifolia*), некоторых видов лютика (*Ranunculus*)) и двойственное (в этом случае в их состав кроме корня, образующего большую часть клубня, входит и почка (многие орхидные, чистяк весенний (*Ficaria verna*) и др.);

✓ клубнелуковичные геофиты (К. Раункьер эту группу геофитов не выделял), имеющие клубнелуковицу (клубнелуковица – видоизме-

нение клубня, который несет в верхней части зачатки ассимилирующих листьев и окутан пленчатыми и волокнистыми основаниями высушенных листьев), например шафран (*Crocus*), шпажник (*Gladiolus*);

✓ луковичные геофиты. Запасают питательные вещества в чешуйчатых листьях, образующих луковицу. Луковица несет и почки, предназначенные для перенесения неблагоприятного периода. К этой группе геофитов относят лук (*Allium*), птицемлечник (*Ornithogalum*), гусиный лук (*Gagea*), глоксину (*Gloxinia*), тюльпан (*Tulipa*), нарцисс (*Narcissus*) и др.;

✓ корневые геофиты. Переносят неблагоприятный период при помощи почек, располагающихся на сохраняющихся частях корней, остальные же органы растения, в том числе и верхние части корней, отмирают в начале неблагоприятного периода. К ним относятся: вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum*) и бодяк полевой (*C. arvense*) и др.

Переходную группу от гемикриптофитов к корневым геофитам представляют такие растения, как льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris*), щавелек (*Rumex acetosella*), осот желтый полевой (*Sonchus arvensis*) и др., которые, будучи гемикриптофитами, в неблагоприятные годы, когда отмирают не только надземные органы, но и верхние части корней, сохраняются за счет почек на корнях, расположенных на некоторой глубине в почве.

2. Гелофиты. К этому подтипу отнесены виды, которые растут в почве, насыщенной водой, или в воде, над которой поднимаются их листоносные и цветоносные побеги. К их числу относятся аир (*Acorus calamus*), ежеголовка (*Sparganium*), рогоз (*Typha*), камыш (*Scirpus*), частуха (*Alisma*), стрелолист (*Sagittaria*) и др.

3. Гидрофиты. В этот подтип входят растения, живущие в воде и переносящие неблагоприятный период при помощи почек на корневищах или почек, свободно лежащих на дне водоема. Листья этих растений погруженные или плавающие; над поверхностью воды поднимаются (и то не у всех видов) только цветки или соцветия. Среди них различают:

а) растения с корневищами на дне водоема, на которых находятся зимние почки (кувшинка (*Nymphaea*), кубышка (*Nuphar*), многие рдесты (*Potamogeton*), элодея канадская (*Elodea canadensis*) и др.).

б) растения, на зиму полностью отмирающие, за исключением зимующих почек или коротких побегов, падающих на дно водоема (пузырчатка (*Utricularia*), рдесты (*Potamogeton*), телорез (*Stratiotes aloides*) и др.).

Терофиты (Th) – возобновление происходит только семянами. Неблагоприятный период года переживают на стадии семян. Все терофиты – однолетние растения (просо куриное, щирца запрокинутая, мышей сизый и др.). К этой группе кроме обычных однолетников относятся и зимующие однолетники, которые, начав развитие осенью, зимуют в вегетативном состоянии и будущей весной или летом заканчивают свой цикл развития, давая семена.

Из перечисленных пяти основных жизненных форм наиболее примитивной, родоначальной формой следует считать ту, которая господствовала на Земле в период, когда климатические пояса и зоны еще не были выражены. В это время климат Земли, видимо, очень мало отличался от климата современных влажных тропических лесов, и, следовательно, первичной формой следует считать фанерофиты с незащищенными почками, теперь господствующие в этих лесах. Постепенно условия существования растений на земном шаре стали дифференцироваться по количеству влаги, по продолжительности сухого и влажного периодов, по температурному режиму.

В разных географических условиях фанерофиты вырабатывали неодинаковые приспособления к неблагоприятному периоду. Многие из них выработали приспособления, защищающие листья в почках. В более суровых условиях ряд фанерофитов утратил вечнозеленость, и листья растений этой группы стали опадать на сухой или на холодный период года. В пределах группы фанерофитов возникли нанофанерофиты, затем низкорослые хамефиты и, наконец, гемикриптофиты, сохраняющие на неблагоприятный период лишь нижние части побегов, защищенные почвой или опавшими листьями. Возникновению групп геофитов и терофитов способствовали условия жарких сухих стран, где растения за короткий период с благоприятными условиями успевают принести плоды. Терофиты распространились здесь в связи со слабой сомкнутостью растительного покрова.

Процентное соотношение видов, обладающих разными жизненными формами на исследуемой территории, называется биоморфологическим спектром. Он служит своего рода индикатором условий окружающей среды и климата. В разных частях и странах земного шара спектры сильно различаются (табл. 21).

Таблица 21. **Биоморфологический спектр**

Район	Количество видов	Ph	Ch	Hk	Cr	Th
Сейшельские о-ва (влажн. тропики)	258	61	6	12	5	16
Аргентина (сух. суб-тропики)	866	12	6	29	11	42
Дания (холодный умеренный пояс)	1 084	7	3	50	22	18
Баффинова Земля (арктический пояс)	129	1	30	51	16	2

Как следует из таблицы, во влажных тропиках большинство видов относится к фанерофитам, в сухом и жарком климате субтропиков – к терофитам, в холодном климате умеренного пояса – к гемикриптофитам, а в Арктике – к хамефитам. Но, несмотря на то, что отчетливо выражено соответствие типов жизненных форм географическим районам, они слишком обширны и неоднородны даже с учетом выделения в них подразделов.

В классификационных построениях советской геоботаники наиболее популярно экологическое направление. Оно базируется на учете жизненных форм (экобиоморф) растений, доминирующих в тех или иных структурных частях фитоценозов.

Сложный порядок соподчиненных классификационных признаков в середине XX в. был предложен И. Г. Серебряковым (1964).

Все многообразие растений сведено им в 4 отдела и 8 типов жизненных форм (табл. 22), а каждый тип, в свою очередь, подразделяется на формы.

Таблица 22. **Классификация растений (по И. Г. Серебрякову)**

Отделы	Типы
А. Древесные растения	I – деревья, II – кустарники, III – кустарнички
Б. Полудревесные растения	IV – полукустарники и полукустарнички
В. Наземные травы	V – поликарпические травы, VI – монокарпические травы
Г. Водные травы	VII – земноводные травы (болотные, или гелофиты, – почки возобновления под водой, побеги – над водой), VIII – плавающие и подводные травы (гедатофиты и гидрофиты)

На основе эколого-морфологического принципа была разработана классификация жизненных форм покрытосеменных растений (рис. 39). Именно она признана наиболее удачной для описания растительных сообществ.

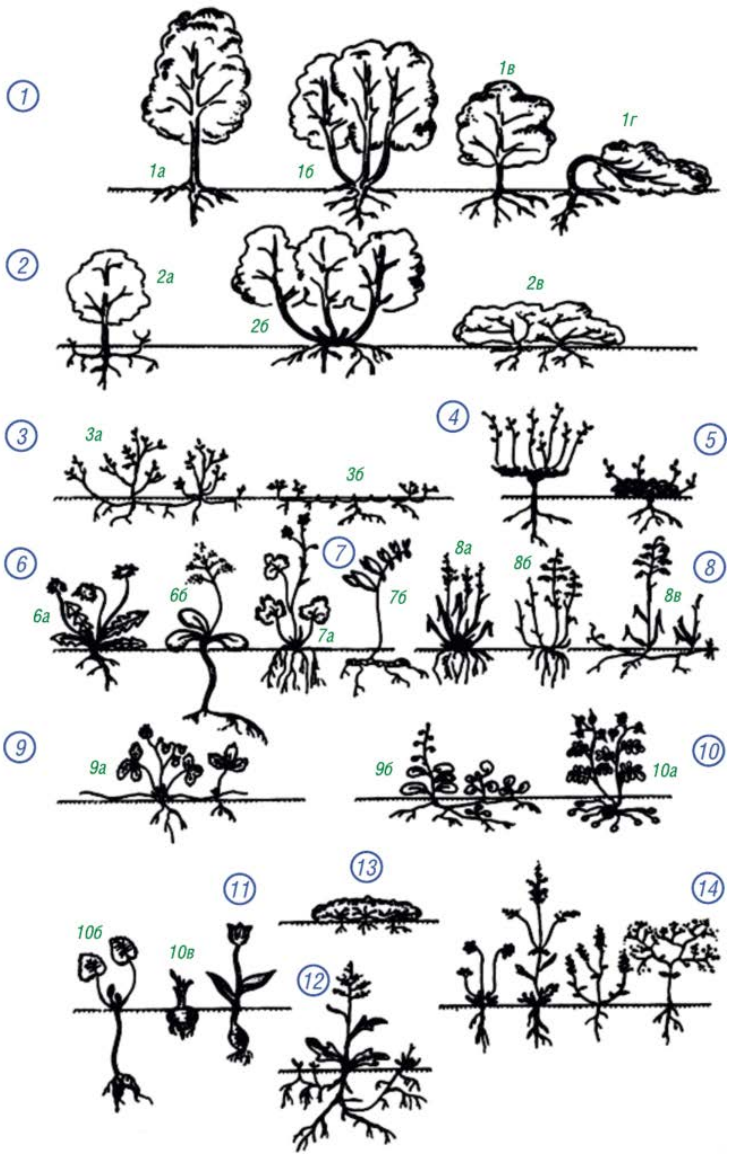


Рис. 39. Классификация жизненных форм покрытосеменных (по И. Г. Серябрякову)

Согласно данной классификации все покрытосеменные подразделяются на 14 жизненных форм:

1 – жизненная форма «деревья» (наземные кронаобразующие деревья): 1а – деревья с прямостоячими стволами, 1б – кустовидные (немногоствольные), 1в – одноствольные с низкими стволами, 1г – деревья с лежачими стволами;

2 – жизненная форма «кустарники»: 2а – формы, новые стволы которых возникают лишь как корнеотпрысковые, 2б – формы, все стволы которых образованы путем ветвления в подземной части растений, 2в – подушковидные формы кустарников;

3 – жизненная форма «кустарнички»: 3а – формы, имеющие редко ветвящиеся боковые подземные одревесневающие стебли, 3б – формы, развивающие часто ветвящиеся боковые подземные одревесневающие стебли;

4 – жизненная форма «полукустарники»;

5 – жизненная форма «полукустарнички»;

6 – жизненная форма «стержнекорневые поликарпические растения (полицарпики)»: 6а – короткостержнекорневые, 6б – длинностержнекорневые;

7 – жизненная форма «кистеконовые и короткокорневищные полицарпики»: 7а – кистеконовые, 7б – короткокорневищные;

8 – жизненная форма «дерновинные травянистые полицарпики»: 8а – плотнокустовые, 8б – рыхлокустовые, 8в – длиннокорневищные;

9 – жизненная форма «столонообразующие полицарпики»: 9а – формы, имеющие надземные столоны, 9б – формы, развивающие подземные столоны;

10 – жизненная форма «клубнеобразующие полицарпики»: 10а – формы с клубнями на концах столонов, 10б – формы корнеклубневые, 10в – стержнеклубневые (с клубнями стеблевого происхождения);

11 – жизненная форма «луковичные полицарпики»;

12 – жизненная форма «корнеотпрысковые полицарпики»;

13 – подушковидная жизненная форма стержнекорневых полицарпиков;

14 – различные типы ветвления надземных прямостоячих побегов монокарпических трав (монокарпиков).

Деревья с прямостоячими стволами – жизненная форма распространена очень широко и является показателем оптимальных условий местообитания. С ухудшением условий сменяется другими формами. Стланцы (кедровый стланник, ольховый стланник, сосна горная) растут в районах, мало благоприятных для произрастания деревьев т. е. в

районах с прохладным сырым летом, длинной зимой, обильными снегопадами, сильными ветрами.

Деревья бывают первой (выше 25 м), второй (высота – 10–25 м) и третьей (до 10 м) величины. Принимать во внимание высоту деревьев особенно актуально в сложных широколиственных лесах, состоящих из нескольких древесно-кустарниковых ярусов.

Кустарники – имеют множество одревесневших побегов, по высоте делятся на высокие (свыше 2,5 м), средние (1–1,25 м), низкие (до 1,0 м).

Кустарнички – это те же кустарники, но никогда не превышающие 0,5 м. Обычно высота их составляет 10–30 см. Кустарнички доминируют в тундровых экосистемах, в напочвенном покрове северотаежных лесов, в горно-альпийском поясе (брусника, черника, голубика, подбел, низкие рододендроны, багульники и др.).

Полукустарники и полукустарнички – промежуточная форма между древесными растениями и травами. По облику сходны с травами, но в особо благоприятные годы стебли у них не отмирают, а продолжают на следующий год расти. Для них характерно сильное обмерзание побеговых систем. Типичный полукустарник – полынь Гмелина.

Травы – самый распространенный тип жизненной формы.

Поликарпические травы – их большинство, плодоносят многократно. Они сильно различаются по строению корневых систем, отражающих их приспособленность к разным почвенным условиям. По этому признаку выделяют стержнекорневые (мятлики), длинностержневые (люцерна, шалфей), короткостержневые (сон-трава, крестовник), кистекорневые (калужница болотная, лютики), короткокорневищные (купена, ветрочник), длиннокорневищные (аспарагус), дерновинные (плотнокустовые, рыхлокустовые), столонообразующие (майник двулистный, земляника, сердечник белоцветковый, пырей), ползучие (вероника лекарственная, клевер белый, василисники), клубнеобразующие (аризема амурская, василисник клубненосный, звездчаточка лесная), луковичные (луки, хохлатка расставленная).

Монокарпические травы плодоносят всего один раз в жизни. Все однолетники и двулетники (капуста, редисы, свекла, укроп, тмин, из дикой флоры: хохлатка бледная, пастушья сумка, чистотел, череда, борщевик, дудники даурский и амурский, донтостемон зубчатый и др.). Однолетники делятся на длительно вегетирующие (марьянник розовый, мак альпийский, офелия, пастушья сумка, кошачья лапка, патриция скабиозолистная) и эфемеры (звездчатка средняя, вероника весенняя, горечавка Цоллингера), лиановидные (горец выюнкковый), полупара-

зитные (очанка) и паразитные (вертляница одноцветковая, повилика, пучкоцвет трубкоцветковый).

Подушковидные формы – среди многолетних травянистых и древесных растений в особенно суровых условиях произрастания. Сугубо экологическая адаптация к холоду и засухе (камнеломки, вересковые, ива чукотская, дриады, рододендрон мелкоцветковый и др.).

Среди трав принято выделять группы, которые различаются физиономически, поскольку они играют разную экологическую роль.

Крупнотравье и папоротники – растут в наиболее влажных местах, но с плодородными, хорошо дренированными почвами, в большинстве своем теневыносливы. Высота – от 1,0 до 2,0 м и более. Для растений типичны крупные, сложные листья, у цветковых видов развиты мощные стебли. Наиболее теплолюбивы в сравнении с другими видами. Характерны для широколиственных и хвойно-широколиственных, особенно пойменных, лесов (лесные виды: дудники, акониты, пионы, крапива, лабазник, клопогоны, стеблелист, недотрога обыкновенная, волжанка азиатская, чемерицы, чина Давида; луговые виды: купальница китайская, водосбор, ирисы, василисник вонючий, бузульник Фишера, соссуреи, подмаренник настоящий и др.).

Разнотравье экологически сходно с первой группой, но более холодоустойчиво, с продвижением на север сменяет первую группу. По строению растений не отличается от крупнотравья, только уступает в размерах – не превышает 0,5 м, обычно 30–40 см (подлесник красноцветковый, купена обертковая, звездчатка Бунге, марьянник розовый, чина низкая, молочай Комарова, вика однопарная, глухая крапива).

Низкотравье – самые мелкие растения – до 20 см высотой, чаще 10–15 см. Самые теневыносливые, характеризуются высокой вегетативной подвижностью. Даже в глубокой тени могут образовывать группировки (тригонотис корейский, кислица обыкновенная, звездчаточка лесная, майники, седмичник, хохлатки, ветреницы, шлемник уссурийский).

Злаки и осоки резко отличаются от типичных трав простыми линейными, преимущественно узкими листьями. В условиях достаточной освещенности сильно задерняют почвы (осока бледная, осока низкая, осока мочажинная, осока кривоносовая, овсяница овечья, мятлик однолетний, белоус торчащий, щучка дернистая, камыш, тонконог).

3.2. Агробиологическая классификация сорных растений

Наибольшее производственное значение имеет деление сорных растений по особенностям их развития, продолжительности жизни,

строению подземных органов вегетативного возобновления и размножения и по реагированию подземных органов на приемы агротехники.

По способу питания сорняки подразделяют на паразиты и зеленые растения (непаразиты). В свою очередь, сорные зеленые растения по продолжительности жизни и особенностям плодоношения относят к двум группам: монокарпикам (плодоносящим один раз в жизни) и поликарпикам (плодоносящим много раз).

Плодоносящие один раз в жизни, в свою очередь, подразделяются на сорняки, требующие для своего развития один, два или три вегетационных периода.

Сорняки, требующие для своего развития один вегетационный период, по времени появления всходов и продолжительности данного периода подразделяются на эфемеры, зимующие, ранние и поздние яровые растения:

– *эфемеры* – это сорные растения с коротким периодом вегетации, не образующие розеток и способные давать несколько поколений за один год (звездчатка средняя);

– *зимующие сорняки* – это растения, которые при весенних и летних всходах плодоносят в том же году, а при осенних зимуют в любой фазе роста вплоть до цветения и продолжают дальнейший рост в следующем году (пастушья сумка, ромашка непахучая, фиалка полевая и др.). Засоряют посевы озимых хлебов и многолетние травы;

– *ранние яровые сорняки* – это растения, появляющиеся на полях ранней весной до всходов культурных растений или вместе с ними (ярутка полевая, марь белая, торица полевая, плевел опьяняющий, редька дикая и др.). Засоряют в основном яровые хлеба и пропашные культуры;

– *поздние яровые сорняки* – это растения, всходы которых появляются позднее всходов высеваемых культур (амброзия полыннолистная, щетинники зеленый и сизый, куриное просо и др.). Большой вред причиняют сахарной свекле, кукурузе, картофелю и овощным культурам.

Сорняки, требующие для своего развития два вегетационных периода, делятся на озимые и двулетние.

Озимые сорняки. В первый год жизни двудольные образуют розетки, а однодольные злаковые кустятся и не образуют плодоносящих стеблей. Стадия яровизации у них проходит только при отрицательной температуре, и поэтому их жизненный цикл начинается в одном вегетационном периоде, а заканчивается в другом.

Для ряда видов сорняков наличие яровых и озимых форм связано с географической зональностью (василек синий, мелколепестник ка-

надский и др.). Типичными озимыми сорняками являются костер полевой и ржаной, метлица полевая и др. У пастушьей сумки и ярутки полевой имеются яровые, озимые и зимующие формы. Они засоряют посевы озимых хлебов и многолетних трав.

Если у зимующих сорняков фаза розетки заканчивается быстро при любом сроке всходов, то у озимых может продолжаться при весенних всходах весь вегетационный период, а при осенних ограничивается несколькими днями и переход к следующей фазе всецело зависит от действия пониженных температур, а не от продолжительности жизни в фазе розетки.

Двулетние сорняки. У двулетних сорняков переход от фазы розетки к фазе плодоношения зависит от продолжительности жизни в фазе розетки, во время которой идут рост корней и накопление в них запасных питательных веществ, и от обязательного последующего воздействия пониженных температур. При появлении всходов весной растения плодоносят в следующем году; растения из поздних слабо развитых всходов вынужденно вегетируют весь следующий год, зимуют две зимы и плодоносят в третьем календарном году жизни. В условиях лугов и целины у ряда двулетников розеточная фаза жизни может продолжаться два-три года.

Двулетники после плодоношения отмирают (морковь дикая, донники белый и желтый, лопух большой и др.).

Среди двулетников обнаруживаются формы, переходные к многолетникам (чертополох). Двулетние сорняки засоряют посевы многолетних трав и озимые хлеба.

Многолетние сорные растения отличаются от малолетников тем, что они плодоносят несколько раз в течение своей жизни и помимо семенного размножения способны к вегетативному.

Многолетники включают в себя группы сорняков, у которых вегетативное размножение слабо или сильно выражено.

Сорняки, у которых вегетативное размножение слабо выражено, делятся на следующие группы: стержнекорневые, дерновые, кисте-корневые, луковичные, корнеплодные, корневищно-корнеплодные и листовые.

Стержнекорневые имеют один утолщенный в виде стержня корень с множеством мелких боковых корешков (рис. 40, 41). Возобновление в ненарушенном состоянии идет из почек на корневой шейке.

Как правило, у стержнекорневых сорных растений вегетативное размножение отсутствует в обычных ненарушаемых условиях и проявляется при механическом повреждении корня.

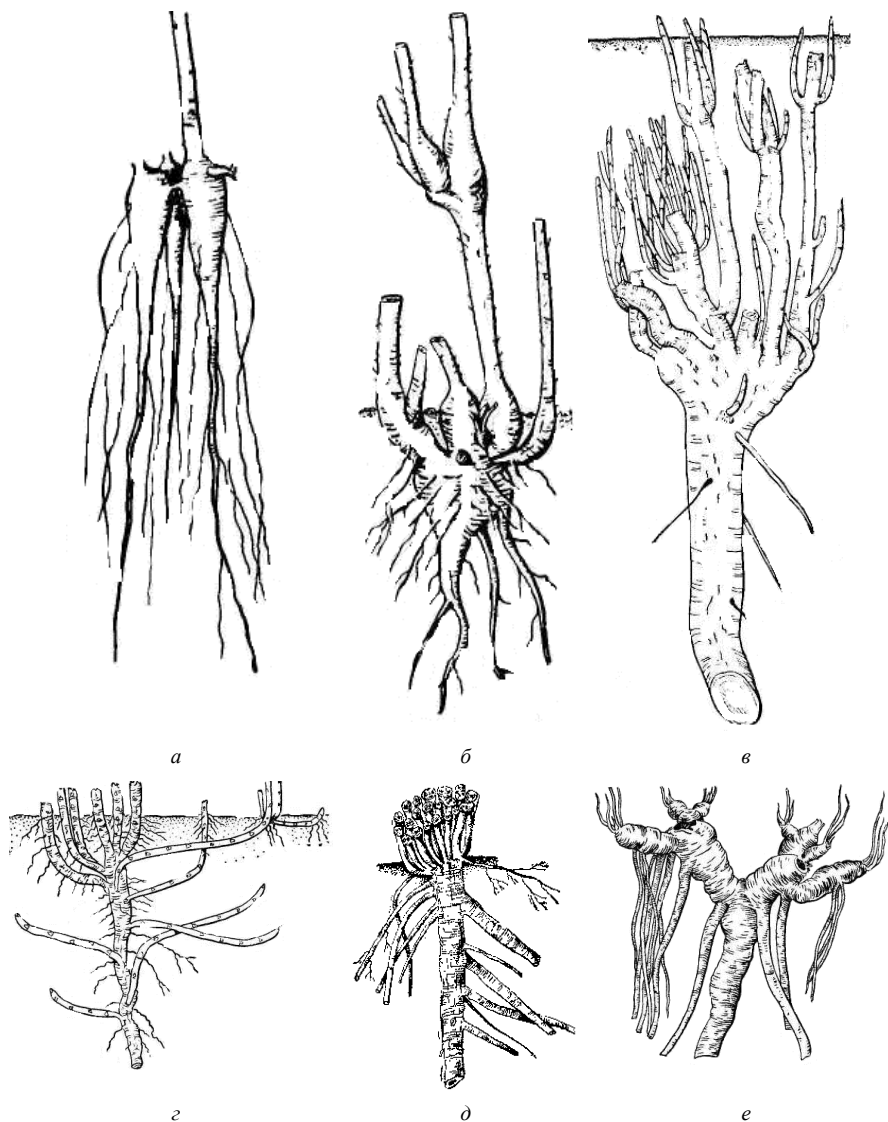


Рис. 40. Стержнекорневые сорные растения: *a* – купырь лесной; *б* – чистотел большой; *в* – щавель курчавый; *г* – пижма обыкновенная; *д* – одуванчик лекарственный (побегообразование на месте среза корня); *е* – щавель конский

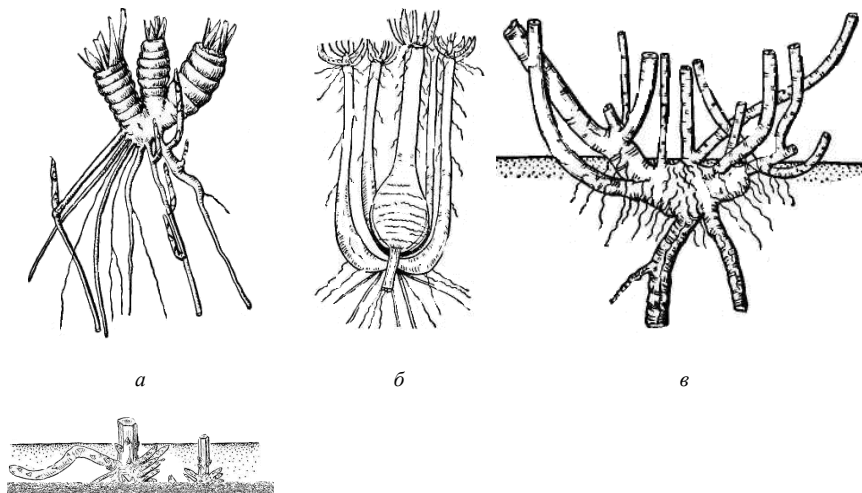


Рис. 41. Стержнекорневые сорные растения:
а, б – подорожник ланцетолистный;
в – полынь горькая; *г* – полынь обыкновенная

2

По реакции на механическое повреждение корня растения подразделяются на две группы:

- 1) способные давать побеги на месте повреждения корня (цикорий обыкновенный, одуванчик лекарственный, василек скабиозовый и др.);
- 2) способные давать побеги из места повреждения и из любой части корня (щавель курчавый, короставник полевой, сверби́га восточная и др.).

Стержневые корни могут быть разной длины и толщины и несколько изменяться в зависимости от типа почвы и близости грунтовых вод. У щавеля курчавого на переувлажненных местах стержневой корень на глубине 10 см делает изгиб и растет параллельно поверхности почвы.

Отрастание может происходить при повторных подрезках. У всех сорняков второго подтипа приживаются и отрезки корней с образованием на местах среза утолщения, или рубца, называемого каллюсом. У василька скабиозового стержневой корень сохраняется всю жизнь, а у подорожника ланцетолистного часто заменяется придаточными корнями, образующимися из корневой шейки.

У одуванчика лекарственного (рис. 42) стержневые корни могут разделяться вертикально на части из-за неравномерного камбиального

нарастания ткани (партикуляция). У подорожника ланцетолистного и других сорняков с возрастом стержневой корень заменяется мочковатым или кистекорневым.



Рис. 42. Одуванчик лекарственный:
вертикальное деление корня

Стержнекорневые сорняки относятся к типу оседлых и на целинных землях и лугах находятся вне конкуренции с другими растениями. На обрабатываемых землях удерживаются только те растения, корни которых способны давать побеги при подрезке во время вспашки. Встречаются чаще на целинных землях (по обочинам дорог, берегам оросителей, на мусорных местах), на лугах и пастбищах. На полях засоряют посевы многолетних трав и изредка озимые хлеба. Основная масса стержнекорневых сорняков в первый год образует розетку листьев; только подорожник ланцетолистный и смолевка обыкновенная (хлопушка) образуют плодоносящие стебли в первый год жизни. При позднем появлении всходов фаза розетки продолжается два года, а в условиях лугов, при загущенном стеблестоем трав – несколько лет.

У *дерновых сорняков* (щучка дернистая, белоус торчащий) главный корень быстро теряет свое значение и замещается большим количеством придаточных корней.

Кистекорневые сорные растения имеют весьма укороченное корневище, от которого отходят подземные и надземные побеги (лютик едкий, подорожник большой, василек луговой и др.).

У *луковичных сорняков* луковица состоит из сильно укороченного плотного стебля, называемого донцем, и сидящих на нем хорошо развитых утолщенных чешуй с запасом в них питательных веществ. В пазухах листьев образуются луковички-детки (лук полевой, лук круглый и др.).

В засушливых условиях юга и в высокогорных условиях у ряда растений вместо семян в соцветиях образуются луковички (горец живородящий, мятлик луковичный и др.).

У клубнеплодных сорных растений подземные органы размножения (клубни) образуются на однолетних подземных стеблях – столонах (мята полевая, чистец болотный) (рис. 43), на корневищах (чина клубневая) и на нижних междоузлиях за счет их расширения (ложные луковичи у тимфеевки луговой) (рис. 44).

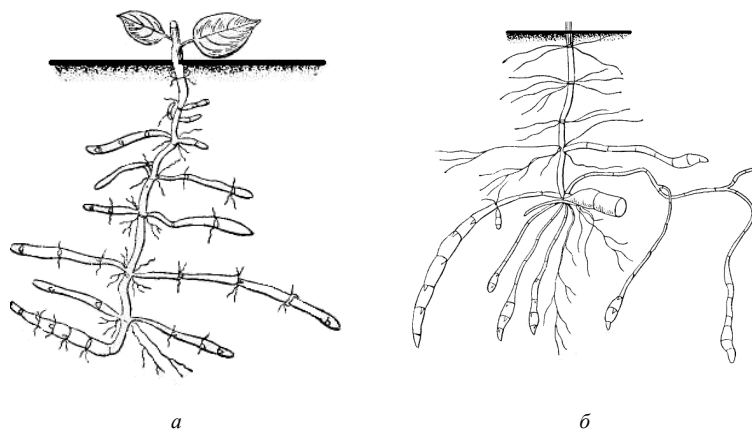


Рис. 43. Клубнеплодные сорные растения: а – мята полевая; б – чистец болотный

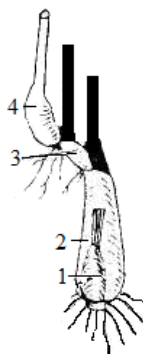


Рис. 44. Тимофеевка луговая (цифрами обозначен порядок наращивания ложных лукович; черным цветом – отмершие части)

Корнеплодные растения имеют один (дыгиль) или несколько утолщенных корней (зопник клубненосный).

У *корневищно-корнеплодных сорняков* корнеплоды образуются на корневищах (заячья капуста) (рис. 45).

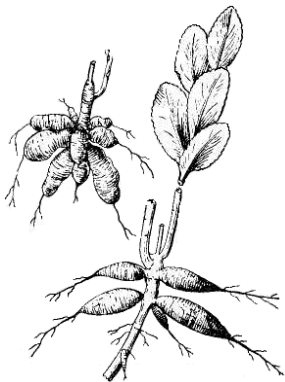


Рис. 45. Заячья капуста
(очиток пурпурный)

У *листоплодных* подземные органы размножения образуются из погруженных в почву листьев (сердечник сибирский).

Все дерновые, кистекорневые, луковичные, клубнеплодные, корнеплодные, корневищно-корнеплодные и листоплодные растения не имеют широкого распространения и не являются серьезными сорняками на полях.

Сорняки, у которых вегетативное размножение выражено сильно, подразделяются на группы.

1. Вегетативно размножающиеся наземными органами. Это, как правило, растения влажных местообитаний и затененных мест. К ним относятся сорняки, у которых:

а) ползучие многолетние стебли укореняются по узлам, а их части хорошо приживаются (будра плющевидная);

б) ползучие однолетние стебли укореняются по узлам и образуют розетки, которые после отмирания стебля становятся самостоятельными растениями (лапчатка гусиная, лютик ползучий) (рис. 46);

в) стелющиеся стебли укореняются на концах, образуя розетки (живучка ползучая), концы стеблей заглубляются в почву и укореняются (ежевика) либо заглубляются осенью и превращаются в корневища (свинойор пальчатый, повой заборный).

2. Вегетативно размножающиеся подземными органами. К ним относятся *корневищные* и *корнеотпрысковые* сорняки.

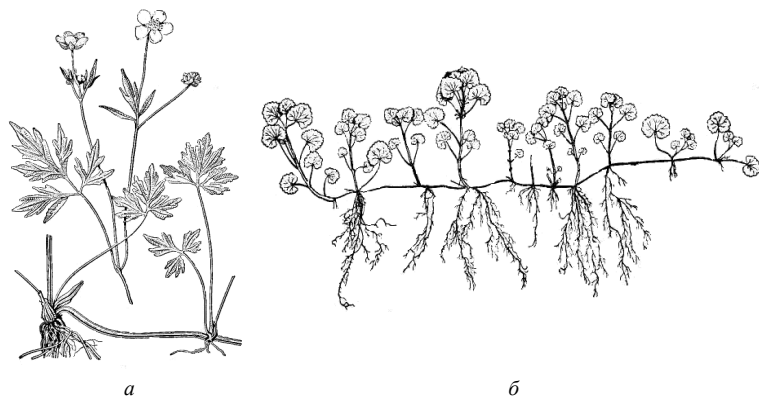


Рис. 46. Ползучие сорные растения: *а* – лютик ползучий; *б* – будра площевидная

Корневищные сорняки. Корневищами называются подземные стебли растений, служащие для перезимовки и вегетативного возобновления и размножения. Они состоят у злаков из отдельных члеников – междоузлий и узлов, несут зачаточные листья, которые прикрывают пазушные почки и сидят поочередно у злаков и поочередно или супротивно у двудольных растений. У старых корневищ листья отмирают и почки становятся хорошо заметными. Верхушка корневища у злаков имеет шиловидную форму и состоит из плотно свернутых вдоль зачаточных листьев (рис. 47).

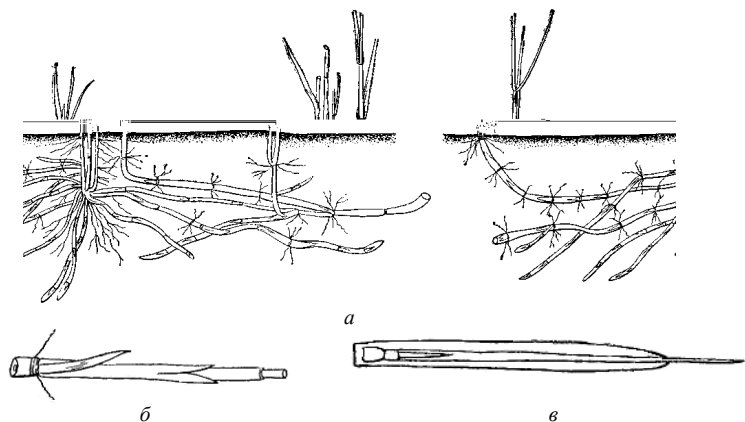


Рис. 47. Пырей ползучий: *а* – система корневищ; *б* – отрезок молодого корневища; *в* – продольный разрез шиловидной верхушки корневища

У двудольных растений верхушка корневища покрыта одним или двумя зачаточными листьями, плотно охватывающими точку роста. У бобовых верхушка корневища коленообразно изогнута, что предохраняет ее от механического повреждения.

Благодаря тургору и особой механической ткани корневища обладают упругостью для продвижения в почве. В корневищах откладываются запасные питательные вещества, служащие для питания растений, образующихся из почек. Глубина залегания корневищ есть видовой признак, зависящий от типа и плотности почвы.

Корневища залегают глубоко в почве у гумая, софоры лисохвостной, хвоща полевого и др. Неглубоко находятся корневища у пырея ползучего, тысячелистника обыкновенного (рис. 48), крапивы двудомной, вероники дубравной.

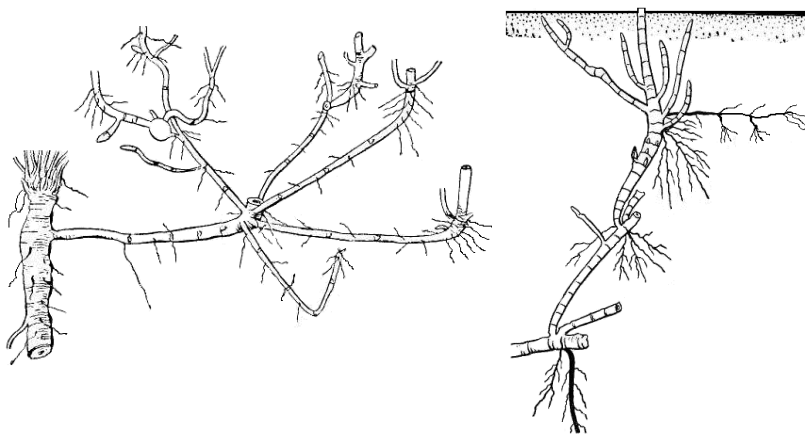


Рис. 48. Тысячелистник обыкновенный

Среди корневищных сорняков выделяют два подтипа:

а) с одним постоянным верхушечным наращиванием в длину (моноподиальные корневища), например у софоры лисохвостной, хвоща полевого (рис. 49). Наземные побеги образуются из боковых почек и располагаются вертикально;

б) сорняки, у которых наращивание корневищ в длину происходит многими верхушками (симподиальные корневища), например у пырея ползучего, свинороя пальчатого, мать-и-мачехи (рис. 50) и др. Корневища хорошо ветвятся, и концы их выходят на поверхность, образуя новые растения.

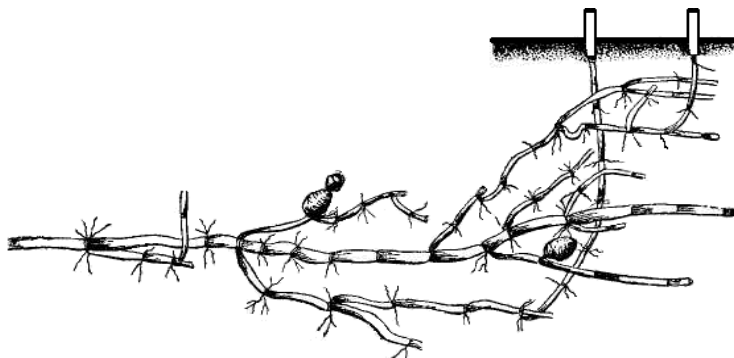


Рис. 49. Хвощ полевой

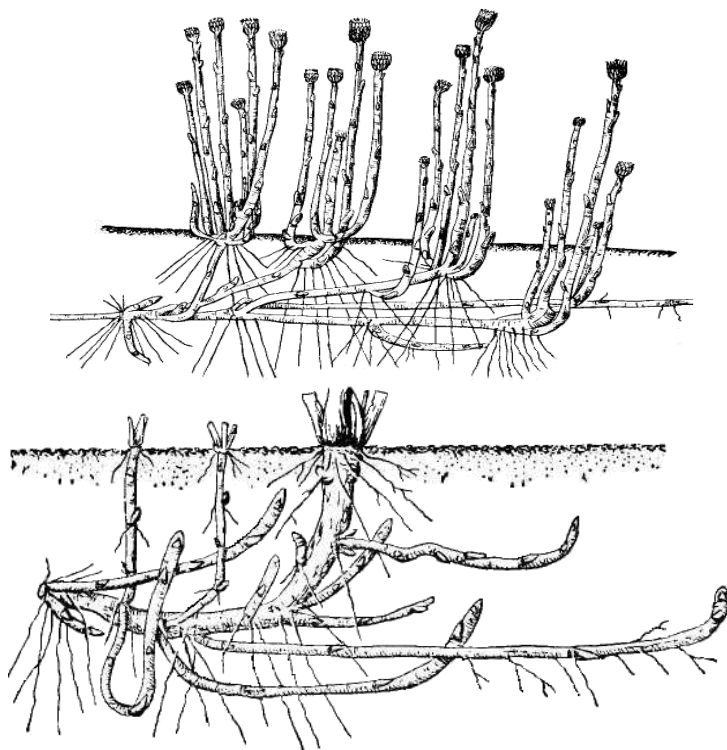


Рис. 50. Мать-и-мачеха

Отрезки корневищ даже с одной почкой могут приживаться и давать начало новым растениям. Почки на корневищах не имеют периода покоя, но обычно в ненарушенном состоянии корневищ прорастают слабо (5–10 %). Разрезка корневищ на части вызывает усиленное прорастание почек (до 80–90 %). Образование корешков у проросших почек запаздывает на несколько дней, что является слабым, уязвимым местом при размножении растений корневищами.

У большинства корневищных растений семенное размножение подавлено (свиной пальчатый, пырей ползучий).

В пределах моноподиального типа корневищных сорных растений в зависимости от характера развития корней различают:

а) корневищно-мочковатокорневые сорняки (хвощ полевой);

б) корневищно-кистекорневые сорняки (виды осок);

в) корневищно-стержнекорневые сорняки с наличием более или менее хорошо выраженного главного корня (софора лисохвостная).

В пределах симподиального типа корневищных сорных растений также в зависимости от характера развития корней различают:

а) корневищно-мочковатокорневые сорняки (пырей ползучий, тысячелистник обыкновенный, свиной пальчатый);

б) корневищно-кистекорневые сорняки (гумай);

в) корневищно-стержнекорневые сорняки (крапива двудомная).

У растений этого типа сначала образуется мощный стержневой корень, а потом в верхних слоях почвы – корневища, что делает их трудно поддающимися уничтожению.

Помимо травянистых, корневища как органы вегетативного размножения имеются у многих полукустарниковых и кустарниковых растений. У всех у них имеет место симподиальное (многовершинное) наращивание корневищ. Корневища располагаются в почве под косым углом и выходят концами на поверхность на втором-третьем году жизни в первой половине лета. Придаточные корни появляются на корневищах в первый год жизни обычно в узлах, реже между ними. Многие корневища живут 15–20 лет, наращиваясь с передней и отмирая с задней стороны, и все дочерние растения связаны корневищем. Корневища у древесно-кустарниковых растений залегают на глубине 5 см и не глубже 25 см. Многие корневищные кустарники и полукустарники являются нежелательными засорителями лугов, пастбищ, садов, парков, а также естественных и искусственных лесов при их возобновлении. К таким засорителям относятся из полукустарников малина душистая, ежевик безлистный, из кустарников ива травянистая, лещина обыкновенная, роза собачья и др.

Корнеотпрысковые сорняки. К ним относятся самые злостные, трудноискоренимые сорные растения. Размножаются они при помощи специальных корней размножения, отходящих от основных вертикальных корней, углубляющихся до 3–5 м. На корнях размножения

придаточные почки образуются независимо от их толщины и от того, повреждены они или нет. Побеги от корней называются отпрысками, откуда и происходит название сорняков – корнеотпрысковые. На подземной части отпрысков, называемых вертикальными корневищами, имеются зачаточные листья и почки.

Тип корнеотпрысковых сорняков по особенностям морфологического строения боковых горизонтальных корней и их вегетативного размножения подразделяется на два подтипа.

К первому подтипу относятся растения, у которых горизонтальные корни размножения на некотором расстоянии утолщаются, изгибаются вниз, отвесно заглубляются в почву и дополнительно выполняют функцию основных корней. Таким же образом происходит дальнейшее вегетативное размножение корней второго порядка от корней первого порядка, корней третьего порядка от корней второго порядка и т. д. Почки и побеги из них образуются на утолщенной части изгиба корней размножения. К этому подтипу корнеотпрысковых сорняков относятся бодяк полевой, повой заборный (рис. 51), вьюнок полевой (рис. 52), горчак розовый, льянка обыкновенная (рис. 53), щавелек (рис. 54), молочай лозный и др. Вследствие наличия дополнительных вертикальных питающих корней сорняки этого подтипа весьма устойчивы и с трудом поддаются уничтожению.

Заложение придаточных почек на горизонтальных корнях размножения происходит после плодоношения основных стеблей, а также зимой под промерзшим слоем и весной до начала вегетации. В период усиленного роста надземных частей растения у некоторых корнеотпрысковых происходит отмирание готовых почек и процесс размножения как бы регулируется самим растением.

Корни размножения у щавельки располагаются приповерхностно, у осота полевого и льянки обыкновенной – в пахотном слое, а у бодяка и особенно у горчака розового – на глубине 35–40 см. Чем суше зона жизни сорняка, тем глубже залегают корни размножения. Корнеотпрысковые сорняки преобладают на почвах рыхлых и достаточно аэрируемых. Очень хорошо удерживаются на плохо обрабатываемых почвах.

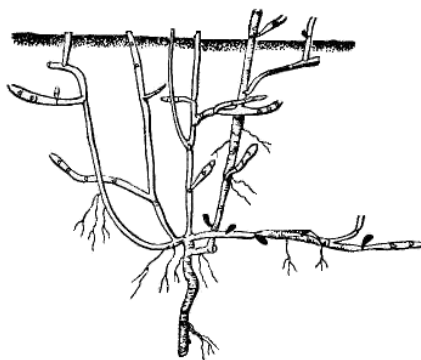


Рис. 51. Повой заборный

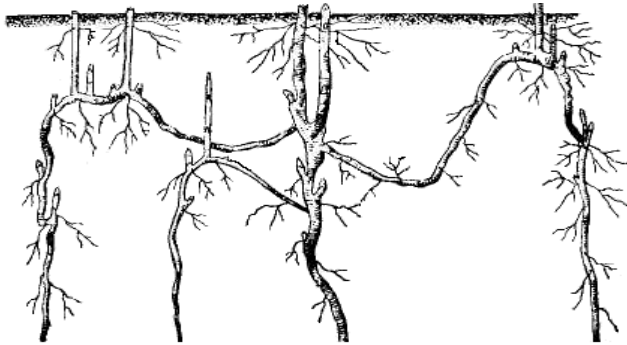


Рис. 52. Вьюнок полевой

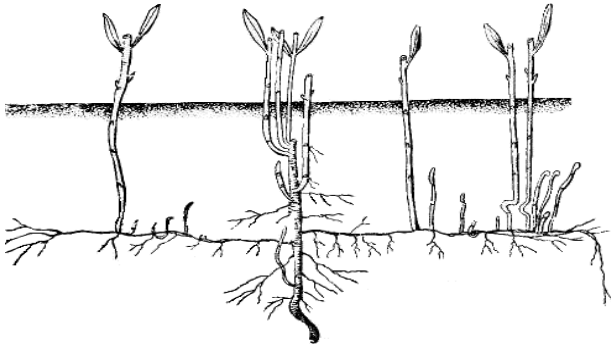


Рис. 53. Льянка обыкновенная

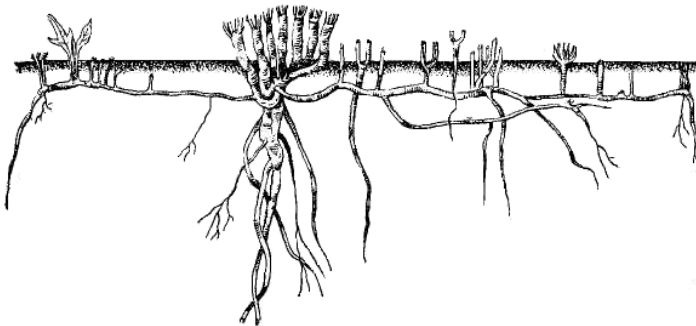


Рис. 54. Щавелек

У сорняков второго подтипа корни размножения располагаются горизонтально, концы их не заглубляются вертикально и не выходят на поверхность. На них нет закономерного размещения почек. Они неравномерно, часто группами, размещаются на горизонтальных корнях. К этому подтипу корнеотпрысковых относятся амброзия многолетняя, кипрей узколистный (рис. 55) и др. Эти сорняки менее устойчивы против приемов обработки почвы, особенно тогда, когда молодые горизонтальные корни не успели образовать придаточные вертикальные корни.

В первое время вновь образующиеся растения не обособляются от материнского растения (у горчака розового), а у вьюнка полевого, льнянки обыкновенной связь теряется на втором-третьем году.

Отрезки корней всех корнеотпрысковых сорняков хорошо приживаются при обработке почвы поздней осенью и ранней весной, когда почва влажная и температура невысокая, а запас питательных веществ в корнях достаточно высокий (рис. 56).

Наоборот, при обработке почвы поздней весной и ранней осенью отрезки корней почти не приживаются, а прижившиеся легко уничтожаются дополнительными культивацией и вспашкой. Кроме того, даже у прижившихся отрезков сплошь и рядом корни не образуются; растение образует небольшой стебелек, может жить один-два года и потом отмирает (вьюнок полевой).

Характер корневых систем в почве, глубина их залегания, быстрота разрастания, ломкость или прочность у разных видов разнообразны. У бодяка полевого прочные вертикальные корни проникают на очень большую глубину, достигающую иногда 5–6 м, а у осота полевого корни обычно не идут глубже 50 см и лежат поверхностно, но зато отличаются большой ломкостью. Опасность засорения полей бодяком полевым заключается главным образом в его очень длинных старых вертикальных корнях, постоянно дающих начало гнездам, а опасность осота полевого – в его хрупких поверхностных корнях, способных даже от небольших обломков давать поросль.



Рис. 55. Кипрей узколистный

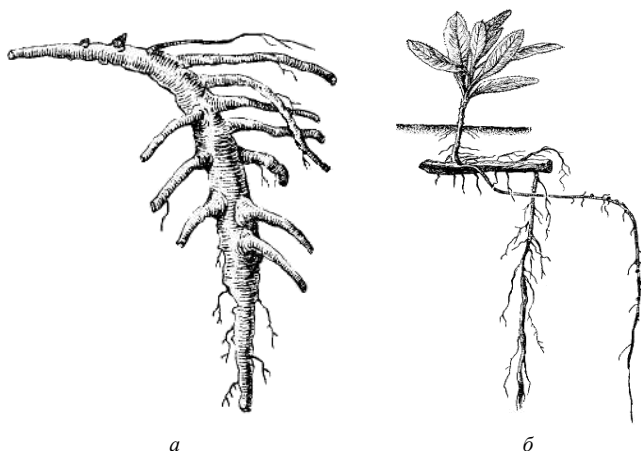


Рис. 56. Бодяк полевой: *а* – вид утолщенной части бокового корня размножения с почками и массой отходящих от него новых корней; *б* – прижившийся отрезок корня с розеткой листьев и корнями

У бодяка полевого на глубине 10 см прорастает около 25 % отрезков корней длиной 10 см, у осота полевого при тех же условиях – 100 %. Отрезки корней бодяка полевого не прорастают только при длине менее 3 см, а у осота полевого при тех же условиях прорастает около 45 %. Совсем не дают поросли отрезки корней осота полевого длиной менее 1,5 см.

Обломок корня вьюнка полевого величиной 5 см дает в условиях достаточной влажности несколько побегов, а срезанные во второй раз эти побеги дают еще большую поросль. У вьюнка полевого, льнянки обыкновенной на плотных почвах образуется только один вертикальный корень без корней размножения.

Корнеотпрысками размножаются многие кустарники и деревья. В ряде случаев такие растения, обильно возобновляясь, мешают культивируемым растениям, становясь своеобразными сорняками. Так, побеги осины могут появляться среди посевов на полях и в огородах на расстоянии до 10 м от деревьев осины. Побеги образуются на горизонтальных корнях, залегающих в слое почвы на глубине 5–20 см. Побеги не имеют своих корней и питаются соками материнского корня. Даже вишня садовая часто становится докучливым засорителем садов и соседних огородов.

В целом особенно сильной воспроизводительной способностью отличаются корневищные и корнеотпрысковые сорные растения.

Насколько обильную поросль они могут развивать в почве, показывают данные табл. 23.

Таблица 23. **Подземные части многолетних сорных растений на 1 м² пахотного слоя почвы**

Сорное растение	Подземные части		Число вегетативных почек, шт.
	Масса, г	Длина, м	
Бодяк полевой	158	8,15	526
Осот полевой	1 008	76	16 609
Мать-и-мачеха	1 524	170	2 596
Пырей ползучий	2 890	495	25 979

На 1 га многолетние сорняки на своих подземных частях могут развивать десятки и сотни миллионов живых почек, способных давать поросль, тогда как на ту же площадь в 1 га обычно высевается не более 5–7 млн. семян зерновых культур.

Таким образом, все вегетативные образования заменяют семена и обеспечивают сорнякам наиболее быстрое и обильное размножение. Постоянно повреждаемые при обработке почвы многолетние сорняки не всегда достигают цветения. Поэтому, если у малолетних сорняков размножение сосредоточено почти исключительно на плодоношении, у многолетних сорняков оно направлено главным образом в сторону развития их подземных частей, о чем можно судить по разнообразию и сложности устройства их корневых систем, по чрезвычайной живучести и разным другим образованиям, заменяющим семена.

Паразитные растения подразделяются на полных паразитов и полупаразитов.

Полупаразитные растения называются так потому, что некоторые из них могут жить без растения-хозяина, но все же лучше развиваются, когда поглощают воду и растворенную в ней минеральную пищу из корней других растений. Полупаразитные растения имеют в листьях хлорофилл, у них нормальное строение надземных органов. По месту прикрепления к растению-хозяину полупаразиты подразделяются на два вида:

а) прикрепляющиеся к корням, или корневые полупаразиты (очанка лекарственная, погребки, марьяники, мытники);

б) прикрепляющиеся к стеблям, или стеблевые полупаразиты (омела).

Паразитные сорняки полностью утратили способность самостоятельно усваивать минеральную пищу и лишены фотосинтеза. По характеру присасывания гаусториями к растению-хозяину паразиты подразделяются на следующие виды:

- а) паразиты стеблевого питания (повилики – около 270 видов);
- б) паразиты корневого питания (заразихи, петров крест).

Взаимоотношения между паразитами-сорняками и растениями-хозяевами проявляются в ожесточенной межвидовой борьбе. В этой борьбе культурные растения нуждаются в помощи человека.

4. ВРЕД И ПОЛЬЗА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

4.1. Вред от сорных растений

Сорные растения в значительной степени влияют на баланс элементов питания, физические и биологические свойства почвы, водно-воздушный, тепловой и световой режимы агрофитоценоза, т. е. на плодородие почвы. Высокая засоренность сельскохозяйственных угодий, особенно пахотных земель, не позволяет обеспечить высокую культуру земледелия на полях, что приводит к существенному снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Это происходит за счет снижения температуры почвы, потребления большого количества воды, элементов минерального питания, создания очагов для развития болезней и дополнительного питания вредителей.

Основными факторами высокой засоренности посевов выращиваемых в хозяйствах культур являются как естественно-биологические свойства сорных растений (большое разнообразие видового состава и различных форм развития – яровой, зимующей и озимой, повышенная плодovitость и жизнеспособность, устойчивость к мерам борьбы, усиление семенной продуктивности, экологическая пластичность и т. д.), так и несоблюдение организационно-хозяйственных мероприятий (нарушение севооборотов, сроков обработки почвы, посева, ухода за посевами, посев некондиционными семенами, засоренность участков несельскохозяйственного пользования, поступление семян сорняков на поля с органическими удобрениями, поливной водой и т. д.). Повторные посевы и посадки культур, применение минеральных удобрений в более высоких дозах, стимулирующих прорастание семян и их размножение, плоскорезные и минимальные обработки почвы, проводимые без дополнительных приемов подавления сорняков, посев короткостебельных сортов зерновых и т. д. – все это ведет к увеличению засоренности. Несмотря на научно-технический прогресс в сельском хозяйстве, острота борьбы с сорняками не ослабляется, что связано с высокой потенциальной засоренностью полей. Запас семян сорных растений в пахотном слое (до 25 см) в Беларуси достигает

3–4 млрд. шт/га (например, в Германии и Дании этот показатель составляет 30–100 млн. шт/га).

Некоторые культуры, особенно пропашные, совсем не выносят засорения. Многочисленные данные отечественных и зарубежных ученых показывают, что выращивание сельскохозяйственных культур на сильно засоренных участках приводит к снижению урожайности: озимых – на 65–75 %, гороха – 20–30, яровых зерновых – 45–65, бобов – 20–55, кукурузы – 50–90, картофеля – 50–70, свеклы – 90–95, овощных – на 95–97 % по сравнению с урожайностью этих культур на свободном от сорняков участке.

Потери урожая сельскохозяйственных культур в мире от сорняков и других вредных организмов составляют: зерновых – 500–510 млн. т, сахарной свеклы – 65–75, картофеля – 125–135, овощей – 78–79 млн. т, или 30–40 % общего сбора урожая, и оцениваются в 75 млрд. долл. США. При этом ущерб от сорняков превосходит общие потери от вредных насекомых, болезней и градобития, вместе взятых.

Установлено, что при средней засоренности посевов урожай культур, возделываемых в республике, снижается на 20–25 %, а при сильной он может погибнуть полностью. На средне засоренных полях многие хозяйства недобирают 10–12 % валового урожая зерна и льна, 12–15 % кукурузы и подсолнечника, 8–10 % сахарной свеклы, 6–10 % овощей и картофеля, 18–20 % многолетних трав, 6–7 % плодов и ягод. На сильно засоренных полях урожай снижается еще в 1,5–2 раза.

Уровень потерь от сорных растений на ряде сельскохозяйственных культур, в том числе зерновых, кормовых, технических, масличных и овощных, был установлен в результате многолетних опытов (2003–2023 гг.), проведенных в условиях опытного поля «Тушково» УО БГСХА сотрудниками кафедры защиты растений (табл. 24).

Таблица 24. Снижение урожайности сельскохозяйственных культур от однолетних двудольных и злаковых сорных растений

Сельскохозяйственная культура	Снижение урожайности, ц/га
Озимая рожь	4,1
Озимая пшеница	44,6
Озимая тритикале	21,7
Озимый ячмень	52,4
Яровая пшеница	14,6
Яровой ячмень	24,6
Яровая тритикале	11,3
Овес	15,1

Сельскохозяйственная культура	Снижение урожайности, ц/га
Озимый рапс	18,3
Яровой рапс	16,5
Горох (зерно)	19,4
Горох (зеленый горошек)	26,9
Подсолнечник	29,2
Озимая сурепица	15,2
Сахарная свекла	741,0
Лен-долгунец (солома)	50,3
Лен-долгунец (семена)	5,5
Кукуруза (зеленая масса)	532,0
Кукуруза (зерно)	78,5
Кормовые бобы	20,3
Гречиха	4,3
Лук репчатый	327,2
Столовая свекла	421,2
Капуста белокочанная	177,6
Картофель	309,0
Фасоль (зерно)	8,7
Фасоль (спаржевая)	9,3
Люпин узколистый	16,9
Вико-овсяная смесь	6,2
Горохо-овсяная смесь	6,8
Соя	26,0

Также в исследованиях УО БГСХА была установлена вредоносность однолетних и многолетних злаковых сорных растений при возделывании озимой пшеницы, озимого ячменя, лука репчатого, гречихи и других сельскохозяйственных культур (табл. 25).

Таблица 25. Снижение урожайности сельскохозяйственных культур от злаковых сорных растений

Сельскохозяйственная культура	Снижение урожайности, ц/га
Однолетние злаковые сорные растения	
Озимая пшеница	5,0
Озимый ячмень	23,9
Гречиха	2,8
Лук репчатый	162,0
Морковь столовая	83,5
Столовая свекла	354,2
Капуста белокочанная	409,0
Люпин узколистый	2,9
Соя	2,6

Сельскохозяйственная культура	Снижение урожайности, ц/га
Многолетние злаковые сорные растения	
Гречиха	1,8
Лук репчатый	163,0
Столовая свекла	215,3
Морковь столовая	169,8
Капуста белокочанная	244,0
Люпин узколистный	4,0
Соя	4,8
Однолетние и многолетние злаковые сорные растения	
Озимая сурепица	11,3

При средней засоренности льна-долгунца сорняками урожайность льноволокна снижается на 15–20 %, а при высокой – на 50–60 %. При этом наряду со снижением урожайности происходит снижение качества льноволокна на 3–4 номера и выхода длинного волокна на 5–33 %.

При наличии 10 побегов пырея ползучего на 1 м² урожайность зерна озимой пшеницы может снизиться на 28–30 %, при 26 побегах – на 48–50 и при 60 побегах – на 70–75 %. При сильной засоренности посевов кукурузы бодяком полевым урожайность может уменьшиться на 50–72 %.

По данным БелНИИЗР, потери льноволокна при слабой засоренности льна-долгунца могут достигать 7,4 %, при средней засоренности – 14,8 %, при сильной – 21,3 %.

При наличии в посевах клевера 100 шт/м² сорняков урожайность снижается в два раза, а при 200 шт/м² – в три раза. На 8–12 % снижается урожайность люцерны при наличии на 1 м² 50 экз. малолетних сорных растений.

Согласно исследованиям Т. Н. Лапковской, при отсутствии защиты льна-долгунца только от злаковых сорняков урожайность льносомки может снижаться на 5,4–15,4 ц/га, льносемян – на 1,2–4,4 ц/га. Отказ от применения противодвудольных гербицидов может привести к потере 0,6–4,5 ц/га семян и 10,0–18,4 ц/га льносомки.

На многих сорняках живут и размножаются паразитные (повилики, заразики) и полупаразитные сорняки (погремки, очанки, зубчатки), переходящие потом на культурные растения. На участках, пораженных паразитными сорняками (повиликой), уменьшается урожайность многолетних трав на 20–30 %, семян – на 80–85, овощных культур – на 30–50 %.

В исследованиях, проведенных в УО БГСХА, было установлено, что вынос питательных веществ из почвы достигает внушительных размеров (табл. 26).

Таблица 26. Вынос сорняками элементов минерального питания, кг/га

Сорное растение	Засоренность								
	слабая	средняя	сильная	слабая	средняя	сильная	слабая	средняя	сильная
	Азот			Фосфор			Калий		
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
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.

Так, при средней засоренности посевов ромашкой непахучей с каждого гектара выносятся свыше 25,4 кг азота, 9,7 кг фосфора, 31,8 кг калия, марью белой – соответственно 44,7, 9,2 и 56 кг/га, звездчаткой средней – 38,4, 20,1 и 59,6 кг/га, яруткой полевой – 27,6, 10,7 и 31,7 кг/га и т. д.

По данным М. А. Кадырова, при наличии на 1 м² 30 сорняков ими из почвы выносятся до 50 кг/га основных элементов питания (NPK), а 240 сорных растений и более способны потребить до 300 кг/га (табл. 27).

Таблица 27. Вынос питательных элементов сорняками

Количество сорняков, шт/м ²	Вынос NPK, кг/га
До 30	50
31–50	75
51–80	100
81–120	150
121–180	200
181–240	250
240 и более	300

Некоторые специалисты считают, что питательные вещества, поглощаемые сорняками, остаются в поле. Но, по мнению Н. И. Протасова, это неверно по следующим причинам. Во-первых, недобирается урожай культуры, во-вторых, происходит дополнительное засорение почвы семенами сорняков и вегетативными зачатками, в-третьих, убирается с поля с соломой и зерном значительная часть сорных растений. Таким образом, значительная доля питательных веществ аккумулируется в семенах сорняков, в корневой системе, корневищах многолетников и долгое время не возвращается в почву. Так, в опытах ТСХА при общем выносе однодольными многолетними сорняками 370–500 кг/га NPK на долю корневищ приходилось 250–300 кг/га.

В целом факторы интенсификации современного земледелия не устраняют отрицательного влияния сорняков, а иногда, наоборот, усиливают его, снижая эффективное плодородие почвы. Результаты исследований и передовой опыт практиков свидетельствуют, что ни один из факторов интенсификации земледелия (повышение энергооборуженности хозяйств, специализация севооборотов, увеличение доз удобрений, орошение, минимализация обработки почвы, внедрение интенсивных короткостебельных сортов зерновых культур и др.), кроме специальных, направленных непосредственно на борьбу с сорняками, не способствует снижению вредоносности сорняков и уменьшению засоренности полей.

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, фосфора 78, калия – 124 кг/га.

Злостный корнеотпрысковый сорняк бодяк полевой при наличии 10 шт/м² усваивает из почвы азота 140, фосфора – 30, калия – 120 кг/га.

При выращивании льна-долгунца выносятся из почвы азота 78, фосфора 30, калия 69 кг/га (при урожае льносоломки 50 ц/га и льносемян 6 ц/га), в то время как пырей ползучий – соответственно 45,6;

31,5 и 68,5 кг; мать-и-мачеха – 74; 27,2 и 234,8 кг; осот полевой (желтый) – 67; 28,8 и 158,8 кг/га.

При засоренности посевов от 100 до 200 растений на квадратный метр вынос азота сорняками составляет 60–140, фосфора 20–30 и калия 100–140 кг/га.

Чтобы восполнить израсходованные осотом розовым питательные вещества, в почву необходимо внести 11 ц/га минеральных удобрений.

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

Установлено, что для формирования 1 кг сухого вещества большинство видов сорняков расходуют воды в среднем в 1,5–2,5 раза больше, чем культурные растения. Например, на формирование 1 кг сухого вещества дурнишник расходует 415 кг воды, виды горцев – 678, марь белая – 658–801, паслен черный – 487, щирица запрокинутая и бодяк полевой – по 800–1 200, горчица полевая – 870–900, амброзия полыннолистная – 912, полынь горькая – 948, пырей ползучий – 1 100–1 200, осот полевой – 314, в то время как лен-долгунец – 400–430, пшеница – 460–545, овес – 583–600, ячмень – 518, гречиха – 540, кукуруза – 250–400, картофель – 575, просо куриное – 200–300 кг. В результате на засоренных полях влажность почвы в корнеобитаемом слое понижается на 2–5 %.

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.

Затенение почвы сорняками может привести к снижению ее температуры на 1–5 °С. Из-за недостатка тепла почва слабо прогревается, что отрицательно влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур весной, когда прорастание семян и без того может задержаться из-за холодной погоды. Понижение на 1 °С температуры поверхностного слоя почвы толщиной 10 см равноценно перемещению данной площади в сторону севера на расстояние 100 км. В непрогретой почве прорастание семян культурных растений затягивается, и они становятся более восприимчивыми к различным заболеваниям.

Пырей ползучий потребляет влаги почти в три раза больше, чем яровая пшеница, в два раза больше, чем овес, и в четыре раза больше, чем просо.

Многие широко распространенные сорняки (горчица полевая, вьюнок полевой, ярутка полевая, хвощ полевой, белена черная, паслен черный и др.) являются ядовитыми и опасны для человека и животных. Большая примесь семян куколя обыкновенного и плевелов к зерну может вызвать отравление людей и животных.

Сильная засоренность ухудшает качество продуктов питания. Например, примесь костра ржаного, татарской гречихи и ряда других семян сорняков придает темный цвет муке, увеличивает ее влажность и быстро приводит к порче. Хлеб, испеченный из муки с примесью костра ржаного, быстро черствеет. Семена ярутки полевой придают муке горький вкус, делая ее несъедобной. Ущерб в результате отравления животных складывается из потерь не только от их гибели или заболевания, но и от недоброкачественности продукции животноводства, потерь при воспроизводстве стада. Так, поедание животными лютика едкого, хвоща полевого и звездчатки злочной отрицательно влияет на качество молочных и мясных продуктов.

Существуют сорные растения, вызывающие заболевание людей. В местах массового произрастания полыни, лебеды, амброзии полыннолистной, конопли дикой у населения бывает аллергическая болезнь, которую называют осенней сеной лихорадкой.

Очень опасны для человека многие виды борщевика. Они являются сильнейшими контактными и дыхательными аллергенами, а также содержат вещества, резко повышающие чувствительность кожи к ультрафиолету. Самые сильные ожоги борщевик вызывает при соприкосновении с кожей в ясный солнечный день. Причем легкая майка или сарафан не являются преградой. Достаточно потрогать растение или пройти по зарослям борщевика, а затем подставить под солнце испачканную соком кожу. Особенно опасно, если в заросли борщевика залез ребенок. Необходимо принять немедленные меры, иначе на пораженных участках возникнет ожог второй степени (волдыри, заполненные жидкостью). Прикосновение к растению в первое время может не дать никаких неприятных ощущений. Время проявления ожога составляет от нескольких часов до нескольких суток.

Для многих мышевидных грызунов заросли сорных трав (около скотных дворов, различных построек, вдоль дорог, на межах и на других местах, не занятых посевами культурных растений) служат удобным местом обитания и источником пищи даже зимой.

Многие виды сорняков при широком распространении их на полях создают благоприятные условия для развития различных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Так, злаковые мухи (шведская, яровая, озимая, меромиза и гессенская), являясь серьезными вредителями культурных злаков, живут на разных видах пырея и других злаковых сорняках. Засоренные пыреем земли в наибольшей степени способствуют размножению проволочников. Просяной комарик в большом количестве размножается на курином просе. Пьявица, являясь вредителем овса, ячменя и твердой пшеницы, размножается на овсюге. Свекловичный клоп и луговой мотылек откладывают яйца на мари белой, лебеде раскидистой, вьюнке полевом и щирце запрокинутой. Свекловичные долгоносики могут питаться на чертополохах, бодяке полевом и мари белой, а морковная муха – на сорняках из семейства зонтичных.

Многие сорные растения при цветении являются источником питания для лугового мотылька, зерновой совки, совки-гаммы. Обилие соцветий повышает плодовитость насекомых и приводит к вспышкам массового размножения. Летняя капустная муха и капустная моль в начале развиваются на сурепке обыкновенной, пастушьей сумке, желтушнике левкойном и др. Для красногалловой листовой тли, которая является вредителем красной смородины, промежуточным хозяином являются сорняки из семейства губоцветных.

Колорадский жук – вредитель картофеля – развивается и размножается на сорняках из семейства пасленовых. На сорняках из семейства крестоцветных успешно развиваются капустная белянка, капустная тля, рапсовые клопы. Сорняки, относящиеся к семейству сложноцветных, усиливают размножение гороховой совки на горохе, бобах, клевере, картофеле; совки-гаммы – на бобовых, картофеле, льне. Сорняки из семейства мятликовых являются резерваторами вредной черепашки, озимой совки и др.

На диких злаках способен развиваться целый ряд болезней культурных растений (мучнистая роса, ржавчина, головня, различные виды плесени, спорынья). Пырей ползучий служит промежуточным хозяином стеблевой, желтой и корончатой ржавчины зерновых культур. Линейная ржавчина пырея ползучего поражает все хлебные злаки. Головня овсюга может проявляться на овсе. Возбудитель бактериоза проса перезимовывает на семенах и листьях куриного проса. Такие сорняки, как горчица полевая, редька дикая, пастушья сумка, являются резерваторами грибных заболеваний – килы капустной, черной ножки, плесени белой, мучнистой росы. Щетинники, василек синий, марь бе-

лая, бодяк полевой – переносчики корневой гнили, мозаики злаковых культур.

На сорняках встречаются многие вирусы, которые через переносчиков (тлей и других сосущих насекомых) попадают на культурные растения. Сорняки могут служить и своеобразными резервуарами вирусов, например, в растениях гумая зимуют вирусы, поражающие кукурузу. А марь белая, щирица запрокинутая, вьюнок полевой и другие сорные растения содержат вирус Х в скрытом виде, заражение которым посадок картофеля приводит к недобору 17 % урожая и более. Вирус закукливания овса может сохраняться на пырее ползучем и щетиннике сизом, вирус сахарной свеклы – на амброзии полыннолистной, мари белой, щирице запрокинутой и т. д.

Нематоды овощных культур хорошо размножаются на мари белой, льнянке обыкновенной, лебеде раскидистой, осоте полевом, одуванчике обыкновенном.

Вьющиеся и цепляющиеся сорняки усиливают полегание сельскохозяйственных культур, что приводит к большему развитию болезней, особенно во влажные годы, и затрудняют уборку.

Нет единого мнения о влиянии удобрений на засоренность посевов. Некоторые исследователи указывают, что при удобрении засоренность посевов увеличивается, а отдельные виды неодинаково реагируют на элементы минерального питания. Другие исследователи утверждают, что при удобрении культурные растения хорошо развиваются и лучше растут, тем самым конкурируя с сорняками и угнетая их, что приводит к снижению численности сорняков.

В исследованиях ВИУА с меченым азотом было доказано, что некоторые виды сорняков усваивают азот более интенсивно, чем культурные растения. Так, если у яровой пшеницы, льна-долгунца и проса коэффициент использования азота равен 36–56 %, то у метлицы полевой, ромашки непахучей, мари белой, горчицы полевой, горца развесистого, подмаренника цепкого он равен 56–70 %.

По данным ТСХА, даже при хорошем развитии озимой пшеницы сорняки поглощают значительное количество питательных веществ из почвы и удобрений. Так, в фазе кущения вынос питательных веществ культурой составил 70,8 кг/га и сорняками – 7,2; в фазе цветения – соответственно 183,6 и 115,4, а в фазе молочной спелости – 137,3 и 154,7 кг/га.

По данным А. В. Захаренко, на полях без применения регулирующих мероприятий сорные растения способны потреблять из внесенных удобрений до 65 % азота, 44 % фосфора и 56 % калия.

Под влиянием сорняков значительно снижается прибавка урожая от применения минеральных удобрений (табл. 28).

Таблица 28. Влияние сорняков на эффективность минеральных удобрений

Культура	Снижение прибавки от 1 т удобрений в зависимости от засоренности, %		
	Слабая	Средняя	Высокая
Зерновые	3,4	6,4	12,0
Лен-долгунец	0,9	1,8	3,4
Корнеплоды	14,6	29,2	58,4
Картофель	13,3	26,6	53,2
Овощные	21,3	42,6	85,2
Плодовые и ягодные	4,2	8,4	16,8

Потребление элементов минерального питания у сорняков также существенно различается по фазам развития. Так, в фазе кущения вынос питательных веществ озимой пшеницей составил 70,8 кг/га, сорняками – 7,2, в фазе цветения – соответственно 183,6 и 115,4, молочной спелости – 137,3 и 154,7 кг/га. При использовании мер борьбы с сорняками вынос ими питательных веществ сократился до 33,2 кг/га и увеличился вынос озимой пшеницей до 199,3 кг/га при урожайности в 45,2 ц/га, в то время как в контроле данный показатель составил 19,7 ц/га.

Результаты химических анализов совместно росших культурных и сорных растений показывают, что чем больше в посевах сорняков, тем больше они берут из почвы питательных веществ и тем меньше их приходится на долю культурных растений. Так, вынос питательных веществ кукурузой и сорняками составил соответственно без прополки 157,3 и 106,8 кг/га, с двумя прополками – 273,6 и 33,6, с четырьмя прополками – 318,6 и 0,23 кг/га.

С увеличением доз удобрений конкурентная способность культуры по отношению к сорнякам может возрастать или ослабевать. Например, в посевах ячменя при урожайности в 35–45 ц/га сорняки в количестве 100 шт/м² снижали ее на 10 %, в количестве 300 шт/м² – на 28 %, а на фоне удобрений, обеспечивающих урожайность в 52–64 ц/га, влияния такой численности сорной растительности на ячмень не отмечено. И только при плотности сорного ценоза 700 шт/м² урожайность зерна снизилась на 12,6 %, а при засоренности 1 000 шт/м² – на 31,6 %.

Применение удобрений приводит к изменению видового состава сорняков и их вредоносности за счет усиленного развития тех видов, которые лучше используют питательные вещества. По требовательно-

сти к условиям питания можно выделить азотпозитивные, калийпозитивные и фосфатпозитивные сорные растения. При одностороннем использовании удобрений возможно усиление развития определенных групп сорняков, которые лучше используют питательные вещества.

К азотпозитивным сорнякам относятся марь белая, редька дикая, бодяк полевой, лебеда раскидистая и др., к фосфатпозитивным – горец шероховатый, гречиха татарская, осот полевой и др., к калийпозитивным – марь белая, ромашка непахучая и др.

Даже в условиях внесения больших доз органических и минеральных удобрений наблюдается снижение урожайности зерновых на 2–3 ц/га, овощных – на 30–40, корнеплодов – на 90–100, сена многолетних трав – на 3–5 ц/га.

Таким образом, при высокой агротехнике применение удобрений является действенным фактором биологического подавления сорняков, сокращения их обсеменяемости и уменьшения вредоносности. При ее нарушении наблюдаются обратные явления.

При достаточном содержании в почве воды и питательных веществ в условиях конкурентных отношений между растениями определяющим фактором становится солнечный свет. В более выгодном положении при этом оказываются высокие растения, лучше улавливающие солнечный свет, например широколиственные сорняки в сравнении с узколиственными культурами. Подобная конкуренция может очень сильно отразиться и на урожае низкорослых культур. Так, начиная с пятой недели после появления всходов крупные сорняки значительно снижают урожай сахарной свеклы и содержание в ней сахара даже при степени засоренности 1 растение на квадратный метр. Подсчитано, например, что каждый день затенения молодых растений кормовой и сахарной свеклы приводит к снижению урожайности корней сначала на 3 ц/га, а затем на 5 ц/га и более. Значит, опоздание с удалением сорных растений грозит потерей сахара и других питательных веществ. На последующих этапах развития культурных растений потребность в солнечном свете не только не уменьшается, а, наоборот, возрастает, так как недостаток света усугубляется недостатком воды и пищи, которые перехватывают сорняки.

Культурные растения с мощными, высокими стеблями, такие как кукуруза, успешно конкурируют с низкорослыми сорняками, в частности, если сорняки появляются после того, как растения кукурузы уже достаточно окрепли.

При обработке участков, сильно засоренных корневищными сорняками, приходится затрачивать много труда и времени, так как удельное

тяговое сопротивление таких почв увеличивается почти в два раза. На них ухудшается качество вспашки и посева, снижается производительность труда, увеличивается себестоимость получаемой продукции. Установлено, что на вспашку 1 га площади, сильно зараженной сорняками, расходуется 28,7 кг горючего, в то время как на обработку такой же площади с меньшей засоренностью – только 17,6 кг. Производительность уборочной техники на очень засоренных полях может снижаться на 30–40 %, возрастают и потери зерна при уборке. Кроме того, урожай с засоренного поля обычно требует дополнительной очистки и сушки.

При механической уборке урожая сахарной свеклы чувствительным препятствием оказываются одревесневшие сорняки (различные виды мари, щирицы, череда трехраздельная и др.) и буйнорастущие растения (просо куриное, звездчатка средняя и др.). При этом теряется не только рабочее время, но и получается завышенный процент отходов из-за повреждения корнеплодов свеклы.

Только один черный паслен на 10 м² посева сахарной свеклы может сильно помешать ее переработке на сахарном заводе. Это происходит в результате расщепления одревесневших корневищ сорняка, которые забивают нож-резец и тем самым снижают производительность режущего аппарата и качество нарезки корнеплодов.

Засоренность посевов ведет к снижению качества сельскохозяйственной продукции. У яровой пшеницы, выращенной на засоренном поле, масса 1 000 зерен уменьшается до 6 %, а содержание белковых веществ – до 2,3 %. При этом снижаются энергия кущения и масса колоса. В семенах масличных культур уменьшается содержание жира, пленчатость зерна овса увеличивается на 25–30 %, масса семенной оболочки у озимой ржи возрастает на 24–28 %, содержание протеина в зерне яровой пшеницы снижается на 0,9–2,3 %. Сорняки могут быть причиной снижения содержания жира у подсолнечника на 0,9 %, у горчицы – на 2,0 % и повышения доли лузги у подсолнечника по отношению к ядру на 4,3 %. В посадках картофеля, свеклы, моркови сорняки снижают содержание сухих веществ, в том числе аскорбиновой кислоты и каротина. В посевах фуражных и кормовых культур из-за сорняков уменьшается содержание белка в продукции до 1 %.

Большой вред сорные растения причиняют при семеноводстве сельскохозяйственных культур, особенно многолетних трав. При наличии в семенах сопутствующих сорняков необходимо проводить на семяочистительных машинах многократные очистки семян. При этом теряется 30 % и более выращенного урожая семян. Овсяг прекрасно

опыляет овес и дает в потомстве выщепление овсюга. Сорняки из семейства крестоцветных могут опылять семенники капусты, репы, редиса и портить их сортовые достоинства.

Многие сорняки наносят вред видовым и сортовым качествам культурных растений. Так, сорняки из семейства крестоцветных, опыляя семенники капусты, редиса, репы и других овощных растений, снижают их сортовые качества.

Орошение и осушение как факторы мелиорации также сильно влияют на засоренность посевов и почвы, а значит, и на вредоносность сорняков. Особенно велика засоренность орошаемых овощных культур в специализированных севооборотах. Она может составлять 500–1 000 сорных растений на 1 м². Количество побегов сорных растений увеличивается с возрастанием норм полива (с 8 шт/м² без орошения до 480 и 813 шт/м² при нормах полива 800 и 1800 м³/га соответственно). В условиях орошаемого земледелия сорняки могут снижать урожайность зерна озимой пшеницы на 15–20 %, кукурузы – 25–35, овощей – 10–20, картофеля – 10–15, силосных и кормовых культур – на 15–20 %.

Вредоносность сорняков особенно возрастает при нарушении и несоблюдении севооборотов. При несоблюдении севооборотов засоренность полей возрастает в два-три раза. Нарушение оптимального чередования культур приводит к усиленному размножению наиболее вредоносных специализированных сорняков. Повторное или длительное выращивание на одном и том же поле озимых культур способствует распространению метлицы полевой, ромашки непахучей, костра ржаного, а в посевах яровых – мари белой, пикульников, торицы и др. Например, если озимые высевали после озимых, засоренность ромашкой непахучей составляла 650 шт/м², а после вико-овсяной смеси – 127, клевера – 25, ячменя – 40, чистого пара – 5 шт/м². Севооборот сужает видовой состав сорных растений, а значит, уменьшает и их вредоносность. Так, в опытах МСХА в бессменных посевах встречалось 38 видов сорных растений, в том числе 15 многолетних, а в севообороте – соответственно 29 и 9.

В конкурентных отношениях между растениями определенную роль могут играть и продуцируемые ими биологически активные вещества. Многие виды растений выделяют в окружающую среду соединения, угнетающие развитие других видов. Источниками этих веществ могут быть корни и листья живых растений, а также отмершие, гниющие их части. Биохимическое взаимодействие между сорняками и культурными растениями чаще всего выражается в угнетении роста последних. Токсиканты проростков щетинника нарушают процесс

нормального развития корневой системы капусты, а вещества, выделяемые зародышами и отдельными остатками этого сорняка, подавляют рост кукурузы.

Следует учитывать, что многие кажущиеся в настоящее время совершенно необходимыми приемы обработки почв сложились исторически в целях борьбы с сорняками, хотя и не отвечают биологическим требованиям возделывания культур. В практике сельскохозяйственного производства 30–40 % затрат на обработку почвы направлены на борьбу с сорняками. Вместе с тем интенсивная обработка почвы приводит к ряду нежелательных последствий – распылению почвы, ухудшению ее физико-механических свойств, ускорению разложения гумуса, чрезмерному уплотнению пахотных слоев, иногда усилению засоренности и т. д.

Рациональная и своевременная обработка почвы уменьшает засоренность малолетними и многолетними сорняками на 50–60 %. Однако возросший уровень сельскохозяйственного производства, химизация, создание современной техники открыли новые возможности для поиска путей минимализации обработки почвы, разработки почвозащитных мероприятий и технологий. Минимализация обработки – безотвальная вспашка, оставление стерни, мульчирование – изменяет условия существования сорняков. При систематическом безотвальном рыхлении основная масса семян сорняков сосредотачивается в верхнем слое, что и обуславливает более высокую засоренность посевов и вредоносность сорняков.

Так, например в учхозе МСХА «Михайловское» при плоскорезной обработке даже с применением гербицидов число сорняков было в два раза больше, чем при вспашке, – соответственно 115 и 52 шт/м². После плоскорезной обработки вредоносность сорняков возросла на 23 %, а после лущения – на 14 % по сравнению со вспашкой.

Многолетнее возделывание сельскохозяйственных культур без вспашки, очевидно, будет сопровождаться значительным изменением в биоценозе видового состава сорняков и усилением их вредоносности, поскольку нынешний состав сорняков является следствием длительного естественного отбора на фоне интенсивной обработки с использованием плуга.

Внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных короткостебельных сортов зерновых культур привело к повышению засоренности и увеличению вредоносности сорных растений.

Сорные растения выделяют токсичные вещества, что приводит к нарушению обмена веществ в почве. На засоренных полях снижается полевая всхожесть семян культурных растений, задерживаются их рост и развитие из-за корневых выделений сорняков, содержащих фи-

зиологически активные вещества. Выделения корней пырея ползучего и полыни отрицательно влияют на рост дуба и сосны, а выделения корней горчачка розового сильно угнетают посевы пшеницы, ячменя и особенно кукурузы.

Вредоносность сорняков определяется не только их обилием и составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в зависимости от фазы роста и развития. Фазы наибольшей чувствительности к наличию сорняков называют критическими фазами роста культур по отношению к сорнякам. Они определяются конкурентными взаимоотношениями, которые изменяются на протяжении вегетации. У большинства культур критическими являются ранние периоды их роста и развития. И чем раньше проводят мероприятия по ликвидации сорняков, тем они эффективнее. Так, в посевах озимой пшеницы при совместной вегетации 15 дней урожайность снизилась на 2,2 ц/га; 30 дней – 2,6; 73 дня – 5,4; 94 дня – 8,5 и 110 дней – на 12,0 ц/га.

Однако сорняки не снижают урожай зерновых при появлении их во второй половине вегетации. Урожай кукурузы не снижается, если сорняки появляются через 40 дней после всходов. У яровых зерновых чувствительность к сорнякам начинает проявляться через 1,5–2 нед после посева. В условиях интенсификации земледелия эти периоды уменьшаются и чувствительность культур к сорнякам усиливается уже в начальные периоды роста и развития.

Таким образом, борьбу с сорняками необходимо проводить до наступления критических периодов взаимоотношения между культурой и сорняками. Это обеспечит максимальный эффект прополки, выраженный в величине прибавки урожая и рентабельности проводимых мероприятий. Соблюдение сроков прополки – наиболее рациональный способ повышения эффективности энергосберегающих и интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, выращивание которых возможно только на чистых от сорняков полях.

Для планирования защитных мероприятий очень важно знание возможных потерь урожая выращиваемых сельскохозяйственных культур при разной численности сорных растений (табл. 29).

Таблица 29. Коэффициенты потерь урожая основных сельскохозяйственных культур в зависимости от количества сорняков, % (по А. М. Туликову и Г. С. Груздеву)

Культура	Количество сорняков, шт/м ²							
	5	10	15	25	50	75	100	200
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Озимая пшеница	1,9	3,6	5,3	8,6	15,8	22,0	27,1	41,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Яровая пшеница	1,8	3,4	5,1	8,3	15,7	22,0	27,6	43,9
Ячмень	1,5	3,1	4,7	1,4	13,5	18,8	23,2	34,9
Гречиха	3,0	5,8	8,5	13,2	22,8	29,5	34,4	43,3
Рис	1,6	3,8	4,7	7,5	14,2	20,1	25,3	40,9
Лен-долгунец	0,9	1,8	2,7	4,3	8,5	12,1	16,0	28,7
Кукуруза на силос	2,9	5,7	8,4	13,6	25,2	34,9	43,1	65,3
Картофель	2,4	4,7	6,8	10,9	19,4	26,1	31,2	43,0
Сахарная свекла	3,0	5,9	8,7	14,0	25,8	35,7	44,1	66,2
Подсолнечник	2,6	5,1	7,4	11,8	21,4	29,1	35,1	49,7
Соя	6,6	12,3	17,4	25,8	39,1	45,9	49,5	53,0
Однолетние травы	2,0	4,0	6,0	9,7	18,3	25,9	32,6	52,6
Многолетние травы	3,0	5,7	8,0	12,1	19,1	23,1	25,4	28,2

В исследованиях, проведенных в УО БГСХА, было установлено влияние различной плотности однолетних двудольных сорняков на урожайность льна-долгунца, ярового рапса и подсолнечника (табл. 30–33).

Таблица 30. Влияние засоренности посевов льна-долгунца однолетними двудольными сорняками на урожайность льносомломки, 2007–2009 гг.

Вариант	Урожайность льносомломки, ц/га			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Без сорняков	74,3	80,4	79,3	78,0
10 сорняков на 1 м ²	72,1	76,2	76,3	74,9
25 сорняков на 1 м ²	64,5	65,7	63,4	64,5
50 сорняков на 1 м ²	53,4	50,3	51,0	51,6
100 сорняков на 1 м ²	41,2	33,6	36,9	37,2
Естественное засорение	38,4	30,1	33,8	34,1

Таблица 31. Влияние засоренности посевов льна-долгунца однолетними двудольными сорняками на урожайность льносемян, 2007–2009 гг.

Вариант	Урожайность льносемян, ц/га			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Без сорняков	8,2	8,6	9,2	8,7
10 сорняков на 1 м ²	7,3	7,8	8,1	7,7
25 сорняков на 1 м ²	4,9	5,2	5,5	5,2
50 сорняков на 1 м ²	4,7	4,5	4,9	4,7
100 сорняков на 1 м ²	4,2	3,9	4,1	4,1
Естественное засорение	3,6	3,1	4,0	3,6

Таблица 32. Влияние засоренности посевов ярового рапса однолетними двудольными сорняками на урожайность семян, 2007–2009 гг.

Вариант	Урожайность семян, ц/га			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Без сорняков	23,7	22,1	26,3	24,0
10 сорняков на 1 м ²	20,3	20,0	24,1	21,5
25 сорняков на 1 м ²	18,8	18,5	19,3	18,9
50 сорняков на 1 м ²	17,5	16,3	17,5	17,1
100 сорняков на 1 м ²	15,9	16,0	16,2	16,0
Естественное засорение	15,0	14,1	15,7	14,9

Таблица 33. Влияние засоренности посевов подсолнечника однолетними двудольными сорняками на его урожайность, 2009–2011 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га			
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	Среднее
Без сорняков	38,3	31,9	42,4	37,5
10 сорняков на 1 м ²	35,5	28,4	40,2	34,7
25 сорняков на 1 м ²	29,0	23,9	33,7	28,9
50 сорняков на 1 м ²	25,7	18,8	26,8	23,8
100 сорняков на 1 м ²	16,6	12,0	17,4	15,3
Естественное засорение	11,6	9,9	13,2	11,6

На основании вышепредставленных данных были получены уравнения регрессии, с помощью которых можно определить величину потерь продукции при разной засоренности. Так, зависимость потерь льносолломки от уровня засоренности можно описать уравнением регрессии $Y = 1,1353 + 0,42X$, а семян – $Y = 0,9891 + 0,431X$ (где Y – потери соломки (семян), X – количество сорняков на 1 м²). Снижение урожая семян рапса от различного количества сорной растительности можно определить по уравнению $Y = 3,1587 + 0,0542X$ (где Y – потери семян, X – количество сорняков на 1 м²). Величина потерь подсолнечника от сорняков описывается формулами: $Y = 1,3502 + 0,2194X$; $Y = 3,6824 + 0,5867X$ (где Y – потери урожая семян (соответственно ц/га и %), X – количество сорняков на 1 м²).

Таким образом, вред, наносимый сорными растениями посевам сельскохозяйственных культур, достаточно большой и многогранный.

4.2. Польза от сорных растений

Полезные свойства сорных растений проявляются в аллелопатическом воздействии на культурные растения, улучшении свойств почвы, защите растений от вредителей и болезней.

Как отмечалось выше, сорняки, в аллелопатическом смысле, часто отрицательно влияют на культурные растения. Но есть и обратные примеры. Так, урожай пшеницы существенно возрастает при небольшом засорении ее посевов куколом обыкновенным, так как он стимулирует рост проростков пшеницы, вырабатывая вещества типа гиббереллина, аллантаина и др. Тысячелистник обыкновенный в небольших количествах стимулирует рост и развитие овощей посредством корневых выделений и выделений листьев. На большинство сельскохозяйственных культур аллелопатически положительно влияет крапива двудомная.

Улучшение свойств почвы происходит вследствие рыхления почвы корневой системой сорняков и за счет накопления в почве большого количества ценных органических веществ, образующихся как при корневых выделениях, так и при отмирании корней.

Чаще всего одуванчик лекарственный растет на бедной почве с низким содержанием гумуса и недостатком многих микроэлементов, особенно кальция. Корни одуванчика добывают кальций из нижнего слоя почвы, а растения, не способные сделать это, не выдерживают конкуренции. После отмирания его корней в почве остаются в легкоусвояемой форме соли железа, фосфора, кальция.

Почва, на которой росла крапива двудомная, имеющая мощную корневую систему, обогащается азотом, кремнием, калием и микроэлементами, а также аминокислотами; содержание гумуса в ней повышается, почва приобретает более темный цвет.

Мощные корни лопуха большого хорошо рыхлят почву, снабжают ее питательными веществами и дают после отмирания обильную пищу микроорганизмам и другим обитателям почвы.

Бобовые сорняки обогащают почву органическим веществом и азотом.

Одуванчик лекарственный положительно влияет на растущие рядом с ним овощные культуры, особенно на огурцы, ускоряя их созревание. Этому способствует в основном газ этилен, выделяющийся при цветении одуванчика.

Велика роль цветущих сорных растений в привлечении насекомых-опылителей, без которых невозможно получить хороший урожай плодов и ягод. Особенно это ценно весной, в это время, например, одуванчик – пчелиное угодье, он дает пыльцу и нектар.

Многие сорняки служат кровом и пищей для птиц и полезных насекомых, уничтожающих садовых вредителей, например, купырь лесной, чертополох, плющ.

Кроме большого количества насекомых-опылителей сорные растения привлекают еще и энтомофагов, которые затем уничтожают вредных насекомых. Также сорные растения могут быть пищей для полезных животных, служить домом для земноводных и пресмыкающихся, которые очищают сад от вредителей.

Азотом богата надземная часть всех молодых растений, в том числе скошенная трава, но особенно отличаются в этом отношении крапива и бобовые растения, например белый клевер, который часто разрастается на дорожках и газонах. Фосфором богата надземная часть всех многолетних сорняков с глубокой корневой системой, проникающей в подпочвенные горизонты, где скапливается вымытый дождями фосфор, недоступный корням культурных растений. Примером могут служить одуванчик и щавель. Особенно богата фосфором листва белены и дурмана. Довольно многие виды сорняков обладают способностью накапливать калий и кальций. Сюда относятся ромашка, тысячелистник, крапива, одуванчик, осоты. Кремний обычно не относят к основным элементам питания, хотя он играет большую роль в организме растений. От него зависит прочность стеблей и покровных тканей. Кремний содержится в больших количествах в почвенных минералах, но тот кремний, который содержится в тканях растений в виде органических соединений, гораздо легче усваивается корнями растений. Кремнием богаты хвощ, щавель, тысячелистник, крапива, пырей. Сорным растениям в гораздо большей степени, чем культурным, присуще свойство накапливать в своих тканях микроэлементы, несмотря на исчезающе малые количества этих веществ в окружающей среде. Например, ромашка и тысячелистник накапливают серу, мокрица – цинк, белый клевер – молибден. Поэтому такие сорняки хорошо закладывать в компост.

Надземная масса одуванчика богата белками, сахарами, кальцием, кобальтом и витаминами.

Крапива двудомная содержит много азота и кремния, а также железа, калия, кальция, серы и др.

Лопух содержит полисахариды, эфирные масла, инулин, фитонциды, витамины и другие вещества.

Полынь горькая содержит горькие гликозиды, смолу, соли, витамин С, фитонциды, эфирные масла.

Полынь обыкновенная (чернобыльник) содержит инулин, каротин, следы алкалоидов.

В медицине корни, листья и семена лопуха большого применяют широко, причем отвар листьев в виде чая пьют при онкозаболеваниях.

В этих случаях помогает также сырой корень, улучшающий состав крови.

Сорняки выполняют важную санитарную роль – способствуют очищению почвы от вредителей и болезней. Например, плотный посев дикой горчицы значительно уменьшает количество проволочника, а все бобовые, райграсс однолетний, фацелия, подсолнечник подавляют нематод.

Некоторые сорняки обладают репеллентными свойствами и способны отпугивать различные виды вредителей (полынь, лопух большой, крапива двудомная, одуванчик лекарственный, мята полевая).

Пижма обыкновенная обладает очень сильным ароматом, который отпугивает многих вредителей, таких как тля, плодовая жоржка, листовертки.

Мята полевая обладает способностью снижать количество возбудителей фузариоза.

Настой листьев лопуха (измельченные листья ($\frac{1}{3}$ к объему воды) настаивают 3–5 дней, процеживают и полученной жидкостью опрыскивают растения) применяют для борьбы с плодовой жоржкой, сосущими насекомыми, листогрызущими гусеницами и тлями. Можно опрыскивать и капусту 3–4 раза от капустной совки, белянки и моли.

Полынь обыкновенная, ошпаренная кипятком, отпугивает грызунов в доме и на участке.

Настой полыни горькой применяют против многих чешуекрылых насекомых. По данным Мохамеда Ибрагима Мохамеда Эльсергани, водный экстракт полыни горькой является высокоэффективным средством против малого мучного хрущака (табл. 34).

Таблица 34. Влияние водного экстракта из сырья разных растений на жизнеспособность малого мучного хрущака

Вид	Погибло жуков, % на день учета			
	2-й	4-й	6-й	8-й
Полынь горькая	28,0	50,3	80,3	98,6
Карбофос, 0,2%-ный (стандарт)	49,0	93,0	95,0	100
Контроль (вода)	0,0	0,0	0,0	2,0
НСР ₀₅	2,52	5,89	5,52	6,73

Скошенные и выполотые сорняки можно оставлять в междурядьях кустарников (особенно это полезно для малины), приствольных кругах, где они быстро перепревают и превращаются в гумус.

Сегодня мало кто знает, какое огромное количество растений на самом деле можно использовать в пищу. В свое время их весьма ак-

тивно употребляли еще наши прапрабабушки с прапрадедушками, однако сегодня многие из пищевых растений совершенно незаслуженно забыты. Вот пара наиболее ярких примеров. Название растения «снить» несколько столетий назад являлось синонимом слова «снесь» (т. е., по сути, «пища, еда»), чего не удостоился ни один другой овощ. А второе название бубенчика четырехлистного – «курочки» – возникло благодаря тому, что супы, сваренные из этого растения, напоминают по вкусу куриный бульон. Правда, в компании огородных сорняков бубенчик встречается редко – он предпочитает сырые места и местность, заросшую кустарником.

Приведем далеко не полный список сорняков, которые можно употреблять в пищу: горец горный (он же кислица, гречиха кислая или башкирская капуста); горец птичий (он же спорыш, гусятница или травка-муравка); горошек волосистый (в Германии еще во времена первой мировой войны семена этого горошка использовались наравне с чечевицей); гравилат городской (ногда выращивается как декоративное растение); гречиха татарская, гулявник лекарственный; лапчатка гусиная (она же гусиная лапка); желтый гусиный лук; донник лекарственный; ежа сборная; куриное просо; зопник клубненосный; сурепица; кислица обыкновенная (она же заячья кислица); все наиболее распространенные виды клевера; козлородник сомнительный; кровохлебка лекарственная (кстати, это растение весьма активно употребляют в пищу в Якутии); лопух (как культурный овощ выращивается в Японии); многие мари (например, марь белая местами введена в культуру в США как аналог шпината); ослинник двулетний (также известен как энотера, некоторое время в Европе его разводили как декоративное растение, но ему на клумбах стало тесно); осот полевой; пастушья сумка; подорожник; пырей ползучий; свербига обыкновенная; снить обыкновенная; солерос европейский; иван-чай; хвощ полевой; чертополох курчавый; чесночница черешковая; щавель обыкновенный; щетинник зеленый; ярутка полевая и многие другие.

Листья лебеды содержат большое количество белка, и для вегетарианцев блюда из лебеды могут стать основным источником протеина в течение весны и лета.

Снить, которая как нельзя лучше годится для приготовления свежих весенних салатов, является отличным и известным средством от подагры, недаром официальное название сныти звучит как «подагрия». Снить снимает воспаление в суставах, мышцах, помогает печени быстрее очищаться и улучшает работу пищеварительного тракта. Известны и противогрибковые свойства сныти, которые позволяют ис-

пользовать свежий сок в качестве средства от грибковых заболеваний кожи, а внутрь – в качестве средства от дисбактериоза. Но в сыти много эфирных веществ, которые могут вызывать аллергию.

Молоденькие листочки мать-и-мачехи годятся для приготовления салатов, пюре и добавления в гарниры к мясу. Наиболее полезна мать-и-мачеха для людей с заболеваниями дыхательной системы и желудочно-кишечного тракта, применяют ее при отеках и болезнях мочевого пузыря, а в качестве наружного средства – при выпадении волос, перхоти и кожном зуде.

В медицине звездчатку среднюю используют в сыром виде, в виде настоя и отвара. Свежую траву применяют для лечения хронических заболеваний печени, желчно- и мочекаменной болезнью, при воспалительных заболеваниях бронхов и легких. Приготовленный из нее настой назначают для лечения гипертонической болезни сердца, особенно в начальной стадии, при ишемической болезни. Соком растения промывают воспаленные глаза. Отвар пьют при ломоте в костях и кашле.

В крапиве содержатся вещества, которые увеличивают свертываемость крови, и именно поэтому крапива отлично подходит для остановки кровотечений. При склонности к тромбообразованию и повышенной свертываемости крови крапиву применять нельзя. Также она не рекомендуется людям с язвой желудка на фоне гиперацидного гастрита (как и одуванчик, который не советуют использовать при язве и склонности к поносам).

Причина малой популярности употребления в пищу этих трав – наше собственное невежество, недостаток информации. Мы плохо знаем родную флору. На самом деле, риск съесть ядовитое растение минимален.

Сорняки могут быть красивы: вьюнки (*Convolvulus*), обвивающие живую изгородь своими длинными стеблями с белоснежными граммофончиками цветков; очный цвет (*Anagallis arvensis*); кислица; полевая фиалка (*Viola arvensis*) и др.

4.3. Растения-индикаторы

Растениями-индикаторами называют растения, тесно связанные с определенными экологическими условиями. По их присутствию узнают о содержании определенных микроэлементов и веществ. На изменения окружающей среды растения-индикаторы реагируют

изменением внешнего вида и химического состава. Количество их может резко возрасти или, наоборот, уменьшиться. Растениями-индикаторами пользуются при оценке механического и химического состава почвы, в поисках пресных вод в пустыне и при разведке полезных ископаемых. Им отводится важная роль в индикационной геоботанике, экологии, физиологии и биохимии растений, биогеографии, геологии, геохимии, гидрогеологии и других науках. Видовой состав растений свидетельствует о кислотности почвы, степени ее плодородия, наличии или недостатке тех или иных химических элементов. Умение увидеть и прочесть ту информацию, которой обладают растения, помогает найти уран и золото, узнать новое об окружающей природе, иногда даже спасти жизнь. Растения способны указать на рудные месторождения для металлургической промышленности, залежи драгоценных металлов, нефти. Некоторые из них в своих органах аккумулируют редкие металлы, повышая их концентрацию в сотни и тысячи раз больше по сравнению с их содержанием в почве. Растения-помощники геологов указывают на подземные залежи полезных ископаемых на глубинах до 20–50 м. По состоянию растения, внешнему виду листьев и других органов можно достаточно точно определить состав почвы, наличие в ней питательных веществ. Для нормального роста и плодоношения растениям нужны свет, вода, питательные элементы. Если же их не хватает, то растение сразу же сообщает нам об этом. Не каждое растение может быть индикатором. Лучшими индикаторами являются так называемые стенобионты – виды, приспособленные к существованию в строго определенных условиях и не выносящие больших колебаний окружающей среды по сравнению с видами, существующими при значительных изменениях или в различных условиях окружающей среды. Численные соотношения различных видов и популяций часто служат лучшим индикатором, чем численность одного вида, так как целое лучше, чем часть, отражает общую сумму условий. Это особенно явно проявляется при поисках биологических индикаторов разных типов загрязнения. С помощью растений намного дешевле и проще следить за состоянием окружающей среды. При экологическом мониторинге загрязнений использование индикаторных растений часто дает более ценную информацию, чем оценка загрязнения приборами. Люди и растения связаны множеством невидимых нитей, и способность разбираться в этих хитросплетениях приносит немалую пользу.

Индикаторы кислотности почвы. Одной из главных характеристик почвы является ее кислотность. Кислотность почвы – это свой-

ство почвы, обусловленное наличием в ней ионов водорода. Растения не так точно показывают значение pH, как специальные химические реактивы и приборы, но во многих случаях полученной информации вполне достаточно для объективной оценки информации.

По отношению к кислотности почв выделяют: ацидофилы – растения кислых почв; нейтрофилы – растения нейтральных почв; базифилы – растения, характерные для щелочных почв. Ацидофилы обычно указывают на кислые и бедные почвы, нейтрофилы и базифилы встречаются на почвах, богатых минеральными элементами (табл. 35).

Таблица 35. Травянистые растения – индикаторы кислотности почвы

Кислые почвы	Слабокислые или нейтральные почвы	Щелочные почвы
Звездчатка ланцетная	Клевер горный	Вьюнок полевой
Калужница болотная	Клевер ползучий	Горчица полевая
Куриное просо	Крапива жгучая	Дрема белая
Лютик ползучий	Манжетка обыкновенная	Живокость полевая
Лютик едкий	Пырей ползучий	Лебеда раскидистая
Подорожник большой	Редька дикая	Мак-самосейка
Седмичник европейский	Ромашка лекарственная	Подмаренник цепкий
Фиалка трехцветная	Смолевка поникшая	Подорожник ланцетолистный
Хвощ полевой	Чистец лесной	Лисохвост полевой
Щавель конский	Сныть обыкновенная	
Белоус торчащий	Мать-и-мачеха	
Щучка дернистая		

Большинство растений не могут служить индикаторами, так как нормально растут в широком диапазоне pH. Это растения-эвритофы, обитающие на почвах с pH от 3,0–9,5, т. е. от сильнокислых до сильнощелочных, например мышиный горошек (*Vicia crassa*).

Растения-галофиты обитают в засоленных местах и способны накапливать в своих органах большое количество солей. Это не причиняет им ущерба, а не слишком высокие концентрации солей даже способствуют росту. Особенно склонны к накоплению солей растения семейства Маревые. Солерос европейский (*Salicornia europaea*) растет даже при 2–3%-ной концентрации поваренной соли в почве, которая для большинства растений является смертельной.

Растения способны указать нам и **на плотность почвы**. Так, дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis*) и незабудка полевая (*Myosotis arvensis*) растут на рыхлых почвах, а лапчатка гусиная (*Potentilla anserina*), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), подорожник большой (*Plantago major*) – на уплотненных.

На уровень плодородия почвы могут также указать растения-индикаторы. Если запас питательных веществ в почве невелик, на них могут произрастать только растения-олиготрофы. В природе на таких землях растут низшие растения – сфагновые мхи и лишайники. Из высших растений это обитающие во влажных лесах и болотах багульник, брусника, вереск обыкновенный, клюква, черника и растения песчаных почв – белоус торчащий (*Nardus stricta*), кошачья лапка двудомная, ястребинка волосистая и др. Растения-мезотрофы довольствуются средней обеспеченностью почв минеральным питанием. Это зеленые мхи гилокомиум и ритидиадельф, папоротник мужской, вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), ветреница лютиковая, земляника лесная (*Fragaria vesca*), иван-да-марья, смолевка поникшая, яснотка пурпурная (*Lamium purpureum*) и другие растения. Указателями богатых почв являются растения-эвтрофы и растения-мегатрофы. На плодородных почвах растут кипрей узколистный (*Chamaenerium angustifolium*), крапива двудомная (*Urtica dioica*) и крапива жгучая (*Urtica urens*), купырь лесной (*Anthriscus silvestris*), лебеда раскидистая (*Atriplex patula*), лисохвост (*Alopecurus pratensis*), малина, звездчатка средняя (*Stellaria media*), паслен черный (*Solanum nigrum*) и др. Эвритрофами называются растения, которые могут расти и успешно развиваться на почвах разного плодородия и в качестве индикаторов почвенного плодородия использованы быть не могут.

Судить о свойствах почвы лучше не по отдельным растениям и не по отдельным видам, а по всему комплексу сорных растений. Например, увеличение количества сорняков, цветущих летом и осенью, – это симптом снижения плодородия и потери гумуса.

Индикаторами значительного содержания азота в почве являются растения-нитрофилы. Они растут на обогащенных азотом почвах – калужница болотная, крапива двудомная (*Urtica dioica*), недотрога обыкновенная, яснотка пурпурная (*Lamium purpureum*), лопух большой (*Arctium lappa*), марь белая (*Chenopodium album*), пустырник обыкновенный. Индикаторами низкого содержания азота в почве являются растения-нитрофобы. К ним относятся люцерна, астрагал датский и др. Выживать на почвах, бедных азотом, им помогает содружество с азотфиксирующими микроорганизмами, которые способны получать азот из атмосферы и снабжать им растения. Клубеньковые бактерии в течение года обогащают 1 га бобового поля 200–300 кг азота.

На переудобренных калием почвах разрастаются в изобилии сорняки из семейства крестоцветных – дикая горчица, дикая редька, ярутка полевая, клоповник мусорный.

По нарастающей требовательности к водному режиму выделяют следующие группы растений: ксерофиты, мезофиты и гигрофиты. Первые предпочитают сухие, теплые, хорошо аэрируемые места обитания, способны переживать продолжительные периоды сухости почвы и воздуха (просо куриное, щирица запрокинутая, мышей сизый). Вторые приспособлены к жизни в условиях умеренного (достаточного) увлажнения (ромашка непахучая, горец вьюнковый, подмаренник цепкий, торица полевая). Третьи растут во влажных слобоаэрируемых местообитаниях, с большим количеством осадков и постоянно высокой влажностью воздуха (лютик ползучий, чистец болотный, горец земноводный). Ввиду многообразия природных условий выделяют также промежуточные (переходные) группы: ксеромезофиты и мезогигрофиты. Донник белый (*Melilotus albus*), кошачья лапка двудомная, очиток едкий, тимьян ползучий, цикорий обыкновенный и ястребинка волосистая указывают на сухость почв. Индикаторами повышенной влажности являются белокрыльник, калужница болотная, лютик ползучий (*Ranunculus repens*), сабельник болотный и чистец болотный (*Stachys palustris*).

Техногенный путь развития нашей цивилизации привел к значительной нагрузке на окружающую природу, стабильность которой в промышленных регионах часто бывает подорванной. Влияние загрязненного воздуха на растения происходит как путем прямого действия газов и пыли на ассимиляционный аппарат, так и путем косвенного воздействия через почву. В результате загрязнения атмосферы значительно повреждается растительность. Во многих городах и вблизи них исчезают сосна и другие породы деревьев. Хвойные растения являются хорошими индикаторами загрязнения воздуха. В зонах сильного загрязнения хвоя сосны приобретает темно-красную окраску, в ней накапливаются ядовитые вещества, устьица забиваются копотью, а затем хвоя отмирает и опадает, просуществовав всего год при норме три-четыре года.

Накопление углекислого газа в атмосфере привело к парниковому эффекту, последствия которого с каждым годом начинают проявляться все рельефнее, вызывая необычные природные явления, нарушая привычный ход погодно-климатических условий. Растения более чувствительны к различным газам, чем животные и человек. Большая чувствительность растений связана с большей скоростью проникновения газа и автотрофным характером их метаболизма. Под влиянием очень слабых концентраций сернистого газа и других промышленных загрязни-

телей первыми исчезают из состава фитоценозов мхи и лишайники. К действию фтора весьма чувствительны гладиолусы, аммиака – подсолнечник, сероводорода – шпинат и горох, полициклических ароматических углеводов – недотрога обыкновенная, тяжелых металлов – фасоль. Из всех примесей, оказывающих вредное воздействие на растительность, самым изученным является сернистый газ. Наилучшим растением-индикатором его является сосна. Огурцы также относятся к группе растений, чувствительных к сернистому газу, и по их состоянию после дождя можно определить, был ли он кислотным.

Мониторинг – это слежение за состоянием окружающей среды с целью предупреждения критических ситуаций, вредных и опасных для здоровья человека. При экологическом мониторинге загрязнений использование растений-индикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как первые реагируют сразу на весь комплекс загрязнений. Кроме того, растения своими реакциями отражают загрязнения за длительный период, и их использование является менее трудоемким, чем измерение физических и химических параметров загрязненности природной среды. Иногда по внешнему виду растения-индикатора невозможно определить степень загрязненности, потому что прямой зависимости между количеством поглощенного загрязнителя и интенсивностью проявления анатомо-морфологических и физиолого-биохимических признаков может и не быть. В таком случае измеряют содержание загрязнителей непосредственно в растительном материале. Для этого используют растения, которые обладают устойчивостью к загрязнителям и в то же время избирательно аккумулируют их. Такими индикаторами содержания в воздухе соединений фтора являются плевел многоцветковый (*Lolium multiflorum*) и плевел многолетний (*Lolium perenne*). По величине накопления фитотоксиканта в листьях за определенный период можно с достаточной точностью определить среднее содержание его в окружающем воздухе.

Растения-часы, растения-синоптики. С изобретением часов отошло в прошлое умение определять время по солнцу и другими способами. А между тем полезно знать, как можно определить время с помощью растений. По сезонному развитию растений можно определить время года. Прогнозирование сельскохозяйственных работ базируется на сезонном развитии растений. Например, начало цветения черемухи является наиболее эффективным комплексным показателем начала весны, позволяющим сопоставить природные условия разных местно-

стей. Во время ее цветения нередко проходит волна заморозков (черемуховые холода). По началу цветения черемухи можно судить о времени начала цветения других плодовых деревьев и кустарников. Начало цветения рябины (*Sorbus aucuparia*) в фенологии служит индикатором предлетья – переходного сезона от весны к лету. В это время высевают и высаживают теплолюбивые культуры. Цветение белой акации (*Robinia pseudoacacia*) подсказывает оптимальные сроки проведения защитных опрыскиваний садов против плодовой гнили. Суточные биоритмы растений помогают определять время без часов. Открытие или закрытие цветков у разных видов свидетельствуют о времени суток.

По поведению растений предсказывают также непогоду. Одни из них в преддверии дождя закрывают цветки и соцветия, чтобы уберечь пыльцу от намочения. Это гвоздика-травянка (*Dianthus deltoides*), календула (*Calendula officinalis*), белая кувшинка (*Nymphaea alba*). Если до 9 часов утра венчик цветка звездчатки средней не поднялся и не раскрылся, то днем быть дождю. А после дождя растение становится как бы хрустальным благодаря переполненным водой стебелькам, лучащимся на солнце.

Другие – дрема белая (*Melandrium album*) – при повышенной влажности воздуха усиливают выделение нектара. Цветки дремы опыляют ночные бабочки, и раскрываются они в сумерках. Если они начинают особо активно выделять нектар, то возможен дождь, причем дрема способна определить перемену погоды за 9–12 ч до дождя. В преддверии дождливой погоды усиливают выработку нектара и цветки желтой акации (*Caragana arborescens*).

Третья группа растений-синоптиков сигнализирует об изменении погоды расположением листьев. У белокрыльника (*Calla palustris*) кроющийся лист в хорошую погоду располагается вертикально, плотно прижимаясь к соцветию-початку. При ухудшении погоды он подобно стрелке барометра начинает отгибаться в сторону, располагаясь почти под прямым углом. У папоротника орляка (*Pteridium aquilinum*) листья-вайи закручиваются перед хорошей погодой, а перед дождем раскручиваются. Аналогично сигнализирует об изменении погоды костяника (*Rubus saxatilis*), распрямляя листья к дождю и скручивая их в трубочку к жаре. Она способна предсказать изменение погоды на 15–20 ч.

Четвертая группа растений в предчувствии дождя «плачет», выделяя капли влаги (гуттирует). Гуттация происходит, когда из-за повышения влажности воздуха приостанавливается транспирация. В сухую

погоду растения без особых проблем испаряют воду, но с повышением влажности воздуха приходится излишек влаги выделять в жидком виде, для того чтобы поддерживать ток воды по сосудам растений. Как и в предыдущих случаях, спусковым сигналом для реакции растения является изменение влажности воздуха. Растения чутко реагируют на повышение влажности, которое обычно предшествует осадкам. Если утром на листьях канны (*Canna indica*) были заметны капли воды, значит, днем пойдет дождь.

5. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ КУЛЬТУРНЫМИ И СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Согласно закону существования живых организмов, каждое растение меняет окружающую среду, влияя на окружающие растения и одновременно ощущая влияние других на себе. Наличие взаимных влияний растений друг на друга и на среду является главной особенностью любого агрофитоценоза.

В связи с тем что каждый вид имеет свои биологические особенности, свою стратегию и тактику развития, различают взаимоотношения между растениями одного вида и между растениями разных видов.

Внутривидовые взаимоотношения между растениями в большинстве случаев уступают по силе влияния межвидовым. Для агрофитоценозов внутривидовые взаимоотношения имеют особенное значение, поскольку подавляющее большинство посевов сельскохозяйственных культур являются моновидовыми. Сложность изучения взаимоотношений между растениями во многом обусловлена тем, что они осуществляются на одном трофическом уровне и каждое растение может влиять и ощущать влияние десятков и сотен других растений.

Все разнообразие сложных взаимоотношений между растениями разных видов можно разделить на два типа: прямые и косвенные. По формам выражения прямых взаимодействий между компонентами агрофитоценоза в общем, а также между сорными и культурными растениями в особенности можно различать взаимодействия непаразитические и основанные на паразитизме. Чаще всего встречается непаразитическая форма взаимодействия между сорняками и культурными растениями, которая проявляется в виде конкуренции за основные факторы жизни, а также с помощью физико-механических и биохимических (аллелопатических) воздействий.

Надземная конкуренция проявляется в прямом перехвате космического фактора жизни – солнечного света и опосредованном – ограничении температурного ресурса. Суть корневой конкуренции заключается в перехвате влаги и питательных веществ. Уровень перехвата почвенных факторов жизни зависит от общего развития корневой системы разных особей, которое можно охарактеризовать такими показателями, как длина, ширина распространения, объем почвы, что охватывает корни растения.

Физико-механическое взаимодействие между сорными и культурными растениями выражается в давлении на стебли культурных растений вьющимися и цепляющимися сорняками, такими как горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), полевой заборный (*Calystegia serotina*); сильно ветвящимися сорняками – редька дикая (*Raphanus raphanistrum*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), марь белая (*Chenopodium album*), ромашка непахучая (*Matricaria inodora*), лебеда раскидистая (*Atriplex patula*) или сорняками с сильно разрастающейся корневой системой – мятлик однолетний (*Poa annua*), пырей ползучий (*Agropyrum repens*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), *пророк куриное* (*Echinochloa crus-galli*). Цепляющиеся и вьющиеся сорные растения могут вызывать у зерновых культур, льна-долгунца, гречихи, гороха полегание и ломкость, причем это сопровождается острой конкуренцией за свет. Полегание при этом провоцирует интенсивный рост других сорных растений, которые до полегания были слабоконкурентными и находились в подавленном состоянии.

Аллелопатические взаимоотношения (химическая интерференция) происходят через химические вещества, выделенные одним растением или его остатками. Под аллелопатией понимают любую реакцию растения на биохимические субстанции, которые производятся другим растением.

Аллелопатическое влияние может иметь как отрицательный, так и положительный характер, поскольку в растительных и микробных выделениях выявлены практически все известные в химии естественные органические соединения.

Веществами, выделяемыми при аллелопатии, являются газообразные или растворенные фитотоксические соединения типа алкалоидов, бензоксаинонов, производных коричной кислоты, кумаринов, цианогенных соединений, флавоноидов, полиацетиленов, квинонов и терпенов. Они выделяются корнями, стеблями, листьями, плодами или рас-

тительными остатками, а принимаются, как правило, корнями, реже – побегами.

Характер влияния в значительной мере зависит от концентрации выделений. Слабая концентрация может стимулировать жизнедеятельность растений, и наоборот, высокая – угнетать или даже вызывать их гибель. При этом аллелопатические взаимодействия сорняков с культурными растениями в полевых условиях комплексные, так как 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, а также величину аллелопатического потенциала отдельных их видов. Однако в настоящее время широко известна аллелопатическая агрессивность пырея ползучего (*Agropyrum repens*), мака-самосейки (*Papaver rhoeas*), видов ромашки (*Matricaria* spp.), бодяка полевого (*Cirsium arvense*), щетинника большого (*Setaria faberi*) и сныти съедобной (*Cyperus esculentus*).

При прорастании семян сорных растений выделяются биологически активные вещества, которые могут снижать всхожесть сельскохозяйственных культур. Урожай льна-долгунца значительно снижается даже при незначительном засорении его рыжиком льянным (*Camelina alyssum*), листья которого содержат мощный ингибитор. Рост и развитие кукурузы очень сильно подавляются пыреем ползучим (*Agropyrum repens*).

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.

В то же время культурное растение может положительно влиять на развитие отдельных видов сорняков. Например, просо стимулирует развитие щирицы запрокинутой, а горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.) является обычным спутником овса и развивается в его посевах значительно лучше, чем в посевах других зерновых колосовых культур. По данным Н. И. Прунсковой и М. О. Пальчук, всхожесть семян горчицы полевой в полевых условиях в чистом посеве составляла 47 шт. на 200 высеянных семян, в посевах пшеницы – 65, овса – 109, в вико-овсяной смеси – 92, а при посеве с просом – 147 шт. Из пшеницы идентифицирована феруловая кислота, которая подавляет прорастание семян и рост корней, из ржи – фенилмолочная и оксимасляная кислоты

(ингибируют рост корней и проростков сорняков). Из растений ржи выделены и другие соединения, токсичные для сорных растений.

Семена разных видов культурных растений тоже оказывают аллелопатическое влияние друг на друга. Так, кукуруза отрицательно влияет на прорастание гречихи, а прорастающие семена гречихи, наоборот, способствуют прорастанию семян кукурузы.

Биологически активные вещества выделяются не только прорастающими семенами, но и вегетативными органами размножения сорняков. Например, влияние горца розового степного на озимую пшеницу проявляется задолго до появления всходов данного вида сорняка. На посеве озимой пшеницы весной резко заметны куртины с угнетенными растениями культуры. Корневые выделения горца снижают энергию прорастания, рост корней и стеблей ячменя, гороха и других культур, но стимулируют рост люцерны.

У растений, давно введенных в культуру, аллелопатическая активность, как правило, значительно ниже, чем у их диких родственников. Так, наиболее давние культуры (пшеница, овес, рис, виноград, табак, картофель, кукуруза) накапливают в своем окружении очень небольшое количество биологически активных веществ. Более «молодые» культуры (рожь, гречиха, ячмень, подсолнечник и особенно клевер, люцерна, суданская трава), а также большинство интродуцированных из естественной флоры очень активны в аллелопатическом отношении (А. М. Гродзинский, 1973). Очень высокая аллелопатическая активность отмечается у дикого подсолнечника, тогда как культурная форма этого вида в значительной мере потеряла эти качества и оказывает намного меньшее влияние на сорняки (Rice, 1968). Скороспелые сорта аллелопатически менее активны, чем позднеспелые.

Почва может усиливать фитотоксичность растительных выделений или, наоборот, уменьшать. По данным Т. Н. Филипковича (1966), токсичность корневых выделений уменьшается вдвое уже через 10 мин взаимодействия их с черноземной почвой. Ростактивные вещества недолговечны в почве. Большинство из них разрушается почвенными микроорганизмами.

Аллелопатические взаимоотношения устанавливаются и в наземной части агрофитоценоза. Летучие выделения листьев, стеблей, цветков могут угнетать или стимулировать рост и развитие других видов. Они постоянно присутствуют в воздухе почвы и приземном слое атмосферы.

Летучие выделения могут влиять не только на вегетирующие растения, но и на прорастание семян (табл. 36).

Таблица 36. Влияние летучих выделений куриного проса на прорастание семян культурных растений (И. С. Осипенко), %

Культура	Выделения сырой массы куриного проса			
	корней	стеблей	листьев	цветков
Пшеница	46,0	34,5	27,7	36,7
Лен-долгунец	32,6	47,0	46,0	30,0
Просо	46,0	49,4	33,5	–

Растения и после завершения вегетации могут оказывать аллелопатическое влияние на рост и развитие растительной группировки через продукты их разложения микроорганизмами или за счет поступления в почвенный раствор веществ, способных вымываться. Так, водные вытяжки из любых частей куриного проса, осота желтого и вьюнка полевого оказывают отрицательное влияние на прорастание семян озимой пшеницы через продукты распада отмерших растений.

Запахивание сидеральных крестоцветных культур сопровождается резким уменьшением количества всходов сорняков на данном поле весной будущего года. Экстракт из раздавленных корневищ пырея ползучего отрицательно влияет на транспирацию, дыхание, рост и развитие растений льна-долгунца. В экстракте содержится ненасыщенный углеводород агропирен.

При паразитических взаимодействиях между сорняками и культурными растениями отношение может быть паразитическим и полупаразитическим. В паразитное отношение вступают сорняки, которые полностью утратили способность к фотосинтезу (гетеротрофы). Они извлекают воду, минеральные вещества и углеводы из растения-хозяина (паразитные сорняки). Для этого у них имеются специальные органы – присоски или гаустории, которые образуются на листьях, побегах или корнях. Различают первичные гаустории, которые образуются непосредственно при прорастании семян, и вторичные гаустории, которые образуются на формирующихся молодых растениях. 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, называют полупаразитными сорняками. Среди более чем

3 000 видов высших растений только несколько паразитических и полупаразитических видов сорняков имеют хозяйственное значение.

Косвенные взаимодействия между сорными и культурными растениями агрофитоценоза могут проявляться в виде:

– влияния видов или доминирующего вида на формирование и состояние внутренней среды агрофитоценоза (фитогенное воздействие). При этом изменяется содержание кислорода и летучих выделений, ионный состав, состояние приземного слоя атмосферы, т. е. микроклимат. Изменение микроклимата способствует развитию болезней (мучнистой росы и ржавчины зерновых);

– влияния видов или доминирующего вида на почвенные (эдафические) факторы. При этом почва изменяется по количеству питательных элементов, рН, доступности питательных элементов, почвенной влаги, содержанию органической массы, гранулометрическому составу и плотности. В результате этих изменений меняется отзывчивость культурных растений и сорняков на внешние абиотические факторы (стрессовые факторы), предрасположение к болезням и повреждениям. Причем реакция компонентов фитоагроценозов на эти факторы не однозначна, что изменяет и их конкурентоспособность;

– влияния видов сорняков на эпидемическую и градационную 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 не обеспечивают их пищей. Этим засоренность противодействует фитосанитарному эффекту севооборота, как это имеет место, например, при засорении посевов сорняками из семейства *Brassicaceae* относительно возбудителя килы крестоцветных (*Plasmiodiophora brassicae*) и свекловичной нематоды (*Heterodem schachtii*), злаковыми сорняками относительно грибных и вирусных болезней зерновых. Сорная флора является своеобразным резервуаром для возбудителей болезней, которые при определенных условиях могут заражать культурные растения.

6. ЭКОЛОГИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Разные категории фитоценозов имеют разное хозяйственное значение и неодинаково используются человеком в его практической деятельности. В составе фитоценологии выделяют специальные разделы, занимающиеся изучением отдельных категорий фитоценозов. К числу таких разделов относится агрофитоценология.

Агрофитоценология – учение о полевых группировках растений – агрофитоценозах, составляющих в совокупности культивируемую растительность. В задачу агрофитоценологии входят:

- выявление закономерностей размещения агрофитоценозов и их типов;
- изучение флористического состава, строения и динамики агрофитоценозов;
- изучение взаимосвязей между произрастающими в агрофитоценозах видами растений, между ними и средой;
- изучение взаимосвязей между агрофитоценозами, между ними и средой;
- классификация полевой растительности;
- изыскание путей создания более эффективных агрофитоценозов в целях наиболее рационального использования пахотных земель в пространстве (на территории) и во времени (по фазам развития культур и в севооборотах).

Под агрофитоценологией (агро – поле, пашня; фитоценоз – растительное сообщество; логос – учение) следует понимать науку о полевых растительных сообществах – агрофитоценозах.

Под агрофитоценозом следует понимать сообщество культурных растений, возделываемых на полях, сорных растений, произрастающих здесь же помимо воли человека. Агрофитоценоз в каждом году представлен преимущественно одним видом растений или несколькими (в случае возделывания кормовых культур).

В другом понимании агрофитоценоз – это более или менее однородный участок поля с монокультурой или севооборотом определенного типа, внутри которого культурные растения взаимосвязаны друг с другом, со средой и с сопровождающими их сорными растениями, животными и микроорганизмами, населяющими почву.

Территориальные границы агрофитоценоза определяются планами землепользования и обуславливаются однородностью условий рельефа, почв и системы использования. Агрофитоценоз существует столько лет, сколько сохраняется единообразное использование (один тип севооборота, одна агротехника, одна система контроля засоренности полей). При изменении условий использования меняется и агрофитоценоз. Существует и иная точка зрения на агрофитоценоз как на кратковременно существующее сочетание культурного растения и сорных видов, продолжительность которого соответствует периоду от высева культуры до уборки урожая. Однако это понимание менее соответ-

ствуется природе явления, так как во время всей ротации севооборота (или при длительной монокультуре) сохраняется единый состав сорных видов растений. Кроме того, культуры, выращиваемые по последовательным звеньям, взаимодействуют через накапливаемые в почве биохимические продукты метаболизма и через гетеротрофные компоненты агробиоценоза. Агробиоценоз является основным объектом науки агрофитоценологии.

Агрофитоценология – в прошлом раздел фитоценологии, теперь получивший статус самостоятельной науки, объединившей теорию фитоценологии и практику агрономии. От агрономии агрофитоценология отличается кругом решаемых задач. Агроном относится к посеву как к «черному ящику», т. е. некоей системе, функция которой известна ему лишь в общем плане: на входе он дает семена, удобрения, пестициды, энергию обработки почвы, на выходе получает урожай. Агрофитоценолог ставит перед собой задачу понять механизм происходящих в посеве процессов, отношений между растениями, между растениями и средой и оптимизировать их с целью максимального выхода полезной продукции при минимизации затрат энергии.

Агрофитоценология подробно рассматривает процессы, происходящие в почве как сообществе, оценивает культурные и сорные растения как популяции особого типа – агропопуляции, выявляет интенсивность конкурентных отношений между ними, исследует биохимические воздействия между растениями агрофитоценоза, т. е. сигналы, которые подаются одними растениями и улавливаются другими, влияя на их жизнедеятельность, стимулируя ее или, напротив, подавляя.

Создавая определенный фитоценотический режим в агроценозе, специалист агрофитоценолог стремится повысить урожай, совершенствуя отношения между растениями снижением непроизводительных затрат на взаимоподавление культурных растений, повышением КПД использования среды и ограничением численности сорных компонентов сообщества.

Объектом изучения агрофитоценологии являются посевы культурных, реже диких, растений с характерными для них условиями местобитания и сложными взаимоотношениями между слагающими их организмами. В агрофитоценозе находят свое выражение все свойства естественного фитоценоза. Подобно тому, как естественный фитоценоз вместе с населяющими его животными организмами входит в состав биоценоза и далее в состав биогеоценоза, точно так же и агрофитоценоз вместе с его животными образует агробиоценоз, входящий в состав полевого биоценоза – агробиогеоценоза.

В современной агрофитоценологии большое внимание уделяется общеэкологической концепции учения об эколого-ценологических стратегиях выживания видов. Термин «стратегия» применительно к растениям достаточно новый, и первым его использовал Т. А. Работнов (1984), назвавший так выделенные Л. Г. Раменским (1971) «ценобиотические типы». Под стратегией вида Т. А. Работнов предложил понимать «совокупность приспособлений, обеспечивающих ему возможность обитать совместно с другими организмами и занимать определенное место в соответствующем биогеоценозе». Л. Г. Раменский растения сгруппировал в три типа, которые назвал *виолентами*, *пациентами* и *эксплерентами* и уподобил их львам, верблюдам и шакалам. Спустя 40 лет в Англии вышла монография Дж. Грайма «Стратегии растений и процессы в растительности», в которой автор, не зная работ Раменского, заново описывал те же три типа стратегий под названием конкурентов, стресс-толерантов и рудералов.

Система Раменского – Грайма. Раменский (1971) предложил систему из трех типов. Он различал три «ценобиотических типа»:

Первый тип – виоленты или «львы» – характеризуются способностью к энергичному захвату территории, полной используемых ресурсов, мощным конкурентным подавлением соперников.

Второй тип – пациенты или «верблюды» – отличаются способностью к перенесению экстремальных условий среды, т. е. выносливостью.

Третий тип – эксплеренты или «шакалы» – не отличаются ни устойчивостью к стрессовым ситуациям, ни высокой конкурентной мощностью, но способны к быстрому захвату промежутков между более сильными растениями и при их смыкании также легко вытесняются.

Различия популяций растений с разными эколого-фитоценологическими стратегиями можно представить в виде табл. 37.

Таблица 37. Различия популяций растений с разными эколого-фитоценологическими стратегиями

Признак	Тип стратегии		
	виолент (K)	пациент (S)	эксплерент (R)
1	2	3	4
Способ регуляции плотности популяции	Зависимость от смертности	Зависимость от абиотического стресса	Пластичность популяции
Тип возрастного состава популяции	Нормальный (реже инвазионный или регрессивный)	Нормальный (реже инвазионный или регрессивный)	Инвазионный

1	2	3	4
Наличие банка семян	Нет	Нет	Есть
Наличие банка проростков	Есть	Нет	Нет
Роль вегетативного размножения	Высокая	Низкая	Только у многолетников

Для понимания типа стратегий многое было сделано также Э. Пианкой и Р. Уиттекером.

Система Э. Пианки. Включает два типа стратегий, связанных с K -отборами и r -отборами (по соотношению долей энергетических затрат на поддержание взрослых особей и на процессы размножения). *K-отбор* – это отбор в постоянной (предсказуемой) среде, где основная часть энергии популяции затрачивается на конкуренцию, а при *r-отборе* основной статьей расхода энергии является размножение.

K-стратегии приурочены к более или менее стабильным условиям среды, обладают равновесными популяциями, где смертность регулируется плотностью, приспособлены к условиям острой конкуренции. Они, как правило, поликарпика с медленным развитием и жизненной формой от трав до деревьев. В сукцессионных сериях эти виды увеличивают свое участие по мере приближения сукцессионной стадии к климаксу.

r-стратегии предпочитают нестабильные местообитания, характеризуются неравновесными популяциями, смертность которых не зависит или зависит в слабой степени от плотности. Конкуренция между такими растениями слабая, это малолетники-монокарпика, как правило травы, реже – кустарники. В сукцессионном ряду они связаны с пионерными стадиями и не играют существенной роли в зрелых сообществах, предвещающих климакс.

Таким образом, система типов Э. Пианки проста – одномерна, однако она полностью соответствует континуальному восприятию типов. Ученый отмечает относительность деления всех видов на два типа стратегий, подчеркивая, что мир не окрашен только в черное и белое и крайние варианты, как правило, связаны целой гаммой переходов.

Система Р. Уиттекера. Р. Уиттекер различал не два, а три типа стратегий, обозначаемых буквами K , r и L . В основу его системы положены закономерности колебания численности популяций между двумя пределами: *K-верхний предел*, соответствующий максимальной плотности насыщения, *L-нижний предел*, означающий некий «популя-

ционный ноль», соответствующий численности, которая не способна обеспечить выживание популяции.

K-стратеги стремятся к достижению уровня K , добиваясь этого, во-первых, за счет предельной дифференциации ниш. K -отбор воздействует на механизмы, с помощью которых сохраняет свою популяцию в процессе конкуренции и других взаимодействий в границах занятой им среды. Численность популяций существенно снижается, однако общая тенденция таких популяций – колебания вокруг уровня K .

Вторая группа популяций – *r-стратеги*, они характеризуются резкими флуктуациями между уровнями K и L . Такие популяции нестабильны и выживают лишь благодаря высокой скорости продуцирования диаспор, они слабо адаптированы как к условиям обостренной конкуренции, так и к неблагоприятным условиям, вызывающим стресс.

Третья группа популяций – *L-стратеги*, они флуктуируют около нижнего предела численности L , хотя могут временами взрывообразно увеличивать свою численность. У таких популяций отбор имеет тенденцию к совершенствованию механизма для переживания неблагоприятных периодов, а скорость размножения может быть или не быть высокой.

Различая три типа отбора с их результатом – тремя первичными типами, в то же время Уиттекер, как и Пианка, не абсолютизировал своей системы. Если сравнивать системы Уиттекера и Пианки, очевидно, что типы K и r системы Уиттекера соответствуют типам K и r системы Пианки и, действительно, дифференциация ниш идет под действием *K-отбора*. Это в основном многолетние виды, часто размножающиеся вегетативно и расходующие в генеративной сфере сравнительно мало энергии. Рудеральные растения, напротив, отличаются укороченностью жизненного цикла и высокой семенной продуктивностью, и поэтому затраты на размножение здесь больше. Это является следствием *r-отбора*.

Группа L занимает переходное положение, так как пустынные однолетники относятся к числу эфемеров с очень быстрым циклом развития и высокой семенной продуктивностью (результат *r-отбора*), но кустарнички, а также некоторые травянистые дерновинные растения переживают стресс в вегетативном состоянии и потому представляют результат действия *K-отбора*.

На видовой состав сорняков постоянно влияют разные факторы внешней среды. Поэтому и спектр их в посевах отдельных культур

не постоянен. Причин для качественных и количественных изменений сорной растительности очень много: погодные условия, тип обработки почвы, срок посева (посадки), наличие органических удобрений, дозы минеральных удобрений, тип севооборота, срок уборки, срок уборки соломы и т. д.

Все факторы, определяющие видовой состав сорной флоры, можно подразделить на две группы:

- неспецифические факторы, к которым относится в первую очередь совокупность почвенно-климатических факторов, действующих в данной местности на природную растительность;

- специфические факторы, в первую очередь такие, которые в сильной мере определяют степень специфической интенсивности выращивания, например: удобрение, способ борьбы с сорными растениями (гербициды и др.), севооборот, почвообработка, набор видов культурных растений и сортов, посев (срок, норма посева) и уборка (срок и способ). В процессе развития сельского хозяйства видовой состав флоры сорняков подвергался и в настоящее время подвергается изменениям: появляются одни виды, а другие теряют свое значение или исчезают. Особенно большие изменения состава сорного компонента агрофитоценозов происходили в последние 50 лет в связи с существенной интенсификацией сельскохозяйственного производства, которая сопровождалась увеличением полей и их мелиорацией, изменением агротехнических сроков (посева и уборки), укорачиванием севооборотов и уменьшением числа выращиваемых культур, интенсификацией внесения удобрений, особенно азота, улучшением очистки посевного материала, внесением гербицидов на больших площадях. В целом количество видов снижается, образуются гомогенные составы сорной растительности, возрастает встречаемость и обилие видов, особенно таких, которые в состоянии использовать повышенное удобрение азотом таким образом, что они в своем развитии могут конкурировать с культурными растениями и подавлять другие виды сорняков, которые менее требовательны к удобрительным ресурсам. Видами, которые вследствие мероприятий по интенсификации в последние годы особенно распространились в посевах зерновых, являются: пырей ползучий (*Agropyrum repens*), лисохвост полевой (*Alopecurus myosuroides*), метлица обыкновенная (*Apera spica-venti*), овсюг (*Avena fatua*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*) и дескурайния Софьи (*Descurainia sophia*), а в пропашных культурах – щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), марь гибридная (*Chenopodium hybridum*), просо куриное

(*Echinochloa crus-galli*), галинсога реснитчатая (*Galinsoga ciliata*), галинсога мелкоцветковая (*Galinsoga parviflora*), пролесник однолетний (*Mercurialis annua*) и паслен черный (*Solanum nigrum*). Самые большие изменения происходили в посевах зерновых, так как здесь использовались высокие дозы азотных удобрений и сплошное применение гербицидов.

Распространение сорняков на полях находится в определенной зависимости от типа механического состава почвы. Однако большинство сорняков, в том числе почти все злостные сорняки (марь белая, пырей ползучий, редька дикая, бодяк полевой, звездчатка средняя, пастушья сумка и др.) встречаются на всех типах почв и довольно равномерно распределены на полях с разным механическим составом почвы. Некоторые различия в составе сорной флоры образуются на торфяниках и на полях с минеральными почвами. Живокость полевая (*Consolida regalis*) и незабудка полевая (*Myosotis arvensis*) предпочитают дерново-подзолистые и дерново-подзолистые глееватые почвы. Дрема белая (*Melandrium album*) и сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum*) охотнее произрастают на торфяно-болотных и дерново-болотных почвах.

В пределах каждого типа минеральных почв – дерново-подзолистых, дерново-подзолистых глееватых и т. д. – имеется некоторая зависимость между распределением видов сорняков и механическим составом почвы. Легкие (песчаные и супесчаные) почвы предпочитают метлица полевая (*Apera spica-venti*), торица полевая (*Spergula arvensis*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*) и др. На суглинках чаще можно встретить хвощ полевой (*Equisetum arvense*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), пикульник красивый (*Galeopsis speciosa*), ромашку непахучую (*Matricaria inodora*), подорожник большой (*Plantago major*) и др.

С бедными (более выщелоченными) почвами мирятся жизнеспособные широко распространенные сорняки. На менее выщелоченных почвах произрастают горец птичий (*Polygonum aviculare*), клевер пашенный (*Trifolium arvense*) и другие виды.

Большое влияние на качественный состав и особенно на развитие сорных растений оказывают климат и погодные условия весны и лета. Обильное увлажнение почвы вызывает, например, усиленное разрастание корневищ пырея ползучего. Марь белая, горец шероховатый и, по-видимому, вообще большинство сорняков быстро развиваются и дают много семян в дождливое лето.

Изменение видового состава сорной растительности может происходить и под действием стихийных природных явлений, в результате

разрушений почвы водой, дикими животными и т. д. Например, сильные бури могут выворачивать деревья и тем самым обнажать почву. Весенние воды подмывают берега рек и вызывают обвалы почвы, размывают овраги. Дикие животные, делая норы, способствуют появлению особой растительности, которая обычно не свойственна данной дикой группировке.

Но главенствующее значение в формировании видового состава сорняков имеют экологический режим местообитаний, обусловленный сознательной или бессознательной деятельностью человека, а также фитоценотические взаимоотношения между культурными и сорными растениями. Так, поселяясь на каком-либо месте, человек неизбежно подавляет дикий растительный покров, обнажает почву, а всякого рода отбросами (кучи мусора и пр.) удобряет землю. Поэтому около жилья людей появляются белена черная, лебеда раскидистая, крапива двудомная, дурман обыкновенный и многие другие. На вытаптываемых местах появляются горец птичий, подорожник большой, одуванчик лекарственный и другие растения, которые на целинных землях практически не встречаются. Много сорняков переходит на поля с обочин дорог, с краев осушительных канав, с пустырей.

Причиной массового развития на лугах конского щавеля является бессистемная пастьба скота, который не трогает это растение, а выедает другие травы, что приводит к нарушению равновесного травостоя и быстрому развитию одних растений за счет других. Такое же явление происходит и при косьбе трав, если она совершается в одни и те же сроки. При этом начинают доминировать виды, которые успевают отплодоносить до сенокосения.

Еще большие изменения в состав растительного ценоза вносит вырубка леса, после которой совершенно изменяются условия освещения, влажности, движения воздуха и т. д. При этом многие лесные растения полностью исчезают, а их места занимают растения опушек и другие, большей частью бурьянистые, не свойственные лесу. Оголение лесных насаждений может происходить из-за лесных пожаров, виновником которых в большинстве случаев является человек.

Большое влияние на распределение сорняков оказывают предшествующие культуры. Так, в связи с большой насыщенностью севооборотов зерновыми культурами на полях в большом количестве произрастают хорошо приспособившиеся сорняки, такие как подмаренник цепкий, звездчатка средняя, фиалка полевая, метлица полевая, пырей ползучий, бодяк полевой и другие виды. А в севооборотах с большой долей рапса велика вредоносность крестоцветных сорных расте-

ний (пастушья сумка, ярутка полевая, редька дикая, сурепица обыкновенная, виды гулявника и др.). В отношении гулявников можно отметить, что они в 50-е гг. XX столетия практически отсутствовали на сельскохозяйственных угодьях, но из-за интенсивного возделывания рапса виды гулявника встречаются все чаще. В Германии в результате повышения доли озимых зерновых и озимого рапса в посевах увеличилась засоренность полей листохвостом полевым (*Alopecurus myosuroides*), а за счет увеличения доли кукурузы – просовидными сорняками.

Также на видовой состав сорных растений оказывает комплекс агротехнических мероприятий в течение всей истории поля. Известно, что длительное применение в качестве удобрения сернокислого аммония и повышение кислотности почвы угнетают одуванчик лекарственный и подорожник большой. Наоборот, повышение щелочности почвы после удобрения натриевой селитрой стимулирует развитие названных сорняков. Если много лет подряд вносится кислое или щелочное удобрение, то формируется и специфический комплекс сорной флоры, соответствующий новым почвенным условиям.

При отказе от оборота пласта, например на почвах, подвергающихся эрозии, быстро распространяются виды костра и гулявника, а также многолетние корнеотпрысковые сорные растения.

Длительное применение ростовых гербицидов (2,4-Д, 2М-4Х, Агритокс, Гербитокс и др.) привело к сильному распространению сорных растений, устойчивых к данным препаратам (виды горца и пикульника, подмаренник цепкий, ромашка непахучая, звездчатка средняя и др.). А из-за одностороннего использования гербицидов – производных мочевины (гербициды на основе изопротурона, хлортолурина) – смогли сильно размножиться фиалка полевая, подмаренник цепкий, виды вероник.

Появление новых машин и оборудования также влияет на видовой состав сорной растительности. Так, с применением лучшей семяочистительной техники потерял свое значение такой сорняк, как куколь посевной (*Agrostemma githago*), а использование уборочных комбайнов сильно способствовало распространению в посевах зерновых метлицы обыкновенной (*Apera spica-venti*).

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

7. МЕТОДЫ УЧЕТА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

7.1. Методы учета засоренности посевов

Способ оперативного прогноза количественного и видового состава сорных растений основан на создании условий для ускоренного прорастания семян непосредственно в полевых условиях. В конце февраля – начале марта по диагонали обследуемого поля в 4–5 местах на равном расстоянии друг от друга закладывают площадки размером 1,5×1,5 м (учетная площадь – 1×1 м). Площадки покрывают двумя слоями прозрачной полиэтиленовой пленки, края ее присыпают. Под пленкой создаются благоприятные условия для прорастания семян сорняков (температура на 3–5 °С выше по сравнению с открытым полем), что позволяет до начала полевых работ определить их видовой и количественный состав с точностью до 93 %.

Сорные травы подавляют культурные растения главным образом своей надземной массой. Поэтому основным и обязательным показателем воздействия агрономических приемов на сорную растительность должна быть засоренность посевов надземными частями сорняков.

По надземным частям сорных трав прежде всего можно определить:

1) характер засоренности посева (ботанический класс сорняка, семейство, вид, биологическая группа и т. п.);

2) обилие сорняков или степень засоренности посевов (количество или масса с единицы площади);

3) характер распределения сорняков в пространстве:

а) по поверхности полей, массивов, регионов (равномерное, куртинное);

б) по вертикальному разрезу (профиллю) посева (ярусность);

4) иногда необходимо отметить фазу вегетации сорняков, так как в разных фазах они имеют далеко не одинаковую надземную массу и обладают различной устойчивостью к гербицидам;

5) степень подавленности сорняков культурными растениями, а при необходимости и многие другие показатели, характеризующие эффективность агрономических приемов.

В зависимости от задач исследования, равномерности или пятнистости распределения биологических групп сорняков по полю и возможностей исследователя применяют разные методы учета засоренности и различные их сочетания. Важнейшие из них: 1) глазомерный;

2) количественный; 3) количественно-весовой; 4) метод учета степени взаимоподавленности культурных и сорных растений.

Глазомерный метод учета засоренности посевов. Для получения сведений об общей засоренности полей, которые позволяют принимать объективные решения о целесообразности защитных мероприятий, предсказывать последующую их засоренность в севообороте и организовывать профилактические мероприятия, достаточно визуальной (глазомерной) оценки численности и видового состава сорняков.

Предложил этот метод А. И. Мальцев (1909). Впоследствии совершенствованием глазомерного метода занимались многие известные исследователи: М. В. Марков, Б. М. Смирнов, А. В. Фисюнов, Н. Ф. Комарин, В. В. Алехин, С. С. Ильин, Р. Г. Минибаев, И. И. Либерштейн, В. А. Захаренко, А. М. Туликов и др.

В практике опытного дела глазомерный учет засоренности посевов применяют в сочетании с количественно-весовым или как самостоятельный метод.

С помощью глазомерного учета дают общую характеристику поля или делянки, определяют отдельно для каждого участка степень засоренности (обилие сорняков), характер засоренности (ботанический состав сорных растений и их распределение по изучаемой площади), яркость, а также фазы вегетации сорняков.

Ширину осматриваемой полосы при глазомерном учете засоренности устанавливают исходя из задачи обследования и технической вооруженности. Если выявляют карантинные и трудноотделимые сорняки, а их необходимо отмечать даже в том случае, когда они встречаются единично или небольшими куртинами, то при осмотре делянок невооруженным глазом ширина проглядываемой полосы должна составлять 5–10 м – по 2,5–5 м в одну и другую сторону от линии прохода.

Хорошим показателем оценки засоренности полей служит проективное покрытие поверхности почвы сорняками. Исходя из степени покрытия площади верхними частями растений оценка засоренности дается по одной из шкал, приведенных в табл. 38.

Необходимо помнить, что использование визуальных методов оценки проективного покрытия на ранней стадии развития сорных растений менее корректно, чем применение количественно-видового способа с использованием одной или нескольких известных шкал глазомерной оценки численности сорняков, предложенных А. М. Туликовым, А. И. Мальцевым, М. В. Марковым, А. В. Фисюновым, Б. М. Смирновым и др.

Таблица 38. Сравнительные шкалы глазомерной оценки засоренности проективными методами (проективное покрытие в %)

Балл засоренности	Шкалы глазомерной оценки засоренности сорных растений проективными методами					
1	Сорняки встречаются единично, степень покрытия близка к нулю, 1–3 сорняка на 10 м ²	0,1–10	До 10	1–20	Сорные растения встречаются редко, единичными экземплярами, проективное покрытие меньше 1 %	Менее 5
2	Степень покрытия – до 5 %, 3–5 сорняков на 1 м ²	10,1–30	До 20	21–40	Сорные растения встречаются довольно часто, однако их проективное покрытие значительно меньше, чем у культурных растений	5–15
3	5–20 %, 5–15 сорняков на 1 м ² , культурные растения доминируют над сорняками	30,1–60	До 30	41–60	Сорные растения по проективному покрытию приближаются к культурным растениям	16–25
4	20–50 %, 20–30 сорняков на 1 м ² , культурные растения еще доминируют над сорняками	60,1–100	До 40	61–80	Проективное покрытие сорняков больше, чем культурных растений	26–50
5	50–70 %, число сорняков равно числу культурных растений или больше его, культура под угрозой	100,1–150 и более	Более 40	81–100		Более 50
6	75–100 %, сплошное засорение, сорняки значительно преобладают над культурными растениями					

Для определения, какими сорняками засорено поле, при небольшой площади (до 50 га) необходимо делать остановки через каждые 50, а на больших площадях – через каждые 100 м (8–10 или 25 остановок). На каждой остановке посеvy обследуют глазомерно в радиусе 2 м вокруг себя, определяют, какими сорняками засорено поле, и записывают данные определения в ведомость учета сорняков. Затем также глазомерно определяют степень засоренности по одной или нескольким шкалам, приведенным в табл. 39.

Таблица 39. Сравнительные шкалы глазомерно-численных методов учета сорных растений

Балл	Степень засоренности						
1	<p>Слабая.</p> <p>Единичные сорняки, занимают до 5 % стеблестоя культурных растений, по глазомерному учету чаще всего соответствует засоренности в 10–50 стеблей сорняков на 1 м² (2–15 г сухой массы)</p>	<p>Слабая.</p> <p>Вид сорняка встречается в посеве единичными экземплярами</p>	<p>Слабая.</p> <p>Сорняков мало, они почти незаметны среди культурных растений (на 100 м² не более 5 побегов многолетних сорняков)</p>	<p>Слабая.</p> <p>Единичные сорняки</p>	<p>Слабая.</p> <p>Малолетних сорняков менее 10 шт/м², многолетних – менее 1 шт/м²</p>	<p>Слабая.</p> <p>В посеве встречаются единичные экземпляры сорняков</p>	<p>Очень слабая.</p> <p>Малолетних сорняков 1–30 шт/м²; многолетних – 0,1–1 шт/м²</p>
2	<p>Средняя.</p> <p>Сорняки занимают до 25 % стеблестоя культурных растений – 50–200 стеблей на 1 м² (15–70 г/м²)</p>	<p>Средняя.</p> <p>Вид сорняка представлен в посеве многочисленными экземплярами, обычно теряющимися среди культурных растений</p>	<p>Средняя.</p> <p>Сорняки хорошо заметны, однако культурные растения намного превосходят их по числу побегов, массе и проективному покрытию. Число побегов многолетних сорняков на 100 м колеблется в пределах 5–10 (малолетних сорняков – 25–50)</p>	<p>Средняя.</p> <p>Сорняки составляют не более четверти общего травостоя сплошных посевов, в пропашных посевах и на парах покрывают до четверти площади поля</p>	<p>Средняя.</p> <p>Малолетних сорняков менее 10–50 шт/м², многолетних – 1–5 шт/м²</p>	<p>Средняя.</p> <p>Сорняки встречаются в посеве в незначительном количестве, немногие экземпляры их обычно теряются среди массы культурных растений</p>	<p>Слабая.</p> <p>Малолетних сорняков 31–100 шт/м², многолетних – 1,1–3 шт/м²</p>

3	Сильная. Сорняки занимают свыше 25 % стеблестоя культурных растений. Сорных растений много, но их меньше, чем культурных – 150–600 стеблей на 1 м ² (80–200 г/м ²)	Сильная. Сорный вид встречается в посеве в большом числе экземпляров, но культурные растения преобладают	Сильная. Сорняки представлены обильно, однако культурные растения все же значительно превосходят их по числу побегов, массе и проективному покрытию (на 100 м колеблется более 10 побегов многолетних сорняков, соответственно более 50 побегов малолетников)	Сильная. Засоренность в сплошных посевах приближается к густоте стояния культурных растений, в пропашных и на парах составляет до половины покрытости поля	Сильная. Малолетних сорняков менее 50 шт/м ² , многолетних – более 5 шт/м ²	Сильная. Сорняки встречаются в посеве обильно, но культурные растения преобладают	Средняя. Малолетних сорняков 101–200 шт/м ² , многолетних – 3,1–6 шт/м ²
4	Очень сильная. Сорняки преобладают над посевами – 500–2000 стеблей на 1 м ² (180–800 г/м ²)	Очень сильная. Сорные растения преобладают количественно над культурными, глушат их	Очень сильная. Сорняки представлены в посеве очень обильно, и культурные растения теряются среди них	Очень сильная. Сорняки преобладают над культурными растениями, покрытость ими площади приближается к полной	Очень сильная	Очень сильная. Сорные растения преобладают над культурными, глушат их	Сильная. Малолетних сорняков 201–300 шт/м ² , многолетних – 6,1–10 шт/м ²
5							Очень сильная. Малолетних сорняков 301–500 шт/м ² и более, многолетних – 10,1–15 шт/м ² и более

Во время учета могут встречаться сорняки, которые в поле трудно определить. В этом случае в ведомости и в гербарии их записывают только под номером и после их определения в лаборатории этот номер заменяют названием сорняка.

Для повышения объективности оценок Л. Г. Раменским, И. И. Либерштейном и А. М. Туликовым разработаны эталоны-рисунки, отражающие точные показатели изображения степени покрытия для каждого балла при равномерном рассеивании, очаговом и сплошном произрастании растений.

Комбинированные методы учета засоренности посевов основаны на использовании обычно двух (реже нескольких) показателей численности, каждый из которых взаимно дополняет и контролирует другой. При этом визуальное определение одного показателя сопровождается одновременным визуальным или прямым определением других показателей.

Так, по методу А. А. Хребтова обилие сорного компонента характеризуют двумя показателями: визуально определяют численность сорняков и одновременно прямым подсчетом учитывают численность и массу сорняков на единице площади. Метод корректирует баллы визуальных оценок и придает им реальное количественное обоснование.

В. А. Захаренко приводит двойную шкалу оценки засоренности по проективному покрытию и численности сорных растений (табл. 40).

Таблица 40. Комбинированная шкала оценки численности сорняков

Балл	Степень покрытия площади сорняками, %	Численность сорняков на учетной площади, шт/м ²
0	Сорняки отсутствуют	Сорняки отсутствуют
1	До 5	До 50
2	6–10	51–80
3	11–20	81–150
4	21–30	151–250
5	Более 30	Свыше 250

При пользовании подобными двойными шкалами следует иметь в виду, что балл оценки проективного покрытия может не совпадать с баллом оценки сорняков по их численности.

Из имеющегося большого набора методик учета засоренности можно выбрать наиболее приемлемую, исходя из материально-технических возможностей и профессиональной подготовки специалистов, а также руководствуясь целями и задачами такого рода исследований.

Для обозначения фазы развития сорняков применяют начальные буквы фаз: в – всходы, р – розетка, с – стеблевание, б – бутонизация, ц – цветение, п – плодоношение, о – отмирание.

Общий фон засоренности посевов, характеризуемый преобладанием тех или иных сорняков, глазомерным методом определяется точно так же, как и количественно-весовым.

Точность глазомерного учета снижается, если требуется установить видовой состав не только ведущих, но и всех других сорняков. Причина меньшей точности глазомерного метода заключается в том, что при его использовании не учитывают сорняки, скрытые стеблестом посевов.

В этом случае при обследовании малых площадей (стационарные опыты, небольшие делянки в производственных условиях) глазомерный учет дает значительно худшие результаты.

Глазомерный метод незаменим при выявлении всего видового состава сорняков на больших производственных массивах. Если использовать для этих целей количественно-весовой метод, то необходимо взять очень много проб. Объем работы получается настолько значительным, что он практически невыполним. Поэтому метровок обычно закладывают немного. В таких условиях более точным оказывается глазомерный метод. Помимо того, получаемые с помощью этого метода данные облегчают учет засоренности посевов другими приемами. В отдельных случаях глазомерная оценка является обязательной составной частью более сложных способов. В первую очередь метод актуален на больших производственных площадях. Его можно использовать также на небольших делянках стационарного опыта.

При стационарных исследованиях глазомерный учет проводят на каждой делянке. Обследователь обходит делянку, внимательно осматривая всю ее площадь.

В большинстве руководств такой обход рекомендуется проводить по двум диагоналям.

НИИСХ Юго-Востока (Саратов) рекомендует при глазомерном учете засоренности осматривать делянку за один, два или большее число проходов вдоль нее (в отдельных случаях поперек, а на делянках шириной 5 м – по одной диагонали) и притом так, чтобы при каждом проходе можно было хорошо обследовать определенную полосу (например, 10 м). Как правило, такой обход, по сравнению с диагональным, увеличивает объем работы сравнительно в небольшой степени, а при малых делянках даже уменьшает его.

При глазомерном учете засоренности в условиях производства с целью экономного расходования времени маршрут необходимо строить так, чтобы обход полей делать по возможности без холостых переходов.

Глазомерный учет наибольшую точность оценки засоренности дает при осмотре посевов в ранних фазах, когда их стеблестой еще не сомкнулся и даже на довольно большом расстоянии хорошо просматривается. Но в этом случае не всегда успевают появиться и поэтому не учитываются поздние сорняки. В зависимости от задачи исследования и возможностей такой учет делают 1–3 раза в сезон.

При испытании почвенных гербицидов, которые вносятся до или после посева, но до появления всходов культуры, учет исходной засоренности не проводят, но учитывают данные о засоренности опытного участка за предшествующий период.

Вначале определяется степень проективного покрытия сорняков по видам в контроле и на опытной делянке (в каждой повторности каждого варианта). Эти данные суммируют для определения общей степени покрытия во всех повторностях контроля и вариантов опыта, после чего определяют среднюю общую степень покрытия. Затем высчитывают уменьшение степени покрытия в варианте с гербицидом по сравнению с контролем и определяют процент снижения общей засоренности. Также подсчитывают и процент снижения засоренности в вариантах с гербицидами и для отдельных видов сорняков и (или) биологических групп. Этот метод более трудоемкий, чем количественно-весовой учет. Если же не проводить подсчеты по снижению покрытия, а заносить в таблицы лишь результаты визуальных наблюдений, выраженные в баллах, то экономятся время и труд, но уменьшается уровень точности оценок.

Следует учитывать, что количественные методы в настоящее время являются наиболее объективными при изучении биологической эффективности гербицидных обработок.

Количественный метод учета засоренности посевов. Учет надземной массы сорной растительности проводят количественным методом путем наложения стационарных площадок, где учитывают ботанический и биологический состав сорняков, а также их распределение по полю или делянке и степень засоренности посевов. Кроме того, можно установить ярусность, фазы вегетации сорняков и другие показатели. На опытных делянках количество закладываемых площадок определяется размером делянки и характером ее засоренности.

На сильно и равномерно засоренных участках закладывается меньше площадок, на менее засоренных и более пестрых – больше.

На делянке для определения засоренности должно быть следующее количество учетных площадок размером 50×50 см:

- до 50 м² – две площадки на 4–6 повторностях;
- от 50 до 100 м² – 2–4 площадки на всех повторностях;
- более 100 м² – 6–8 площадок на всех повторностях.

Перед наложением площадок на делянку необходимо внимательно осмотреть ее, ознакомиться с общей засоренностью и выявить типичную для нее засоренность и густоту стеблестоя. В углах стационарных площадок ставят колышки и тщательно обтягивают шпагатом. Чтобы легче было отыскать площадки в посевах, один из колышков должен иметь высоту 1 м.

На площадках должно быть одинаковое количество рядков культурных растений. Стационарные площадки закладывают не менее чем на трех повторностях по длинным сторонам делянки с таким расчетом, чтобы можно было проводить подсчет культурных растений и сорняков с защитных полос.

Устанавливают характер засоренности в производственных массивах путем наложения учетных рамок (до 50 га – 5 рамок, от 50 до 100 га – 10, свыше 100 га – 20 рамок) на местах, характеризующих среднее состояние стеблестоя сорняков и культурных растений, а также видовой состав сорняков.

Учет сорных растений может проводиться в зависимости от задач исследований в следующие сроки:

- перед закладкой опыта;
- через 2–3 нед после лущения, перед зяблевой вспашкой (по мере появления шилец пырея ползучего и всходов двудольных сорняков);
- перед ранневесенней обработкой почвы;
- перед предпосевной обработкой почвы (через 6–8 дней после ранневесенней обработки);
- перед химической прополкой;
- через 30 дней после проведения химпрополки;
- перед уборкой.

Если определение засоренности является сопутствующим фактором изучения, то можно ограничиться одним учетом – в конце вегетационного периода.

Учет сорных растений можно проводить также с помощью специальной рамки. Рамки делают из дерева или толстой проволоки. Удоб-

ны проволочные рамки, изготовленные из четырех полуметровых отрезков проволоки, склепанных на концах друг с другом так, чтобы получился квадрат (0,25 м²). При этом рамка легка и удобна как в работе, так и при транспортировке.

На посевах с низким стеблестоем достаточно хорошо накладываются учетные рамки.

В поздние сроки вегетации, когда стеблестой становится высоким, накладывать рамки значительно труднее. Здесь лучше пользоваться рамкой, сделанной из дерева или толстой проволоки, но без одной стороны. Такую трехстороннюю рамку на учетной точке ставят в одно из междурядий посева несоединенными концами вниз. Поворачивая рамку в руках, ее этими концами постепенно вдвигают в посев и устанавливают так, чтобы четвертой стороной служил один из рядков посева.

Труднее работать при поникшем и полегшем стеблестое. Чтобы правильно наложить четырехстороннюю (да и трехстороннюю) рамку, стебли приходится тщательно разбирать, так как иначе масса пробы может быть преувеличена или приуменьшена. На сильно полегших посевах используют четырехстороннюю рамку, накладывая ее поверх полегшего стеблестоя. Надземную массу посева вместе с сорняками вдоль краев рамки обрезают. При разборе пробы подсчитывают культурные и сорные растения, имеющие корни, так как именно они и находились в пределах рамки. Обрезание травостоя вдоль краев рамки дает возможность правильно определить сухую и сырую массу сорных и культурных растений.

Учет засоренности после наложения рамок проводят путем подсчета сорняков и культурных растений на корню или путем их выдергивания. Во втором случае вырывают сорняки, начиная с самых крупных, высоких и преобладающих видов, одновременно подсчитывая их и записывая данные в рабочую тетрадь (табл. 41, 42).

Таблица 41. Ведомость учета сорных растений в посевах по видовому составу

Наименование сорняка	Количество сорных растений, шт.			Степень засоренности (в баллах или %)
	во всех пробах	на одну пробу	на 1 м ² площади посевов	
Всего сорняков в пересчете на 1 м ² , шт.				

Таблица 42. Учетный лист засоренности поля, участка

Хозяйство _____ Отделение (бригада) _____
 Севооборот _____ Поле (участок) _____ Площадь, га _____
 Культура _____ Сорт _____
 Почва (тип, мех. состав, содержание гумуса, агротехника) _____
 Фаза развития _____ Густота (нормальная, изреженная) _____
 Удобрения (вид, нормы внесения) _____ Предшественник _____
 Почвенные гербициды в год учета _____
 (препарат, норма расхода, время обработки) _____
 Дата учета (число, месяц, год) _____

Вид сорняка	Число сорняков на 0,25 м ² по пробам																				Всего сорняков	Среднее число сорняков			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		на рамку 0,25 м ²	на 1 м ²		

Прочие виды _____
 Засоренность всеми видами _____

Должность исполнителя работ, Ф. И. О. _____
 (подпись)

Выдернутые сорняки вместе с этикеткой заворачивают в бумагу, чтобы в дальнейшем, если необходимо, провести другие исследования.

Если учет засоренности проводят путем закладки стационарных площадок, то выдергивать сорняки и культурные растения можно только в конце вегетационного периода при проведении последнего учета.

В рабочем помещении сорняки в пробах разбирают по видам или биологическим группам и подсчитывают в них число стеблей, измеряют (если необходимо) длину, определяют кустистость (ветвистость) и семенную продуктивность, проводят другие определения.

При необходимости сорняки разбирают по ярусам, фазам вегетации и т. д. Сорные травы, содержащие семена, можно обмолачивать для определения их семенной продуктивности.

Иногда такой обмолот целесообразно провести отдельно для каждого яруса или вида сорняков.

Количественный учет без определения массы сорняков проводят при оценке исходной засоренности. Во все остальные сроки оценки засоренности поля количественный учет дополняется весовым.

Количественно-весовой метод учета засоренности посевов.

Для правильной оценки агротехнических приемов и химической прополки с точки зрения влияния их на засоренность посевов необходимо учитывать и весовой процент засоренности посевов. Поэтому, как правило, при учете засоренности посевов в опытах кроме видового состава сорняков и их количества определяют сырую и (или) сухую массу сорняков, причем главнейшие и преобладающие виды сорняков взвешивают обязательно в отдельности, а второстепенные виды могут быть объединены в биологические группы.

Взятие проб для количественно-весового учета проводят так же, как и при количественном методе. Отбор проб с поля для разбора их в лаборатории проводят в сухую погоду, так как сырые пробы быстро подвергаются порче и трудно высушиваются. Срезать пробу в поле не рекомендуется, так как высота среза может колебаться в больших пределах. Кроме того, в пробу не попадают стелющиеся и отчасти вьющиеся сорняки.

В лабораторных условиях после разбора по видам или биологическим группам, подсчета стеблей, измерения длины и проведения других определений срезают корневую часть у сорняков до семян, так как сухую массу определяют только по надземной части.

Учет массы сорняков преимущественно проводят в воздушно-сухом виде. Их высушивают в помещении в подвешенном состоянии, не допуская попадания прямых солнечных лучей.

Сухую массу определяют отдельно для каждой биологической группы или основных видов сорняков. Все другие виды объединяют в группу прочих сорняков.

Сырые сорняки взвешивают в поле сразу после взятия пробы. Так как определять сырую массу сорняков в полевых условиях сложно, такой вид учета желательно проводить в исключительных случаях, когда подсушивание сорняков приводит к искажению получаемой информации, например при изучении действия гербицидов. Под их действием сорные травы начинают завядать и подсыхать еще на корню, чего не бывает в контрольном варианте. Для установления степени подсыхания поврежденных растений весьма желательно знать их сырую массу.

Учет отдельных видов или группы сорных растений имеет свои особенности. Так, злаковые сорняки в первые сроки учетов можно не подразделять по видам из-за трудности их распознавания в ранних фазах, а после кущения учитывать каждый вид по массе и (или) по числу стеблей. Для некоторых сорняков, например для звездчатки

средней и повилики, число экземпляров которых трудно подсчитать, возможно определение только надземной массы.

В том случае, если у исследователей нет возможности определить надземную массу сорняков по каждому виду (например, весовой учет по биологическим группам отдельно для многолетних и малолетних видов), желательно разделить малолетних сорных растений на зимующие и яровые. Часто при изучении эффективности гербицидов возникает необходимость привести данные учета по группам двудольных (широколистных) и однодольных (злаковых и осоковых) сорняков, разделив каждую группу на многолетние и малолетние.

В случае сильной засоренности участка многолетними, особенно корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, при сравнительно равномерном их распределении применяют, как обычно, количественно-весовой метод учета.

Но многие многолетники (бодяк и осот желтый, вьюнок полевой и др.) по своему характеру засорения полей (ярко выраженной куртинности) не могут быть правильно учтены наложением пробных площадок способом, применяемым для учета всех сорняков. Для этих сорняков при проведении экспериментальных работ требуется сплошной подсчет растений (розеток и стеблей) на стационарной площадке. При слабом засорении и небольшом размере делянок этот подсчет проводится на площади всей делянки. При сильном засорении для подсчета выделяют стационарные площадки в пределах куртины размером примерно в 16–20 м². Чтобы все повторные учеты строго проводились на отведенных для первого подсчета площадках, необходимо на плане опыта нанести их размещение с указанием расстояния от сторон делянок.

В производственных условиях при куртинном характере засорения внесение гербицидов проводят локально. Опрыскивающая система включается только тогда, когда трактор доходит до участка поля с очагом сорняка.

Метод учета степени взаимодействия культурных и сорных растений. Появляясь в посевах, сорняки вступают во взаимодействие с культурными растениями. Оно обычно выражается во взаимном подавлении, проявляющемся прежде всего в выпадении растений, уменьшении длины и массы надземных частей, а также семенной продуктивности.

Взаимоподавление культурных и сорных растений определяют путем анализа проб, собранных при учете засоренности посевов количественно-весовым методом. Для детального изучения взаимовлияния культурных и сорных растений при постановке опыта необходимо за-

планировать как минимум три варианта: 1) посев культуры с ручной прополкой; 2) естественный для опытного участка сорный ценоз без посева культуры; 3) посев культуры с применением изучаемого способа борьбы с сорняками (химпрополка и др.). При необходимости такие опыты можно дополнять вариантами с различными защитными мероприятиями.

После разбора проб сорняков по видам и биологическим группам оценивают общее состояние культурных и сорных растений в различных вариантах. В качестве показателей для оценки степени подавленности культуры и (или) сорных растений обычно выступает масса, длина стебля, кустистость или ветвистость сорняков, семенная продуктивность. По каждому из этих показателей степень подавленности можно выразить в процентном отношении.

Определение вегетативных зачатков многолетних сорняков в почве. К числу жизнедеятельных зачатков сорняков в почве относят части корней и корневищ, способные к регенерации. Учету подлежат вегетативные зачатки осота желтого, осота розового (бодяка), пырея ползучего, хвоща полевого и др.

Учет проводят наложением пробных площадок площадью 0,25–1,00 м². Количество учетных площадок на делянке зависит от размера делянки и равномерности засорения и колеблется для пырея ползучего от 5 до 10, а для глубокоукореняющихся сорняков – от 2 до 5 площадок.

После предварительного окапывания вокруг учетной площадки производят выемку почвы по намеченным программой слоям: для пырея ползучего – на глубину до 20 см, для бодяка и других глубокоукореняющихся сорняков – не мельче 40 см. Все вегетативные органы размножения (корневища и корни) тщательно выбирают из почвы и помещают в мешочки с этикетками, на которых указывают: название опыта, номер делянки, номер пробы, глубину слоя почвы и дату взятия пробы. Попутно исследователь описывает характер расположения и состояние подземных органов, которые характеризуют биологическую особенность данного вида.

В лаборатории все корни и корневища промывают, а затем разбирают по видовому составу, ориентируясь по соответствующим надземным частям. Затем определяют их общую длину и общую массу по каждому виду и пересчитывают на 1 м².

Измерение длины корней и корневищ производят в сыром состоянии. По окончании измерений пробы высушивают до воздушно-сухого состояния и взвешивают.

Если исследуется один вид (например, пырей или бодяк), то в поле из почвы выбирают отрезки не всех видов, а только одного, изучаемого.

Направленность динамики засоренности почвы вегетативными зачатками устанавливают с помощью периодических учетов, сроки которых приурочивают к началу и завершению опыта, началу и концу вегетационных периодов сорняков и переломным пунктам в динамике, которые выясняются при изучении биологии сорных растений.

Динамика засоренности почвы вегетативными зачатками складывается из двух процессов: очищения от них почвы и нового засорения. Но суть этих процессов несколько иная, чем при динамике засоренности семенными зачатками. Очищение почвы идет за счет старения и последующего отмирания вегетативных зачатков, засорение же – путем нарастания в длину старых зачатков и образования на старых или от других подземных органов растений новых зачатков. Чтобы определить, как идет очищение и одновременно засорение почвы вегетативными зачатками, необходимо зачатки расчленять на возрастные группы: молодые, старые и отмершие. Количество молодых зачатков, если период между смежными учетами достаточный, показывает, сколько образовалось новых зачатков, количество же мертвых (при своевременном учете они разложиться не успевают) – сколько их погибло.

Скорость обоих процессов зависит от погодных условий и агротехники. В частности, дискование поля, засоренного мелкокорневищными сорняками, ускоряет как нарастание, так и отмирание зачатков, а частота применения этого агротехнического мероприятия определяет направленность процесса – очищение участка или увеличение его засоренности. Таким образом достигается оценка изучаемого приема.

Определение глубины залегания горизонтальных корневищ пырея и других сорных растений. Для принятия правильного решения о глубине вспашки и других обработок почвы на поле или ином участке необходимо знать глубину залегания корневищ пырея и других корневищных растений. Обследование глубины залегания производят до обработки участка, а если необходимо, то и после уборки культурных растений. Глубину залегания (выходов) корневищ устанавливают при помощи специальных разрезов почвы с нанесением выходов на миллиметровую бумагу при соответствующем масштабе.

Разрез (яму) копают следующих размеров: длина – 110 см, ширина – 30–40 см, глубина для пырея ползучего – 25 см. Одну из длинных сторон стенок ямы сглаживают лопатой, для того чтобы выходы корневищ были ясно заметны.

По краю ямы кладут размеченную на сантиметры метровую линейку так, чтобы по обе стороны от концов ее до конца ямы оставалось 5 см. Пользуясь другой, более короткой сантиметровой линейкой, путем соответствующих промеров в вертикальном направлении последовательно определяют место нахождения выходов корневищ. Найденные точки заносят на план миллиметровки.

Разрезов на участке необходимо сделать от 5 до 10, в зависимости от однородности получаемых данных и величины участка.

Определение запаса семян в органических удобрениях. Ежегодно в почву с органическими удобрениями попадают миллионы семян сорных растений. Особенно велико их количество при неправильном компостировании и внесении весной неперепревшего навоза. Основными источниками засоренности навоза в хозяйствах являются сено, силос, солома, полова, комбикорма, зерновые отходы и т. д. Наиболее часто в органических удобрениях встречаются семена мари белой, пырея ползучего, гречишки вьюнковой, мятлика однолетнего, торицы полевой, видов пикульника, куриного проса и др.

Технологические процессы производства органических удобрений позволяют достаточно эффективно бороться с семенами сорных растений. Однако часть семян остается жизнеспособной, поэтому перед вывозкой органических удобрений на поля, но не ранее чем через месяц после начала их биотермического разогревания, отбирают пробы удобрений для определения степени засоренности и видового состава сорняков.

Из каждого бурта органических удобрений или навозохранилища берут три выемки: в верхнем слое (на глубине 10–20 см), в средней части (на половине высоты бурта или слоя удобрения в навозохранилище) и у дна. Отбор проводят с помощью пробоотборников, предназначенных для взятия проб плотных и рыхлых несипучих материалов. Можно также использовать штыковые лопаты, совки, специально приспособленные лопаты с суженным штыком.

Пробы массой не менее 0,5 кг каждая берут в восьми точках. Отбранные пробы объединяют в исходный образец, высыпают на брезент, клеенку или полиэтиленовую пленку, тщательно перемешивают, разравнивают в виде квадрата, который при помощи рейки крестобразно делят на четыре треугольника. Удобрение из двух противоположных треугольников объединяют для составления среднего образца, а два других отбрасывают. Перемешивание, разравнивание и деление продолжают до тех пор, пока в двух противоположных треугольниках

удобрение останется в количестве, необходимом для среднего образца (не менее 1 кг).

Исходный образец жидких и полужидких удобрений составляют из проб массой 1 кг, взятых в десяти точках в разных местах. Пробы следует отбирать сразу после тщательного перемешивания жидкого навоза с помощью специальных устройств или прямо из шлангов во время перекачки его из хранилища в цистерны жижевыбрасывателей. Пробы выливают в ведро, тщательно перемешивают и отбирают средний образец объемом 1 л.

Каждый средний образец навозных стоков процеживают последовательно через сита с отверстиями 1,0; 0,5 и 0,25 мм. Для определения засоренности средний образец тщательно перемешивают, отбирают навеску массой 200 г, переносят на комплект сит с отверстиями 3,0; 1,0 и 0,25 мм. Сита, последовательно вставленные одно в другое, отмывают в воде. По мере загрязнения воду меняют. По окончании отмывки твердые частички удобрений, оставшиеся на ситах, переносят на плотную бумагу и доводят до воздушно-сухого состояния. Для сушки отмытых семян необходимо иметь бытовой вентилятор и фильтровальную бумагу. Разбор фракций из-под сит проводят на специальной доске или стекле. Семена сорняков отделяют от сухих остатков органических удобрений (отдельно в каждой фракции, полученной после разделения на ситах), учитывая только целые семена.

Общий запас семян сорняков в удобрениях определяют по формулам

$$M_{\text{т}} = K \cdot \frac{1000}{P}, \quad M_{\text{н}} = K \cdot \frac{D_{\text{у}} \cdot 1000}{P},$$

где $M_{\text{т}}$ – запас семян сорняков в 1 т удобрений, шт.;

$M_{\text{н}}$ – запас семян сорняков на 1 га, шт.;

K – количество сорняков в анализируемой навеске, шт.;

P – навеска удобрений, взятая на анализ, кг;

$D_{\text{у}}$ – доза удобрений, т/га.

Запас семян сорняков в навозных стоках находят по формулам

$$M_{\text{т}} = K \cdot \frac{K \cdot A}{T \cdot P}, \quad M_{\text{н}} = K \cdot \frac{K \cdot A \cdot D_{\text{у}}}{T \cdot P},$$

где A – масса твердой части исходного образца, г;

T – объем исходного образца, л (кг).

Всхожесть семян (%) определяют в лаборатории при температуре и влажности, оптимальных для каждого вида растений. Семена укладывают по 100 шт. в четырехкратной повторности (при недостатке требуемого количества семян их разделяют на равные части от общего количества) на увлажненную фильтровальную бумагу в чашки Петри. Чтобы семена не были полностью погружены в воду, фильтровальную бумагу укладывают на 1–2 предметных стекла или слой влажного песка. Проращивание ведут в термостатах с регулируемой температурой.

По мере появления проросших семян их учитывают и удаляют из чашки Петри. Через каждые 5 дней непроросшие семена переносят на новый слой фильтровальной бумаги; всего период проращивания составляет 15 сут. Крупные семена сорняков проращивают в растильнях. Всхожесть семян основных видов сорняков составляет, как правило, от 10 до 30 %. Поэтому в отдельных случаях допускается оценка засоренности органических удобрений по общему запасу семян (табл. 43).

Таблица 43. Оценка органических удобрений по запасам всхожих семян сорняков

Количество всхожих семян в 1 т удобрений, тыс. шт.				Запас всхожих семян	Оценка, баллов
Подстилочный навоз, помет	Бесподстилочный навоз влажностью, %				
	менее 90	90–93	более 93		
Менее 100	Менее 30	Менее 20	Менее 17	Низкий	1
100–300	30–100	20–60	17–50	Средний	2
300–500	100–300	60–100	50–100	Высокий	3
Более 500	Более 300	Более 100	Более 100	Очень высокий	4

Если органические удобрения имеют засоренность свыше двух баллов, то их не должны вносить на поля. Применение такого навоза не только сильно засоряет посеvy, но и увеличивает потенциальную засоренность почвы, а также оказывает прямое влияние на результативность долгосрочного и оперативного прогнозов распространения сорняков.

После окончательного подсчета количества всхожих семян по внешним признакам определяют жизнеспособные семена. Обычно живые семена имеют упругую оболочку и при легком надавливании сохраняют форму. Окраска мертвых семян темнее, они легко раздавливаются, и из них выделяется жидкость.

Для определения жизнеспособности семян мари белой можно использовать метод окрашивания зародыша. При этом на полоску картона наносят клей ПВА и раскладывают семена. После высыхания клея

острым ножом или бритвой срезают часть оболочки семян, стараясь не повредить зародыш. Картон с семенами опускают на 1 сут в сосуд с водой, семена набухают, и зародыш у жизнеспособных семян выходит из оболочки. Для окрашивания зародыша семена на 1 ч погружают в 0,5%-ный раствор Тетразола. При этом в живых клетках зародыша образуется стойкое вещество красного цвета – фармазин; мертвые клетки не окрашиваются.

Возможно также определение жизнеспособности семян сорных растений ускоренным методом. Семена высушивают до воздушно-сухого состояния и помещают на 20–30 мин в концентрированную (98 %) серную кислоту, затем тщательно промывают (не менее трех раз) и проращивают в течение 5 сут. По количеству всхожих семян (%) оценивают их жизнеспособность (табл. 44).

Таблица 44. **Жизнеспособность семян сорных растений**

Всхожесть семян при температуре 20–24 °С, %			Уровень жизнеспособности
через 2 дня	через 3 дня	через 5 дней	
Более 40	Более 45	Более 50	Высокий
20–40	20–45	20–45	Средний
5–20	5–20	5–20	Низкий
До 5	До 5	До 5	Очень низкий

Определение засоренности льняной соломы. Для определения засоренности льняной соломы берут из варианта две пробы массой 1 кг каждая. Затем из этих проб соломы вручную выбирают все сорняки. После отбора сорняков солому каждой пробы отдельно вновь взвешивают. Содержание сорняков (C_n) в льняной соломе в процентах вычисляют по формуле

$$C_n = \frac{(C_1 - C_2) \cdot 100}{C_1},$$

где C_1 – масса соломы до удаления из образца сорняков;

C_2 – масса соломы после удаления из образца сорняков.

Определение запаса семян сорных растений в почве. Определение запаса семян сорных растений в почве проводят для характеристики поля (делянки) и для выявления динамики запаса в пахотном слое семян, плодов и соплодий сорных растений.

Для выполнения первой задачи важно определить среднюю засоренность почвы всеми видами сорняков и отдельно по их биологиче-

ским группам или важнейшим представителям. Установить особенности распределения сорных растений по видам и в количественном отношении по отдельным участкам поля. При необходимости извлеченные из почвы семенные зачатки разбивают на три группы: живые, вышедшие из покоя, покоящиеся и мертвые.

Особенности динамики засоренности выясняют для того, чтобы оценить эффективность комплекса мероприятий по борьбе с сорняками. Динамика засоренности семенными зачатками складывается из двух противоположных процессов: очищения почвы от запаса семян сорняков и их пополнения. Баланс этих двух процессов определяет общую направленность динамики засоренности поля. При изучении динамики засоренности почвы семенными зачатками проводят периодический учет их общего и видового запаса. Пробы почвы чаще всего берут несколько раз за сезон: осенью – при заложении опыта, весной – при массовом прорастании семян сорняков и в конце исследований – сразу же после уборки. Чтобы данные были сопоставимы, желательно пользоваться буром, позволяющим взять почву на всю глубину пахотного слоя. При этом глубина бурения от весны к лету уменьшается, что вызывается оседанием земли. В многолетних опытах пробу берут только один раз за сезон. В этом случае данные разных лет сопоставимы.

Определение засоренности почвы включает отбор почвенных образцов, извлечение из них семян сорняков, подсчет и определение их видового состава и всхожести.

Для этого берут пробы почвы с помощью специальных буров (диаметром 3,5–5,0 см) послойно на глубину 0–10 и 10–20 см или 0–5, 5–10, 10–15, 15–20 см. При отсутствии специальных буров образцы с учетных площадок размером 20–25 см можно отобрать при помощи ножа или совковой лопаты.

Бур Шевелева (рис. 57) состоит из двух медных цилиндров и двухконечного сверла внутри них. При поворачивании ручки сверла почва набирается во внутренний цилиндр и вынимается вместе с ним. Наружный цилиндр остается в земле и предохраняет края буровой камеры от осыпания. Широкий медный круг, охватывающий наружный цилиндр и скрепляющийся с ним особым зажимным винтом, позволяет регулировать глубину выемки проб, которая обозначена на наружном цилиндре.

Бур Калентьева (рис. 58) позволяет брать образец почвы на глубину пахотного слоя и затем разделять образец на пробы 0–10, 10–20 и 20–30 см. Пробы (не менее 10) берут с каждого исследуемого участка

по диагонали через равные промежутки. При взятии образца бур погружают в почву на глубину 0–20 см. Если почва плотная, ударяют по штанге длинной деревянной колотушкой до тех пор, пока бур не достигнет нужной глубины. Затем его поворачивают по часовой стрелке за ручку и отрывают пробу от нижележащего слоя почвы. Бур вынимают из почвы, кладут на лист плотной бумаги и круглым ножом через специальные отверстия делят пробу на части.

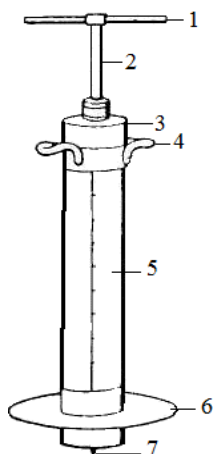


Рис. 57. Бур
Шевелева:

- 1 – рукоятка сверла;
- 2 – стержень;
- 3 – крышка;
- 4 – ручка бура;
- 5 – наружный цилиндр;
- 6 – направляющий круг;
- 7 – нож

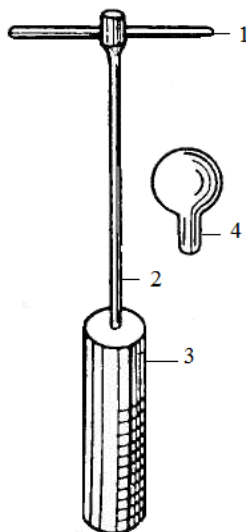


Рис. 58. Бур Калентьева:

- 1 – рукоятка сверла;
- 2 – стержень (штанга);
- 3 – цилиндр;
- 4 – круглый нож

Почвенные образцы отбирают осенью после вспашки или ранней весной. Перед началом работ необходимо точно высчитать площадь бура, уточнить число проб на делянке и определить коэффициент пересчета на 1 м² или на 1 га. С каждой делянки до 1 000 м² должны быть

взяты пробы почв с площади не менее 300 см². В зависимости от площади сечения бура число скважин для делянки будет изменяться. В среднем с площади до 50 га нужно взять около 10 проб, с 50–100 га – около 20, с более 150 га – 25–30 проб. Затем составляют среднюю пробу, для чего из каждого образца, отобранного на обследуемом поле, отделяют часть почвы с таким расчетом, чтобы средняя проба с одного участка или поля составляла 2 кг (для торфяной почвы – 0,5 кг). Пробы берут из разных мест делянки по диагонали, через определенные расстояния.

Если анализ образцов производят не сразу, то взятые образцы почвы быстро доводят до воздушно-сухого состояния путем высушивания их тонким слоем на листах плотной бумаги.

Конечным показателем засоренности почвы является число семян в общем объеме почвы в пахотном слое на 1 га или число семян в пробе известной массы, массе почвы (принимая во внимание объемную массу почвы) на 1 га. Устанавливают общий запас семян сорняков в целом и по видам, а также запас жизнеспособных семян. При количестве семян сорняков в пахотном слое почвы 0–20 см до 5 млн/га засоренность считают очень слабой; 5–15 – слабой; 15–50 – средней; 50–100 – сильной; более 100 млн/га – очень сильной.

7.2. Определение степени засоренности почвы семенами сорных растений

Отобранные почвенные образцы при помощи методики, описанной подразделе 7.1, переносят в лабораторию и доводят до воздушно-сухого состояния. Затем, пользуясь одним из приведенных далее методов, осуществляют выделение семян сорняков, определяют их количество и видовой состав.

Выделение семян сорняков путем промывки образцов на ситах. При этом методе почву помещают в сито, которое погружают в воду (край сита должен находиться над водой). При перемешивании почвы с водой мелкие пылеватые частицы вымываются, а крупные (скелетные) частицы и семена остаются на дне сита. Их собирают, высушивают и выделяют семена сорняков для подсчета и анализа по видам. В песчаных почвах илистых частичек нет, поэтому отмывать пробы не надо. В этом случае почвенные образцы доводят до воздушно-сухого состояния и сортируют через сита с отверстиями 3,1 и 0,25 мм.

Физический метод, или метод тяжелых растворов, основан на разности удельной массы минеральных частей, почвы и семян. В качестве тяжелой жидкости чаще используют раствор поташа (K_2CO_3). Но можно использовать смесь пяти частей серного эфира и четырех частей бромформа, а также 70%-ный раствор $ZnCl_2$ или насыщенный раствор поваренной соли ($NaCl$). Для составления тяжелого (насыщенного) раствора на 1 л воды берут 530 г поташа, 450 г сульфата цинка или 265 г поваренной соли. Для ускорения растворения жидкость подогревают. Удельная масса 53%-ного раствора должна быть равна $1,56 \text{ г/см}^2$ (проверяют ареометром). Отработанную жидкость после фильтрации и упаривания до необходимой концентрации можно использовать вторично.

Выделение семян сорняков по парусности из минерального остатка почвы. Метод разработан А. М. Туликовым. Отмытый из илистых частиц и доведенный до воздушно-сухого состояния остаток почвы просеивают через колонку сит с отверстиями размером (сверху вниз): 2,0 мм; 1,25; 1,0; 0,75; 0,5 (пробивные сита с круглыми отверстиями) и 0,25 мм (плетеное сито с квадратными отверстиями), предварительно закрытую снизу поддоном, а сверху крышкой. Полученную с каждого сита фракцию переносят в отдельный пронумерованный алюминиевый стаканчик или чашечку.

Собственно выделение семян по парусности из каждой фракции, начиная с самой крупной, осуществляется в вертикальном воздушном потоке на пневматическом классификаторе КСП-1.

Биологический метод основан на учете проросших семян сорняков по количеству появившихся всходов.

Отобранный и взвешенный образец почвы тщательно перетирают, чтобы вывести из состояния покоя семена с плотной оболочкой, и тонким (2–3 см) слоем закладывают в широкие плоскдонные чашки (растельни, чашки Петри и т. д.). Образец почвы увлажняют, поддерживают влажность с помощью систематического полива и выдерживают при температуре 18–22 °С в течение 3–4 нед. Семена учитывают по количеству появившихся всходов.

Поскольку прорастание семян сильно растянуто, то для более полного учета их такое проращивание одного образца повторяют несколько раз в течение 1–2 лет.

Для выделения семян сорняков из мелкой фракции почвы применяют различные приборы, состоящие из воронки с широким горлом или бутылки с отрезанным дном. На горло бутылки или на конец во-

ронки надевают резиновую трубку с зажимом. В бутылку до половины наливают раствор поташа, под бутылкой или воронкой ставят стакан. Содержимое сортировочного сита с фракциями до 0,25 мм осторожно ссыпают в сортировочную воронку с тяжелой жидкостью, полученную массу помешивают стеклянной палочкой. После всплывания семян сорных растений на поверхность весь песок, находящийся на дне сосуда, удаляют, для чего открывают зажим на резиновой трубке. Часть жидкости вместе с песком стекает в подставленный стакан. Как только весь песок будет удален, резиновую трубку быстро зажимают.

В стакан с песком доливают некоторое количество раствора и перемешивают содержимое стеклянной палочкой. Всплывшие семена переносят в воронку, откуда вновь удаляют осевший песок. Так поступают до тех пор, пока все семена не будут отделены.

Жидкость с оставшимися семенами пропускают через сортировочное сито с отверстиями 0,25 мм. Затем струей воды смывают в то же сито приставшие к стенкам воронки или бутылки семена. После того как вода стечет, фильтр переносят на штатив для сушки над газовой горелкой, где семена доводят до воздушно-сухого состояния, высушенные семена помещают на разборную доску, разбирают под лупой и присоединяют к ранее отобраным семенам из других фракций. Все семена группируют по видам, подсчитывают их количество и определяют виды сорных растений.

При определении видового состава семян сорных растений пользуются коллекциями или рисунками семян. Следует отметить, что семена сорных растений, находящиеся долгое время в почве, нередко теряют свой цвет. Поэтому во время определения их видовой принадлежности необходимо обращать внимание в первую очередь на стабильные признаки – форму и величину семян, а также контуры естественных рисунков на их поверхности.

На основании данных, полученных при почвенном обследовании, устанавливают видовой состав и тип засоренности каждого поля, насыщенность пахотного слоя семенами каждого вида сорных растений.

8. КАРТИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ

В изучении сорно-полевой растительности можно выделить три основные задачи, каждая из которых должна решаться своими методами.

1. Изучение агрофитоценозов с целью выявления динамики их развития, видового состава и количественного обилия в условиях возрас-

тающей интенсификации сельскохозяйственного производства (освоение севооборотов, посевы промежуточных культур, сортообновление, применение средств химической защиты, внесение удобрений и т. д.).

Эта задача входит в программу геоботанических исследований научных учреждений и выполняется с использованием только специальной, разрабатываемой для стационарных наблюдений методики (стационарное изучение). Поэтому стационарное обследование не может и не должно быть объектом производственной деятельности хозяйства.

2. Разработка системы мероприятий и оценки ее эффективности при борьбе с наиболее распространенными, злостными и карантинными сорняками как в полях севооборотов и на других обрабатываемых землях, так и на всей территории хозяйства в течение сельскохозяйственного года (плановое, или систематическое, обследование).

3. Изучение с целью оперативного использования результатов обследования для борьбы с сорняками как приемами обработки почвы, так и химическими средствами в начальный период вегетации культуры (оперативное обследование).

Последние две задачи имеют непосредственное отношение к производству и должны и могут быть с успехом выполнены путем маршрутного, или экспедиционного, обследования.

Время систематического, или планового, обследования должно быть выбрано так, чтобы охватить возможно более полно весь флористический состав сорняков. В посевах зерновых и льна максимальная видовая насыщенность совпадает с периодом за 2–3 нед до уборки культуры. В полях многолетних трав наибольшее количество видов сорняков удастся наблюдать за несколько дней до укоса. В пропашных культурах таким периодом следует считать время после смыкания растений в междурядьях и резкой остановки роста их в высоту, совпадающее у большинства из них с фазой окончания цветения или формирования генеративных органов.

По результатам оперативного обследования судят о необходимости проведения предполагаемого мероприятия (химической прополки, междурядной обработки и т. п.) в начальный период вегетации. Поэтому такое обследование на всей площади посева данной культуры должно быть проведено быстро и за 4–5 дней до оптимального срока выполнения намеченных мероприятий.

Вследствие большого объема работ и ограниченного срока наиболее быстро и без больших затрат труда оценка обилия сорняков в этих

случаях может быть проведена только с помощью одного из рассмотренных выше глазомерных методов без какого-либо дополнения их способами прямого учета.

На обрабатываемых площадях и посевах обследуют отдельно каждый однородный участок или поле севооборота.

Первичным материалом для составления карты засоренности полей севооборота, бригады, отделения, хозяйства в целом и т. д. служат результаты глазомерного учета сорняков по каждому полю или участку (табл. 45).

Таблица 45. Засоренность поля по биогруппам и основные виды сорных растений

Биологическая группа сорных растений	Всего, шт/м ²	Основные виды, шт/м ²
Малолетние	162	Оо, 35; Рн, 26; Зс, 20; Мб, 18; П, 15; Г, 12
Корнеотпрысковые	21	Вп, 11; Бп, 9
Корневищные	8	Пп, 7; Мм, 2
Ползучие	6	Лп, 6
Клубневые, луковичные		–
Стержнекорневые		–
Мочковатокорневые		–

Для составления карты засоренности полей необходимо заблаговременно вычертить схематическую карту земельной территории сельскохозяйственной организации или отдельной бригады, севооборота. Такая карта, используемая для нанесения на нее результатов обследования, должна содержать в себе следующие сведения: границы, размер и номер поля, вид возделываемой на данном поле культуры, название севооборота (оперативная карта). Если схематическая карта предназначена для обобщения результатов систематического обследования, то на ней дополнительно должны быть указаны подобные сведения по другим угодьям и землям несельскохозяйственного пользования (систематическая карта).

Карту засоренности полей составляют следующим образом. На карте в границах поля вычерчивают круги диаметром 3–4 см или другие фигуры, в которые записывают год обследования и наименование культуры. Внутри фигуры для каждой биогруппы сорняков отводят сектор площадью, пропорциональной числу видов сорных растений (рис. 59).

Условные знаки, отражающие уровень и характер засоренности поля, участка, выбирает исследователь хозяйства согласно принятым им обозначениям.

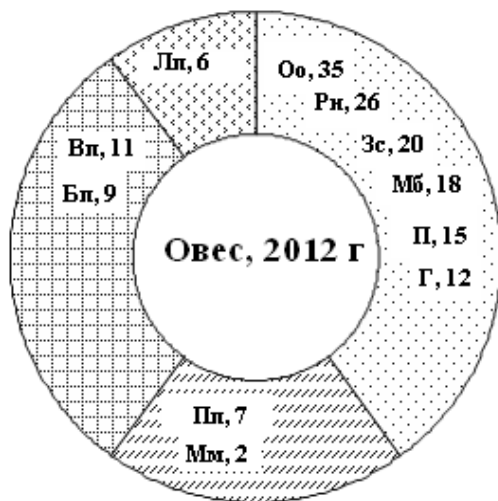


Рис. 59. Засоренность поля

В секторах каждой биогруппы по фонам их условной штриховки (табл. 46) или цвета начальными буквами записывают все основные виды сорняков, включая карантинные и ядовитые, в порядке уменьшения их численности (шт/м²). Средняя сумма сорняков должна составлять не менее 90 % общей численности в биогруппе. В соответствующих секторах биогрупп на полях, засоренных карантинными сорняками, ставят красный крест, а ядовитыми – синий.

Если контур поля (участка) полностью заполнен информацией, то результаты последующих обследований выносят на края карты при помощи тех же условных знаков. Для каждого поля (участка) вычерчивают ряд круговых или иной формы диаграмм, располагая их в хронологическом порядке.

В нижней части карты засоренности расшифровывают условные обозначения биогрупп и основных видов сорных растений.

Указанные на карте значения численности сорных видов в агрофитоценозах анализируют за ряд лет по одноименным и близким по биологии и технологии выращивания культурам, что уже на первых этапах (7–10 лет) можно использовать для прогноза засоренности полей не только по видовому составу, но и по численности сорняков по видам.

Таблица 46. Условные обозначения на карте

Биологическая группа сорных растений	Виды сорных растений	
	Многолетние	Малолетние
Малолетние 	Бп – бодяк полевой	Вс – василек синий
	Вп – выюнок полевой	Г – горцы
Корнеотпрысковые 	Лп – лютик ползучий	Нп – незабудка полевая
	Ло – льянка обыкновенная	Мб – марь белая
Корневищные 	Пп – пырей ползучий	Мп – метлица полевая
	Хп – хвощ полевой	Зс – звездчатка средняя
Ползучие 	Пб – подорожник большой	Оо – овсюг обыкновенный
	Ол – одуванчик лекарственный	П – пикульники
Клубневые, луковичные 	Мм – мать-и-мачеха	Пс – пастушья сумка
	Оп – осот полевой	Рд – редька дикая
Стержнекорневые 	Чб – чистец болотный	Тп – торица полевая
	Щк – щавель конский	Фп – фиалка полевая
Мочковатокорневые 	То – тысячелистник обыкновенный	Яп – ярутка полевая
	Пг – полынь горькая	Рн – ромашка непахучая

Данная методика картографирования рекомендуется для использования в условиях интенсивной системы защиты культурных растений от сорняков, включающей применение гербицидов на площади 75 % и более от общей площади севооборота.

При использовании гербицидов на площади менее 75 % от всей пашни, как показал опыт кафедры земледелия и методики опытного дела МСХА, на карту теми же условными обозначениями достаточно нанести данные обследования за два года, разных по погодным условиям, или даже за один год, но благоприятный для отрастания сорняков. В последующие годы в соответствующие секторы диаграмм, вычерченных на полях карты, вписывают теми же условными знаками из

учетных листов засоренности поля только новые, присущие данной культуре сорные виды и их численность. В этом случае в центре диаграммы название культуры не указывают, проставляют только год первоначального учета сорняков, занесенных на карту.

В условиях Нечерноземной зоны такие сорняки, как ромашка пахучая, метлица полевая, кострец ржаной, встречаются преимущественно в озимых культурах и многолетних травах, плевел льняной – в посевах льна. Систему мер по борьбе с сорняками, разработанную на основе картографирования, необходимо ежегодно корректировать с учетом засоренности семенного материала культуры семенами специализированных видов сорных растений. В предыдущие годы отдельные специализированные виды сорняков могли не проявиться в посевах из-за отсутствия зачатков в почве и высеваемом семенном материале, а следовательно, не были отражены и на карте. В этой связи меры борьбы с ними не были предусмотрены.

Вместе с тем такие сорняки, как костер ржаной, плевел льняной и повилика, могут быть занесены на поле в год посева с семенами культуры. Поэтому следует принимать меры не только по очистке семенного материала, но и по уничтожению сорняков на поле.

На карте необходимо указать те виды сорных растений, которые в результате применения активных мер не были обнаружены на поле. Следует проявлять особую внимательность в отношении специализированных сорняков, появляющихся только на отдельных культурах.

Карту засоренности можно успешно использовать в течение 7–10-летней ротации севооборота. В дальнейшем на краю карты под соответствующим номером поля (участка) по результатам сплошного обследования в благоприятный год для отрастания сорняков вычерчивают новую диаграмму. В соответствующие секторы диаграммы переносят специализированные виды сорняков и их численность, выявленные в предыдущие годы, но не отмеченные в связи с биологическими особенностями возделываемой культуры в год нового нанесения сорняков на карту.

9. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОРОГА ВРЕДНОСТИ

Проблема повышения эффективности борьбы с сорными растениями в настоящее время решается двумя путями – рационализацией профилактических и истребительных мероприятий и разработкой новых подходов к защите растений. При этом становится все более очевидным, что как усовершенствование традиционных методов, так и разра-

ботка новых подходов малоперспективны без объективной оценки вредоносности сорняков. Не оценив вредоносность, нельзя установить реальные потери урожая и разработать показатели применения мер защиты.

Наличие сорняков в посевах сельскохозяйственных культур еще не свидетельствует о необходимости их немедленного и полного уничтожения. При небольшой засоренности посевов вред от сорняков обычно незначителен и борьба с ними может быть экономически неоправданной. С увеличением засоренности вредоносность сорняков возрастает, что ведет к снижению урожая культур. Вредоносность сорных растений определяется также фазой развития и чувствительностью к ним культурных растений. Отрицательное влияние сорняков на урожай проявляется в разной степени в различные периоды роста и развития возделываемых культур. Критический период развития культурных растений, в течение которого они наиболее чувствительны к конкуренции сорняков, определяется видом возделываемой культуры, составом сорняков, экологическими условиями их выращивания, в первую очередь почвенно-климатическими, обеспеченностью влагой и другими факторами жизни растений. Знание критических периодов позволяет своевременно проводить мероприятия по борьбе с сорняками или повышать конкурентоспособность возделываемых культур путем изменения условий их выращивания (изменения сроков сева или посадки культур, регулирования норм высева семян, доз и сроков внесения удобрений, улучшения экологических условий роста и развития растений, например, проведения известкования кислых почв, осушения или, наоборот, орошения полей).

В зависимости от количества сорняков в посевах и реакции на них возделываемых культур в целях определения экономической целесообразности проведения мероприятий по борьбе с сорными растениями различают следующие уровни засоренности, или пороги вредоносности сорняков: фитоценотический, критический и экономический.

Фитоценотический порог вредоносности (ФПВ) – такое количество сорняков в посевах, при котором они практически не оказывают отрицательного влияния на рост и развитие культурных растений и не снижают их урожай. Произрастание сорняков в посевах обуславливается наличием факторов жизни, которые не используются полностью возделываемой культурой. Например, после наступления фазы молочной спелости у зерновых ввиду естественного осветления и меньшего потребления влаги улучшаются условия произрастания сорняков в их посевах, но отрицательного влияния на урожай они не оказывают.

Критический (статистический) порог вредоносности (КПВ) – количество сорняков, при котором статистически достоверно снижается урожай сельскохозяйственных культур. Потери его обычно не превышают 3–6 % фактического урожая. Однако хотя они и могут ощущаться хозяйством, мероприятия по борьбе с сорняками проводить нецелесообразно, так как затраты на борьбу с ними не компенсируются дополнительным урожаем культур, т. е. не дают экономического эффекта.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) – такое количество сорняков, при котором затраты по их уничтожению полностью окупаются дополнительной прибавкой урожая и мероприятия, проводимые по борьбе с сорняками, являются рентабельными. Прибавка урожая при этом обычно превышает 5–7 % фактического урожая.

Вредоносность сорняков в посевах разных культур сильно различается. Так, по данным РУП «Институт защиты растений», ЭПВ в посевах озимой ржи составляет 47–68 шт/м², озимой пшеницы – 20, ярового ячменя – 30–50, ячменя с подсевом клевера – 25, овса – 23–43, яровой пшеницы – 15, кукурузы – 3–10, картофеля – 3–15, сахарной свеклы – 1–8, кормовой свеклы – 3–10, льна-долгунца – 6–15, люпина – 5, озимого рапса – 50, ярового рапса – 8 шт/м².

Вредоносность сорных растений зависит не только от их количества и состава, но и от чувствительности к ним культурных растений при разных фазах роста. Массовое появление сорняков во второй половине вегетации зерновых уже не оказывает существенного отрицательного влияния на урожай культур, так как в этот период вегетации зерновые менее чувствительны к сорным растениям. Появление сорняков в первый период вегетации зерновых отрицательно влияет на условия роста и развития культур и ведет к снижению их урожая и качества. Из этого следует, что сорные растения проявляют неодинаковую вредоносность в течение вегетационного периода культур. Это связано с разной их чувствительностью в разные периоды жизни к произрастающим в посевах сорнякам.

Периоды, определяемые фазой развития и продолжительностью отрицательной реакции культур на сорняки, называют критическими по отношению к сорным растениям, или *гербакритическими*.

Содержание посевов чистыми от сорняков к началу гербакритического периода и в течение его обеспечивает получение в конкретных условиях наилучшего урожая культур при наименьших затратах на борьбу с сорняками.

Продолжительность гербакритического периода зависит от типа культурных растений. У большинства культур этот период длится от

двух до шести недель от начала вегетации. Культуры, надземная масса и корневая система которых медленно развиваются в первый период вегетации, имеют более длительный гербакритический период.

Растения озимой пшеницы более чувствительны к сорным растениям в первые четыре недели после посева, т. е. осенью. Весной вредоносность сорняков в посевах пшеницы снижается в 2–4 раза. Со времени посева до начала гербакритического периода у овса проходит 1–1,5 нед, сахарной свеклы – 3–4, подсолнечника – 2, фасоли – не более 1 нед, моркови – $1/3$ – $1/2$ вегетационного периода (от посева), столовой свеклы – 2–4 нед, огурца – 10–24 дня, капусты – через 3–5 нед после высадки рассады (до смыкания листьев в междурядьях).

Изучение вредоносности сорных растений служит основой для определения экономического значения вредных видов. Как всякое агротехническое мероприятие, борьба с нежелательной растительностью должна приносить ощутимый доход, а стоимость сохраненного урожая – существенно превышать затраты. Кроме того, при проведении обработок необходимо учитывать возможность загрязнения окружающей среды. В связи с этим важным моментом является разработка показателей, определяющих необходимость химической защиты растений.

Применение химических средств защиты растений может быть рекомендовано только при угрозе хозяйственно ощутимых потерь урожая. Показателем возникающей угрозы урожаю служит некоторый уровень плотности сорняков, называемый экономическим порогом вредоносности.

Пороги не являются постоянной величиной и зависят от многих экологических и экономических факторов, в связи с этим разработка и применение экономических порогов связаны с рядом трудностей. Колебания порогов определяются погодными условиями, сортовыми особенностями, состоянием посевов и насаждений и многими другими экологическими факторами. На них оказывают влияние и особенности проведения агротехнических мероприятий.

Зависимость экономических порогов вредоносности от многих, часто нерегулируемых факторов ведет к распространению представления о необходимости их детальной дифференциации с учетом всех возможных изменений экологической и хозяйственной обстановки. Однако экономический порог вредоносности – самое начало проявления вредного влияния сорняков на сельскохозяйственные растения, поэтому даже существенное изменение вредоносности в начале ее проявления не может приводить к большим ошибкам при назначении химиче-

ских обработок. Кроме того, точность определения экономических порогов невелика. В полевых условиях при самом ответственном подходе нельзя рассчитывать на высокую точность учета численности вредителя или поврежденности растений.

К настоящему времени разработаны экономические пороги для большинства сельскохозяйственных культур. Однако необходимо дальнейшее усовершенствование этих порогов как с точки зрения простоты определения и пригодности для использования в производственной работе, так и в зональном аспекте (с учетом особенностей условий не только районов, но даже отдельных хозяйств).

Как показывает само название, понятие «экономический порог вредоносности» включает в себя два подхода – биологический, связанный с определением степени воздействия вредных видов на сельскохозяйственные растения (потери урожая), и экономический, учитывающий расходы на борьбу с этими видами. Экономическая сторона может быть учтена путем сопоставления затрат на защиту растений с ожидаемыми потерями урожая. Биологическую сторону установить труднее, так как приходится учитывать влияние на потери урожая многих меняющихся факторов. Кроме того, в порогах должна быть отражена экологическая сторона применения средств защиты растений (нежелательные последствия).

Ниже приведена одна из многих методик определения экономических порогов вредоносности.

Расчет экономического порога вредоносности (шт/м²) проводят по формуле В. А. Захаренко (1986), дополненной В. И. Танским (1988):

$$\text{ЭПВ} = \frac{З \cdot P \cdot CЭ}{Ц \cdot B \cdot K} \cdot \left(1 + \frac{З_y}{Ц}\right),$$

- где З – затраты на защиту растений, у. е/га;
Р – коэффициент окупаемости затрат на защиту растений;
СЭ – коэффициент социально-экологических последствий применения средств защиты растений;
Ц – стоимость 1 ц продукции, у. е.;
В – коэффициент (индекс) вредоносности;
К – поправочный коэффициент к биологической эффективности препарата;
З_у – затраты на уборку, доработку и транспортировку продукции, у. е/ц.

Затраты на проведение защитных мероприятий включают стоимость препаратов и расходы на обработку (амортизация, зарплата, накладные расходы и др.).

Окупаемость затрат (Р) должна быть как минимум двукратной, а по мнению Б. А. Арешникова и др., – трехкратной, т. е. не ниже, чем при использовании других, менее опасных средств химизации сельского хозяйства, в частности минеральных удобрений. Трехкратная окупаемость защитных мероприятий, по словам Б. А. Арешникова и др., будет отражать не только экономическую, но и не менее важную на современном этапе экологическую и социальную целесообразность.

В. И. Танский и Н. С. Chiang для получения ЭПВ, аккумулирующих как хозяйственную, так и экологическую обстановку на полях, предложили в формулу Захаренко ввести коэффициент социально-экономических последствий. Этот коэффициент по международным стандартам колеблется от 1 до 3.

Коэффициенты вредоносности сорняков определяют на основании опытных данных по формуле

$$B = \frac{Y_k - Y}{C_k},$$

где В – вредоносность (снижение урожайности от одного сорняка), ц/га;

Y_k – урожайность на делянке без сорняков, ц/га;

У – урожайность на делянке с заданным количеством сорняков (которое поддерживается с начала вегетации и до уборки) или с естественным засорением, ц/га;

C_k – заданное количество сорняков или количество при естественном засорении, шт/м².

Однако необходимо помнить, что величина вредоносности, рассчитанная по вышеназванной формуле, не постоянна, так как зависит от многих факторов: почвенно-климатических условий, плотности сорного ценоза, продуктивности, конкурентоспособности сельскохозяйственной культуры и т. д.

Подтверждением тому, например, могут служить данные, полученные в УО БГСХА на базе СПК «Овсянка» Горецкого района Могилевской области на льне-долгунце при изучении вредоносности однолетних двудольных сорных растений.

Расчет потери льносоломки, вызываемой одним сорняком (коэффициент (индекс) вредоносности), показал, что его вредоносность при

разных уровнях засоренности разная. Так, наименьший (0,22–0,42 ц/га) индекс вредоносности во все годы исследований был в вариантах, где на 1 м² посева льна-долгунца приходилось 10 сорняков. При увеличении количества сорняков на единицу площади до 25 шт. вредоносность каждого сорного растения в первый и второй годы исследований повысилась на 0,17 ц/га и составила 0,39 и 0,59 ц/га соответственно. На третий год она возросла еще более существенно – на 0,34 ц/га – и оказалась наивысшей по опыту – 0,64 ц/га. При наличии на 1 м² 50 сорных растений в 2007 г. потери льносоломки от одного сорняка возросли несущественно – всего на 0,03 ц/га, а в 2008 г. данный показатель оказался еще меньше – 0,01 ц/га. В 2009 г., в отличие от предыдущих лет, индекс вредоносности в варианте с 50 растениями в сравнении с вариантом, где в посеве льна находилось 25 сорняков, не возрос, а, наоборот, понизился на 0,07 ц/га. При плотности сорных растений 100 шт/м² во все годы отмечалось снижение вредоносности отдельно взятого сорняка и в сравнении с предыдущим вариантом индекс вредоносности понизился на 0,09–0,15 ц/га в зависимости от года исследований и составил 0,33–0,47 ц/га (рис. 60).

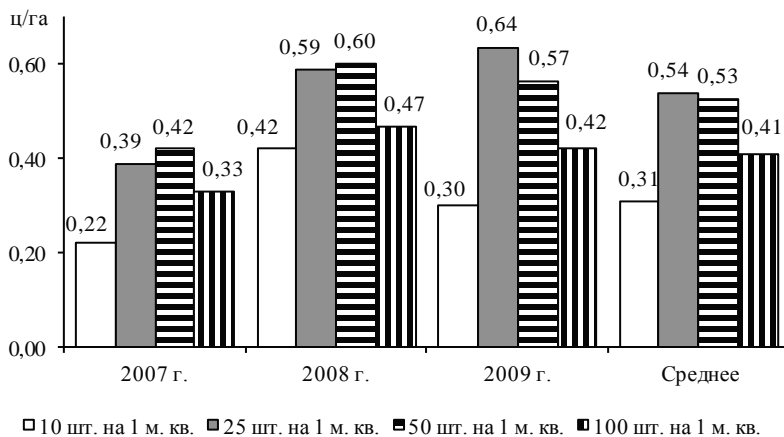


Рис. 60. Влияние степени засоренности льна-долгунца однолетними двудольными сорняками на их индекс вредоносности по льносоломке, ц/га

Можно отметить, что в отличие от расчетов по льносоломке во все годы исследований наблюдалась одинаковая тенденция повышения потерь льносемян из расчета на одно сорное растение при увеличении

плотности сорных растений до 25 шт/м² и снижения потерь при дальнейшем уплотнении сорного ценоза. Индекс вредоносности по льносеменам при наличии на 1 м² 10 сорных растений в зависимости от года составил 0,09–0,14 ц/га. Увеличение плотности сорняков до 25 шт/м² привело к получению наивысшего за весь период исследований индекса вредоносности, составившего 0,13–1,15 ц/га. При дальнейшем повышении количества сорных растений на единицу площади до 50 и 100 шт. рассматриваемый показатель снизился соответственно до 0,07–0,09 и 0,04–0,05 ц/га (рис. 61).

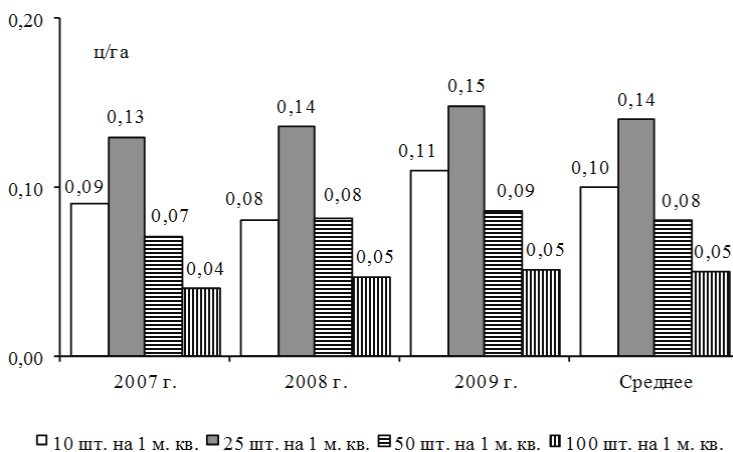


Рис. 61. Влияние степени засоренности льна-долгунца однолетними двудольными сорняками на их индекс вредоносности по льносеменам, ц/га

Корреляционно-регрессионный анализ результатов проведенных исследований позволил установить довольно тесную взаимосвязь между уровнем засоренности посевов льна-долгунца однолетними двудольными сорняками и их вредоносностью (табл. 47, 48). На протяжении трех лет исследований корреляционная зависимость урожайности льносолломки от численности сорняков выражалась высоким отрицательным коэффициентом корреляции (более $-0,98$), что говорит о тесной взаимосвязи между двумя исследуемыми показателями.

Зависимость урожайности льносемян от плотности сорного ценоза оказалась немного меньше, чем льносолломки, но также достаточно высокой ($-0,8213\dots-0,8658$). Расчет коэффициента детерминации по-

казал, что в 97,0–97,7 % случаев снижение урожайности льносоломки является следствием увеличения численности сорняков. По льносеменам данный показатель оказался более чем на 20 % меньше и в зависимости от года составил 67,5–75,0 %. Таким образом, можно отметить более слабую зависимость урожайности семян в сравнении с урожайностью соломки от численности сорных растений на 1 м². Данное обстоятельство можно объяснить особенностью роста и развития льна-долгунца, который при снижении густоты стеблестоя, в частности из-за сорняков, способен образовывать большее количество коробочек и семян и в какой-то мере компенсировать вред от сеgetальной сорной растительности.

Таблица 47. Зависимость урожайности льносоломки от степени засоренности посевов льна-долгунца однолетними двудольными сорняками, 2007–2009 гг.

Показатель	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Уравнение линейной регрессии	$X = 73,8806 - 0,3436 \cdot Y$	$X = 79,1165 - 0,4806 \cdot Y$	$X = 76,8775 - 0,4204 \cdot Y$	$X = 76,8647 - 0,4200 \cdot Y$
<i>R</i> (коэффициент корреляции)	-0,9883	-0,9872	-0,9849	-0,9750
<i>D</i> (коэффициент детерминации)	97,6825	97,4555	96,9944	95,0529

Примечание: *X* – урожайность льносоломы, ц/га; *Y* – количество сорняков, шт/м².

Таблица 48. Зависимость урожайности льносемян от степени засоренности посевов льна-долгунца однолетними двудольными сорняками, 2007–2009 гг.

Показатель	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Уравнение линейной регрессии	$X = 7,2241 - 0,0367 \cdot Y$	$X = 7,6775 - 0,0451 \cdot Y$	$X = 8,1311 - 0,0476 \cdot Y$	$X = 7,6775 - 0,0431 \cdot Y$
<i>R</i> (коэффициент корреляции)	-0,8213	-0,8610	-0,8658	-0,8422
<i>D</i> (коэффициент детерминации)	67,4509	74,1317	74,9531	70,9253

Примечание. *X* – урожайность льносемян, ц/га; *Y* – количество сорняков, шт/м².

На основании проведенного корреляционно-регрессионного анализа (табл. 47, 48) были установлены усредненные коэффициенты вредоносности однолетних двудольных сорняков для каждого года исследований и в среднем за период исследований. По льносоломке данный показатель варьировался от 0,3436 ц/га в 2007 г. до 0,4806 ц/га в 2008 г. и в среднем за три года составил 0,42 ц/га. По льносеменам наимень-

ший коэффициент оказался также в 2007 г. (0,0367 ц/га), а наибольший – в 2009 г. (0,0476 ц/га). В среднем за три года исследований потери урожая льносемян от одного сорного растения составили 0,0431 ц/га (коэффициент вредоносности).

Поправочный коэффициент к биологической эффективности (К) при расчете ЭПВ берется на основании опытных данных исходя из процента гибели сорных растений от препарата или группы препаратов. Например, чтобы рассчитать пороги вредоносности для льна-долгунца на основании в том числе и вышеприведенных данных по вредоносности, коэффициент для препаратов производных феноксиуксусной кислоты был взят равным 0,80, а для препаратов, имеющих в своем составе сульфонилмочевинное действующее вещество, – 0,95. Коэффициент 0,80 показывает, что в результате применения препаратов агритокс, хвостокс, агроксон и др. погибает около 80 % сорняков. При применении препаратов группы сульфонилмочевинных препаратов (фенизан, хармони, пикадор и др.) гибель сорных растений, как правило, составляет около 95 %.

Расчет экономического порога вредоносности однолетних сорных растений в посевах льна-долгунца показал, что данный показатель варьируется по годам и препаратам. В целом наивысшие пороги вредоносности оказались в первый год исследований и варьировались в зависимости от препарата от 7,7 до 17,7 шт/м². В среднем в 2007 г. рассматриваемый показатель составил 14,5 шт/м². В последующие годы экономический порог вредоносности был ниже, и в 2008 г. оказался равным 10,5, а в 2009 г. – 11,9 шт/м². Стоит отметить, что порог вредоносности во все годы был выше на 1,5–2,3 шт/м² по препаратам, относящимся к группе производных феноксиуксусных кислот, чем по препаратам производных сульфонилмочевины. В среднем за период исследований наименьший порог вредоносности, рассчитанный для гербицидов группы 2М-4Х, оказался у препарата Агроксон, ВР, что связано с наименьшей гектарной стоимостью этого пестицида. Соответственно применение данного гербицида экономически оправдано при нахождении на 1 м² 11,8 сорняков. В то же время применять гербицид Гербитокс, ВРК стоит, если на 1 м² в фазе «елочки» насчитывается не менее чем 14,7 сорных растений. Экономические пороги других препаратов оказались на уровне 12,3–13,8 шт/м², а в среднем за три года ЭПВ по производным феноксиуксусных кислот составил 13,2 сорняка на 1 м² (табл. 49).

Таблица 49. Экономические пороги вредоносности однолетних двудольных сорняков в посевах льна-долгунца, 2007–2009 гг.

Препарат	Экономический порог вредоносности			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
Препараты, относящие к группе производных феноксиуксусных кислот				
Агроксон, ВР	14,0	10,1	11,4	11,8
Агритокс, ВК	14,6	10,5	11,9	12,3
Гербитокс, ВРК	17,4	12,5	14,2	14,7
Хвастокс, 750 г/л ВР	15,5	11,1	12,6	13,1
Хвастокс экстра, ВР	16,3	11,7	13,3	13,8
Среднее по группе	15,6	11,2	12,7	13,2
Препараты, имеющие в своем составе сульфонилмочевинные действующие вещества				
Хармони, 75 % СТС	17,7	12,7	14,4	14,9
Аккурат, ВДГ	7,7	5,5	6,3	6,5
Пикадор, ВДГ	14,0	10,1	11,4	11,8
Секатор турбо, МД	15,0	10,8	12,3	12,7
Фенизан, ВР	12,8	9,2	10,5	10,8
Среднее по группе	13,4	9,7	11,0	11,4
Среднее по всем препаратам	14,5	10,5	11,9	12,3

Как видно из табл. 49, наименьший порог вредоносности как по препаратам, имеющим в своем составе сульфонилмочевинное действующее вещество, так и по опыту в целом, оказался для препарата Аккурат, ВДГ, гектарная стоимость которого была равна 1,64 у. е/га. Данный показатель в зависимости от года исследований составил 5,5–7,7 шт/м², а в среднем – 6,5 шт/м². Применение наиболее дорогого сульфонилмочевинного гербицида Секатор турбо, МД окупалось при наличии более 12,7 сорных растений на 1 м². Усредненный экономический порог вредоносности по всем препаратам за период исследований составил 12,3 шт/м².

Аналогичные исследования по определению экономических порогов вредоносности проводились в УО БГСХА на яровом рапсе и подсолнечнике (табл. 50, 51).

Таблица 50. Экономические пороги вредоносности однолетних двудольных сорняков в посевах ярового рапса, 2007–2009 гг.

Препарат	Экономический порог вредоносности			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее
1	2	3	4	5
Повсходовые препараты				
Агрон, ВР	5,8	6,8	4,0	5,5
Галера, ВР	15,9	18,6	11,0	15,2

1	2	3	4	5
Клоцет, КЭ	12,0	14,0	8,3	11,4
Лонтрел 300, 30 % ВР	6,8	8,0	4,7	6,5
Лонтрел гранд, ВДГ	9,1	10,6	6,3	8,7
Лорнет, ВР	5,8	6,8	4,0	5,5
Среднее по группе	9,2	10,8	6,4	8,8
Довсходовые препараты				
Бутизан 400, 400 г/л КС	18,5	21,6	12,8	17,6
Дуал голд, КЭ	8,0	9,4	5,6	7,7
Султан 50, КС	17,2	20,1	11,9	16,4
Теридокс, КЭ	10,2	11,9	7,0	9,7
Трофи 90, КЭ	8,7	10,2	6,0	8,3
Харнес, 90 % КЭ	10,6	12,4	7,3	10,1
Среднее по группе	12,2	14,3	8,4	11,6
Среднее по всем препаратам	10,7	12,5	7,4	10,2

**Таблица 51. Экономические пороги вредоносности
однолетних двудольных сорняков в посевах подсолнечника, 2009–2011 гг.**

Препарат	Экономический порог вредоносности			
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	Среднее
Гезагард, КС (2 л/га)	10,4	11,5	8,7	10,2
Гезагард, КС (4 л/га)	18,7	20,7	15,7	18,4
Стомп, КЭ (3 л/га)	16,9	18,7	14,2	16,6
Стомп, КЭ (6 л/га)	31,6	35,0	32,5	31,1
Среднее	19,4	21,5	16,3	19,1

Как видно из вышепредставленных данных, экономический порог вредоносности – величина непостоянная, зависящая от многих факторов. При этом все же большее влияние на экономический порог вредоносности оказывают цена на препарат и закупочная цена на продукцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адаптивные системы земледелия в Беларуси / под общ. ред. А. А. Попкова. – Минск, 2001. – 180 с.
2. Ажбенов, В. К. Совершенствование экономического порога вредоносности / В. К. Ажбенов // Защита растений. – 1990. – № 6. – С. 36–38.
3. Алабушев, В. А. Методика изучения критериев конкуренции и порогов вредоносности сорняков в посевах полевых культур / В. А. Алабушев, А. Ф. Збрайлов // Приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: сб. ст. – Персияновка, 1980. – Т. 15, вып. 1. – С. 77–81.
4. Алиев, А. М. Вредоносность сорных растений / А. М. Алиев, В. Ф. Ладонин // Защита растений. – 1990. – № 5. – С. 15–16.
5. Андреева, И. И. Ботаника / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: КолосС, 2003. – 528 с.: ил.
6. Атлетик: весенний контроль сорняков в посевах озимых культур / В. Р. Кажарский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 3. – С. 95–98.
7. Бадина, Г. В. Основы агрономии / Г. В. Бадина, А. В. Королев, Р. О. Королева. – Ленинград: Агропромиздат, 1988. – 448 с.
8. Баздырев, Г. И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г. И. Баздырев. – Москва: КолосС, 2004. – 327 с.
9. Баранова, М. Е. Знаете ли вы луговые травы? / М. Е. Баранова, Л. А. Пиотрашко. – Минск: Ураджай, 1985. – 88 с.
10. Бетенья, Д. А. Хозяйственная эффективность гербицидов против сорных растений на картофеле / Д. А. Бетенья, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22 нояб. 2018 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. В. Колмыков [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – Ч. 1. – С. 65–68.
11. Биологическая и хозяйственная эффективность системы «Клиафилд» при возделывании гибрида ярового рапса Сальса КЛ / П. А. Саскевич [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 6. – С. 41–44.
12. Биологическая эффективность гербицида Марафон и его баковых смесей с препаратами Дианат и Церто плюс при возделывании озимой пшеницы / В. Р. Кажарский [и др.] // Проблемы сорной растительности и методы борьбы с ней: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н. И. Протасова и К. П. Паденова, Минск, 22–25 февр. 2010 г. / РДУП «Институт защиты растений». – Минск, 2010. – С. 102–105.
13. Биологическая эффективность применения средств защиты растений компании «Франдеса» в посадках картофеля / В. Р. Кажарский [и др.] // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры агрохимии Белорус. гос. с.-х. акад. и 115-летию со дня рожд. деятеля науки БССР, д-ра с.-х. наук, проф. Р. Т. Вильдфлуша, Горки, 30 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: В. Б. Воробьев (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2022. – С. 104–108.
14. Боксер, КЭ – джеб на опережение в посевах гречихи / В. Р. Кажарский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2022. – № 12. – С. 97–99.
15. Булацкая, В. И. Хозяйственная эффективность различных схем защиты ярового ячменя от вредных организмов / В. И. Булацкая, С. Н. Козлов // Научный взгляд молодежи на современные проблемы АПК: сб. ст. по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Горки, 9 марта 2023 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Ю. Л. Тибец (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2023. – С. 165–168.
16. Булохов, А. Д. Основы фитосонологии / А. Д. Булохов. – Брянск: Изд-во БГПИ, 1991. – 123 с.

17. Бурая, М. Н. Эффективность гербицида Стомп в посевах фасоли / М. Н. Бурая, С. Н. Козлов // Актуальные проблемы в защите растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию кафедры защиты растений, Горки, 23–25 июня 2010 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2010. – С. 139–138.
18. Васильченко, И. Т. Определитель всходов сорных растений / И. Т. Васильченко. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1965. – 432 с.
19. Васильченко, И. Т. Определитель сорных растений районов орошаемого земледелия / И. Т. Васильченко, О. А. Пидотти. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1975. – 376 с.
20. Велецкий, И. Н. Технология применения гербицидов / И. Н. Велецкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 176 с.
21. Виноградова, Т. А. Определитель луговых злаковых трав Нечерноземной зоны / Т. А. Виноградова. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1984. – 112 с.
22. Влияние гербицидов на засоренность и урожайность зерна озимой пшеницы / В. Р. Кажарский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 2. – С. 35–39.
23. Влияние однолетних двудольных сорняков на урожайность подсолнечника в условиях Беларуси / С. Н. Козлов [и др.] // Перспективы инновационного развития АПК и сельских территорий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет» / Алт. гос. аграр. ун-т; редкол.: В. А. Кундиус [и др.]. – Барнаул, 2013. – С. 289–291.
24. Воеводин, А. В. Методические указания по перспективному изучению гербицидов / А. В. Воеводин. – Ленинград, 1973. – 20 с.
25. Воронов, А. Г. Геоботаника: учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов / А. Г. Воронов. – Изд. 2-е. – Москва: Высш. шк., 1973. – 384 с.
26. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; авт.-сост.: Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: РУП «Изд-во «Белбланкавыд», 2008. – 460 с.
27. Григорьева, М. С. Биологическая и хозяйственная эффективность препарата Шогун в отношении пырея ползучего в посадках капусты белокочанной / М. С. Григорьева, С. Н. Козлов, Н. А. Козлов // Молодежь и инновации – 2015: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 27–29 мая 2015 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2015. – Ч. 1. – С. 14–17.
28. Григорьева, М. С. Хозяйственная эффективность применения гербицида Серто Плюс в посевах ярового ячменя / М. С. Григорьева, П. Л. Одинцов, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: материалы XV Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 25–27 нояб. 2014 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2015. – С. 92–95.
29. Григорьева, М. С. Эффективность граминцида Шогун против однолетних однодольных сорных растений в посадках капусты белокочанной / М. С. Григорьева, С. Н. Козлов // Молодежь и инновации – 2015: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 27–29 мая 2015 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2015. – Ч. 1. – С. 10–13.
30. Губанов, И. А. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР: пособие для учителей / И. А. Губанов, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – Москва: Просвещение, 1981. – 287 с.
31. Гулидов, А. М. Видовой состав сорной флоры и его регулирование / А. М. Гулидов // Защита растений. – 1991. – № 2. – С. 18–21.
32. Дмитрук, Я. С. Эффективность гербицида Леопард, КЭ против многолетних злаковых сорняков в посевах гречихи / Я. С. Дмитрук, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч. конф. студентов

и магистрантов, Горки, 22–24 нояб. 2017 г.: в 3 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – Ч. 1. – С. 70–72.

33. Дмитриук, Я. С. Эффективность гербицида Леопард, КЭ против многолетних злаковых сорных растений в посевах лука репчатого / Я. С. Дмитриук, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи ХХІІ века: материалы ХVІІ Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22–24 нояб. 2016 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2016. – С. 10–13.

34. Дополнение (1-е) к государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; авт.-сост.: Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: ООО «Инфофорум», 2009. – 64 с.

35. Дополнение (2-е) к государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; авт.-сост.: Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: ООО «Инфофорум», 2009. – 50 с.

36. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

37. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 383 с.

38. Ермоленков, В. В. Земледелие: учеб. пособие / В. В. Ермоленков, А. А. Шелюто. – Минск: Ураджай, 1998. – 367 с.

39. Жевнеронок, М. Ю. Биологическая эффективность гербицидов в посевах сои / М. Ю. Жевнеронок, С. Н. Козлов // Хозяйственная деятельность и окружающая среда: материалы студ. науч. конф. агрокол. фак., Горки, 14 февр. 2011 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Т. Ф. Персикова [и др.]. – Горки, 2013. – С. 47–49.

40. Жевнеронок, М. Ю. Применение гербицидов на сое / М. Ю. Жевнеронок, З. В. Краснова, С. Н. Козлов // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов, 22–23 марта 2012 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2012. – С. 88–91.

41. Жевнеронок, М. Ю. Хозяйственная эффективность гербицидов в посевах сои / М. Ю. Жевнеронок, С. Н. Козлов // Хозяйственная деятельность и окружающая среда: материалы студ. науч. конф. агрокол. фак., 14 февраля 2011 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Т. Ф. Персикова [и др.]. – Горки, 2013. – С. 44–47.

42. Захаренко, А. В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия / А. В. Захаренко. – Москва: ТСХА, 2000. – 468 с.

43. Захаренко, А. В. Научные основы применения гербицидов в системах земледелия / А. В. Захаренко. – Москва: МСХА, 2001. – 150 с.

44. Захаренко, В. А. Гербициды / В. А. Захаренко. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 240 с.

45. Захаренко, В. А. Расчет экономических порогов вредоносности / В. А. Захаренко, А. Ф. Ченкин, А. И. Чугунов // Защита растений. – 1986. – № 6. – С. 12–14.

46. Защита подсолнечника от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 96 с.

47. Защита посевов ярового рапса от вредителей, болезней и сорной растительности: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]; Беларус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2007. – 60 с.

48. Защита сельскохозяйственных растений при интенсивных технологиях возделывания / И. Я. Полякова [и др.]. – Минск: Ураджай, 1989. – 239 с.

49. Збуржинская, А. А. Эффективность гербицида Леопард, КЭ против малолетних злаковых сорных растений в посевах сои / А. А. Збуржинская, С. Н. Козлов // Науч-

ный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22 нояб. 2018 г.: в 3 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. В. Колмыков [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – Ч. 1. – С. 103–105.

50. Земледелие Белоруссии / С. Г. Скоропанов [и др.]; под ред. С. Г. Скоропанова, П. М. Шершнева. – Минск: Ураджай, 1987. – 216 с.

51. Земледелие: учеб. пособие / С. А. Воробьев [и др.]; под ред. С. А. Воробьева. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 527 с.

52. Зинченко, В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В. А. Зинченко. – Москва: КолосС, 2005. – 232 с.

53. Иванчикова, К. С. Хозяйственная эффективность различных схем защиты озимой тритикале от вредных организмов / К. С. Иванчикова, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22–24 нояб. 2017 г.: в 3 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – Ч. 1. – С. 79–82.

54. Ижевский, С. С. Применение микроорганизмов в борьбе с сорняками / С. С. Ижевский, А. А. Серяпин. – Москва, 1983. – 48 с. – (Обзорная информация / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. по сел. хоз-ву).

55. Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. / И. А. Губанов [и др.]. – Москва: Тов-во науч. изд. КМК, 2003. – Т. 2: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – С. 632.

56. Ильюшина, А. В. Урожайность ярового рапса в зависимости от засоренности посевов / А. В. Ильюшина, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: материалы XIII Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 27–29 нояб. 2012 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2013. – С. 189–192.

57. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / Л. М. Державин [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 16 с.

58. Интегрированная защита растений / под ред. Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова. – Москва: Колос, 1981. – 325 с.

59. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Беларуси; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 462 с.

60. Иотко, Ю. В. Вредоносность сорняков в посевах подсолнечника / Ю. В. Иотко, С. Н. Козлов // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых: в 4 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – Ч. 1. – С. 204–207.

61. Иотко, Ю. В. Экономический порог вредоносности сорняков в посевах подсолнечника / С. Н. Козлов, Ю. В. Иотко // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых: в 4 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – Ч. 1. – С. 207–210.

62. Иотко, Ю. В. Экономическое обоснование применения пестицидов на подсолнечнике / Ю. В. Иотко, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: материалы XIII Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 27–29 нояб. 2012 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2013. – С. 192–196.

63. Исаев, В. В. Прогноз и картирование сорняков / В. В. Исаев. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 192 с.

64. Исследование токсического, митозмодифицирующего и мутагенного действия борщевика Сосновского / Д. С. Песня [и др.] // Ярослав. пед. вестн. – 2011. – Вып. 3, т. 4. – С. 93–98.

65. Кажарский, В. Р. Эффективность комплексного применения пестицидов в посевах озимого рапса / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Д. Н. Прокопенков // Проблемы

сорной растительности и методы борьбы с ней: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н. И. Протасова и К. П. Паденова, Минск, 22–25 февр. 2010 г. / Ин-т защиты растений. – Минск, 2010. – С. 87–90.

66. Кажарский, В. Р. Влияние систем защиты на урожайность озимой тритикале в условиях неблагоприятной перезимовки / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, М. В. Потопенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 11. – С. 76–80.

67. Кажарский, В. Р. Новый комбинированный гербицид для защиты картофеля – Акрис / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Д. Н. Прокопенков // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 1. – С. 118–120.

68. Кажарский, В. Р. Орондис ультра – новый уровень в борьбе с пероноспорозом лука / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, А. В. Исаков // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 10. – С. 72–74.

69. Кажарский, В. Р. Результаты испытания комплексных программ защиты растений компании «Август» / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. В. Коготко // Белорусское сельское хозяйство. – 2022. – № 10. – С. 102–108.

70. Кажарский, В. Р. Сплит – эффективный гербицид для защиты озимых зерновых / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов // Белорусское сельское хозяйство. – 2024. – № 9. – С. 90–92.

71. Кажарский, В. Р. Эффективность защиты озимого рапса пестицидами ADAMA / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. Л. Тибец // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 9. – С. 112–115.

72. Кажарский, В. Р. Эффективность элементов комплексной программы защиты компании «Сингента» в посадках картофеля / В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, В. А. Рылко // Белорусское сельское хозяйство. – 2023. – № 1. – С. 129–131.

73. Каинова, И. В. Хозяйственная эффективность различных схем защиты гороха от вредных организмов / И. В. Каинова, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22–24 нояб. 2017 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – Ч. 1. – С. 82–85.

74. Калачев, В. В. Эффективность гербицида Леопард, КЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах моркови / В. В. Калачев, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22–24 нояб. 2017 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – Ч. 1. – С. 85–88.

75. Калачев, В. В. Эффективность гербицида Леопард, КЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах лука репчатого / В. В. Калачев, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: материалы XVII Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22–24 нояб. 2016 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2016. – С. 29–31.

76. Киселев, А. Н. Сорные растения и меры борьбы с ними / А. Н. Киселев. – Москва: Колос, 1971. – 192 с.

77. Клаассен, Х. Сорные растения, распространение и вредоносность / Х. Клаассен, Й. Фрайтаг; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхоф: Изд-во Ландвиртшафтсферлаг ГмбХ и БАСФ, 2004. – 264 с.

78. Козлов, С. Н. Гербология: учебно-методическое пособие / С. Н. Козлов, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский. – Минск: ОДО «Дивимакс», 2015. – 436 с.

79. Козлов, С. Н. Хозяйственная эффективность гербицидов при возделывании спаржевой фасоли в условиях КСУП «Брилево» Гомельского района / С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский, Н. А. Козлов // Плодоовощеводство и декоративное садоводство. Составление и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию кафедры плодоовощеводства и 170-летию БГСХА, Горки, 23–25 июня 2010 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2011. – С. 121–125.

80. Козлов, С. Н. Роль гербицидов в формировании урожайности сои / С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский // Молодежь и инновации – 2011: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 25–27 мая 2011 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2011. – Ч. 1. – С. 263–267.
81. Козлов, С. Н. Эффективность гербицида Марафон на озимой тритикале / С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский, В. П. Дуктов // Проблемы сорной растительности и методы борьбы с ней: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н. И. Протасова и К. П. Паденова, Минск, 22–25 февр. 2010 г. / Ин-т защиты растений. – Минск, 2010. – С. 84–87.
82. Козлов, С. Н. Экономический порог вредоносности сорняков в посевах подсолнечника в условиях Беларуси / С. Н. Козлов, Н. А. Козлов, Ю. В. Иотко // Перспективы инновационного развития АПК и сельских территорий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет» / Алтай. гос. аграр. ун-т; редкол.: В. А. Кундиус [и др.]. – Барнаул, 2013. – С. 292–294.
83. Козлов, С. Н. Эффективность гербицида Стеллар в посевах кукурузы / С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский // Актуальные проблемы в защите растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию кафедры защиты растений, Горки, 23–25 июня 2010 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2010. – С. 121–125.
84. Козловская, Н. В. Если гербарий заговорит (Записки ботаника) / Н. В. Козловская. – Минск: Ураджай, 1971. – 72 с.
85. Комплексные меры борьбы с пыреем ползучим: рекомендации / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина; сост.: Г. С. Груздев [и др.]. – Москва, 1987. – 32 с.
86. Контроль за фитосанитарным состоянием посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации. – Воронеж, 1988. – 334 с.
87. Кормопроизводство / Н. В. Парахин [и др.] – Москва: КолосС, 2006. – 422 с.
88. Котт, С. А. Сорные растения и борьба с ними / С. А. Котт. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Сельхозгиз, 1961. – 365 с.
89. Котт, С. А. Сорные растения и борьба с ними / С. А. Котт. – Москва: Колос, 1969. – 200 с.
90. Котт, С. А. Справочное пособие по борьбе с сорными растениями / С. А. Котт. – Москва: Учпедгиз, 1961. – 248 с.
91. Крот, П. П. Борьба с сорняками на торфяных почвах / П. П. Крот. – Минск: Урожай, 1982. – 80 с.
92. Крылов, А. Г. Жизненные формы лесных фитоценозов / А. Г. Крылов. – Ленинград: Наука, 1984. – 184 с.
93. Культиасов, И. М. Экология растений / И. М. Культиасов. – Москва: Изд-во МГУ, 1982. – 384 с.
94. Лапковская, Т. Н. Динамика изменения засоренности посевов льна-долгунца в Беларуси / Т. Н. Лапковская, О. К. Лобач // Сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Минск, 2009. – Вып. 32: Защита растений. – С. 32–39.
95. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – Москва, 1980. – С. 54–67.
96. Либерштейн, И. И. Сорняки, гербициды, экология / И. И. Либерштейн // Защита растений. – 1994. – № 10. – С. 39–41.
97. Лобко, А. А. Эффективность применения гербицида Тринити в посевах озимой пшеницы / А. А. Лобко, С. Н. Козлов // Технология возделывания сельскохозяйственных культур: сб. статей по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию заслуженного агронома БССР, почетного профессора БГСХА А. М. Богомолова, Горки,

20–21 дек. 2019 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Н. А. Дуктова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 217–221.

98. Лунев, М. И. Пестициды и охрана агрофитоценозов / М. И. Лунев. – Москва: Колос, 1992. – 269 с.

99. Лысенкова, В. А. Эффективность гербицида Леопард, КЭ против многолетних злаковых сорных растений в посевах сои / В. А. Лысенкова, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22 нояб. 2018 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. В. Колмыков [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – Ч. 1. – С. 132–134.

100. Лысенкова, В. А. Эффективность гербицидов в посадках капусты / В. А. Лысенкова, С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский // Биология и совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, посвященной 100-летию каф. ботаники и физиологии растений, Горки, 30 окт. 2019 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: О. А. Порхунцова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 84–87.

101. Майснер, А. Д. Жизнь растений в неблагоприятных условиях / А. Д. Майснер. – Минск: Выш. шк., 1981. – 96 с.

102. Майсурия, Н. А. Определитель семян и плодов сорных растений / Н. А. Майсурия, А. И. Атабекова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1978. – 288 с.

103. Мальцев, А. И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней: учеб. пособие / А. И. Мальцев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Ленинград – Москва: Сельхозиздат, 1962. – 272 с.

104. Медведев, П. Ф. Кормовые растения Европейской части СССР: справ. / П. Ф. Медведев, А. И. Сметаникова. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1981. – 336 с.

105. Меженский, В. Н. Растения-индикаторы / В. Н. Меженский. – Москва: ООО «Изд-во АСТ»; Донецк: Сталкер, 2004. – 76 с.

106. Мельникова, О. В. Сорняки в агрофитоценозах и меры борьбы с ними: монография / О. В. Мельникова, В. Е. Торигов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 204 с.

107. Методические рекомендации по прогнозированию появления сорных растений / сост. А. В. Фисюнов. – Курск, 1982. – 26 с.

108. Методические указания по изучению экономических порогов вредоносности и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / Г. С. Груздев [и др.]. – М., 1985. – 23 с.

109. Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур / Г. С. Груздев [и др.]. – Москва, 1985. – 23 с.

110. Методические указания по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / сост. А. И. Туликов. – Москва, 1979. – 12 с.

111. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. – Москва: ВИЗР, 1981. – 46 с.

112. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Ин-т защиты растений; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.

113. Методические указания по расчету эколого-экономических порогов и комплексных эколого-экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений против вредных организмов на зерновых культурах / сост. Л. И. Трепашко. – Минск, 1997. – 23 с.

114. Метрибузин и альтернативы: защищаем посадки картофеля / В. Р. Кажарский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 1. – С. 73–76.
115. Миренков, Ю. А. Гербология: метод. указания / Ю. А. Миренков; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2008. – 67 с.
116. Миренков, Ю. А. Интегрированная защита льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков в Республике Беларусь: лекция / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. Н. Козлов; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2004. – 28 с.
117. Миронова, М. П. Золотарник канадский – опасный сорняк / М. П. Миронова, С. Н. Козлов // Молодежь и инновации – 2015: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 27–29 мая 2015 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол: П. А. Саскевич (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2015. – Ч. 1. – С. 168–170.
118. Многолетние сорные растения и химические меры борьбы с ними в посевах сельскохозяйственных культур: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост. П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2007. – 64 с.
119. Молокович, А. В. Биологическая эффективность гербицидов против сорных растений на картофеле / А. В. Молокович, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XIX Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22 нояб. 2018 г.: в 3 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол: А. В. Колмыков [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – Ч. 1. – С. 141–144.
120. Морфологические и биологические особенности сорных растений: метод. указания / сост.: М. В. Потапенко [и др.]; Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2002. – 40 с.
121. Эльсергани, Мохамед Ибрагим Мохамед. Оценка инсектицидной активности растений флоры Египта: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Мохамед Ибрагим Мохамед Эльсергани; Рос. ун-т дружбы народов. – Москва, 2012. – 20 с.
122. Нестеренко, А. С. Граминицид Шогун, КЭ для защиты лука репчатого от пырея ползучего / А. С. Нестеренко, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: материалы XVI Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 25–27 нояб. 2015 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2015. – С. 100–103.
123. Нестеренко, А. С. Тонколучник однолетний – новый яровой сорняк на полях Беларуси / А. С. Нестеренко, С. Н. Козлов // Молодежь и инновации – 2015: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 27–29 мая 2015 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2015. – Ч. 1. – С. 158–159.
124. Николаева, Н. Г. Вредоносность сорняков / Н. Г. Николаева, С. С. Ладан // Земледелие. – 1998. – № 1. – С. 20–21.
125. Новицкий, С. М. Сорные растения и меры борьбы с ними / С. М. Новицкий. – Минск: Ураджай, 1966. – 156 с.
126. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году в Республике Беларусь / М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений, Ин-т защиты растений; под ред. А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2010. – 228 с.
127. Одинцов, П. Л. Биологическая эффективность гербицида Церто плюс в посевах яровой пшеницы / П. Л. Одинцов, С. Н. Козлов // Сборник научных статей: материалы XV Междунар. студ. науч. конф., Гродно, 13 марта, 15 мая 2014 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2014. – С. 83–85.
128. Одинцов, П. Л. Хозяйственная эффективность применения Церто плюс в посевах яровой пшеницы / П. Л. Одинцов, С. Н. Козлов // Сборник научных статей: материалы XV Междунар. студ. науч. конф., Гродно, 13 марта, 15 мая 2014 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2014. – С. 85–87.

129. Одинцов, П. Л. Биологическая эффективность гербицида Серто плюс в посевах ярового ячменя / П. Л. Одинцов, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: материалы XV Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 25–27 нояб. 2014 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2015. – С. 157–160.
130. Одинцов, П. Л. Хозяйственная эффективность различных схем защиты ярового ячменя от болезней и сорной растительности / П. Л. Одинцов, С. Н. Козлов, Н. А. Козлов // Молодежь и инновации – 2015: материалы XV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 27–29 мая 2015 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2015. – Ч. 1. – С. 63–67.
131. Одинцова, А. Л. Гербициды Марафон, Церто плюс и Дианат в посевах озимой пшеницы / А. Л. Одинцова, С. Н. Козлов // Актуальные проблемы в защите растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию кафедры защиты растений, Горки, 23–25 июня 2010 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2010. – С. 140–143.
132. Одинцова, А. Л. Влияние препаратов Церто плюс, Марафон и их баковых смесей на засоренность посевов озимой пшеницы / А. Л. Одинцова, И. В. Шако, С. Н. Козлов. – Астрахань, 2009. – С. 145–148.
133. Определитель растений Белоруссии: учеб. пособие / под ред. Б. К. Шишкина, М. П. Томина, М. Н. Гончарика. – Минск: Выш. шк., 1967. – 872 с.
134. Основы карантина растений. Карантинные сорные растения: метод. указания к лабораторным занятиям / Л. Г. Коготько [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – 35 с.
135. Основы таксономии растений: метод. указания / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: С. В. Лазаревич [и др.]. – Горки, 2004. – 28 с.
136. Паденов, К. П. Сорные растения, их вредоносность, методы учета и меры борьбы / К. П. Паденов, В. К. Довбан. – Минск: БелНИИНТИ, 1979. – 54 с.
137. Пианка, Э. Эволюционная экология / Э. Пианка; пер. с англ. А. М. Гилярова, В. Ф. Матвеева. – Москва: Мир, 1981. – 400 с.
138. Пиотрашко, Л. А. Луговые сорняки и меры борьбы с ними / Л. А. Пиотрашко, М. Е. Баранова. – Минск: Ураджай, 1976. – 88 с.
139. Подлужная, В. А. Эффективность гербицида Шогун, КЭ против однолетних злаковых сорных растений в посевах лука репчатого / В. А. Подлужная, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: материалы XVI Междунар. конф. студентов и магистрантов, Горки, 25–27 нояб. 2015 г. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2015. – С. 106–109.
140. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов [и др.]. – Москва: Колос, 1977. – 368 с.
141. Применение гербицидов в посевах озимой пшеницы / А. Л. Одинцова [и др.] // Биология и совершенствование агротехники сельскохозяйственных культур: материалы Междунар. науч. конф. «Научный поиск молодежи XXI века», посвящ. 170-летию БГСХА, Горки, 2–4 дек. 2009 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2010. – С. 117–120.
142. Применение Марафона и Церто плюс на озимой пшенице / С. Н. Козлов [и др.] // Научное обеспечение аграрного производства в современных условиях: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА», Смоленск, 27 февр. 2010 г. / Смоленская гос. с.-х. акад. – Смоленск, 2010. – С. 144–146.
143. Пронина, Н. Б. Эколого-физиологические аспекты действия гербицидов в агрофитоценозах: учеб. пособие / Н. Б. Пронина. – Москва: Изд-во МСХА, 1996. – 242 с.
144. Протасов, Н. И. Гербициды в интенсивном земледелии / Н. И. Протасов. – Минск: Ураджай, 1988. – 232 с.
145. Протасов, Н. И. Интегрированный метод борьбы с сорняками: лекция / Н. И. Протасов. – Горки, 1979. – 30 с.
146. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шершев. – Минск: Ураджай, 1987. – 272 с.
147. Пупонин, А. И. Земледелие / А. И. Пупонин. – Москва: Колос, 2000. – 550 с.

148. Работнов, Т. А. Фитоценология / Т. А. Работнов. – 2-е изд. – Москва: МГУ, 1983. – 296 с.
149. Раменский, Л. Г. Об экологическом изучении и систематизации группировок растительности / Л. Г. Раменский // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1953. – Т. 28, вып. 1. – С. 35–54.
150. Раменский, Л. Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова: Избр. работы / Л. Г. Раменский. – Ленинград: Наука, 1971. – 334 с.
151. Рекомендации по борьбе с корнеотпрысковыми сорняками (осот, бодяк, вьюнок полевой) / Белорус. с.-х. акад.; сост. Н. И. Протасов; под ред. П. М. Шершнева. – Горки, 1987. – 19 с.
152. Рекомендации по борьбе с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур / С. В. Сорока [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 104 с.
153. Репродуктивные органы цветковых растений: метод. указания / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: Т. Т. Бизюкова, И. Н. Барулина, В. П. Кругленья. – Горки, 2006. – 32 с.
154. Румянцев, В. И. Земледелие с основами почвоведения: учеб. пособие / В. И. Румянцев, Э. Ф. Коптева, Н. Н. Сурков; под ред. В. И. Румянцева. – Москва: Колос, 1979. – 367 с.
155. Савицкая, К. С. Эффективность гербицида Круцифер, ВР в посевах озимого рапса / К. С. Савицкая, А. А. Лобко, С. Н. Козлов // Биотехнологические приемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. – Курск, 2021. – С. 3–7.
156. Самерсов, В. Ф. Рекомендации по борьбе с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур / В. Ф. Самерсов, К. П. Паденов, С. В. Сорока. – Минск: Асобны Дах, 1999. – 92 с.
157. Самерсов, В. Ф. Сорные растения в Белоруссии / В. Ф. Самерсов, К. П. Паденов // Защита растений. – 1997. – № 1. – С. 16–18.
158. Саскевич, П. А. Вредоносность сорняков в посевах подсолнечника / П. А. Саскевич, С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2011. – № 4. – С. 90–98.
159. Саскевич, П. А. Вредоносность и экономический порог вредоносности сорняков в посевах льна-долгунца / П. А. Саскевич, С. Н. Козлов, В. Р. Кажарский // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2010. – № 2. – С. 84–91.
160. Саскевич, П. А. Управление вредными организмами агроценозов льна-долгунца: монография / П. А. Саскевич, С. Н. Козлов. – Горки, 2010. – 348 с.
161. Саскевич, П. А. Экономический порог вредоносности сорного ценоза в посевах ярового рапса / П. А. Саскевич, Е. И. Гурикова, С. Н. Козлов // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2010. – № 4. – С. 71–77.
162. Саскевич, П. А. Агробиологическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь: монография / П. А. Саскевич, Ю. А. Миренков, С. В. Сорока. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2008. – 238 с.
163. Сельскохозяйственная энциклопедия / гл. ред.: В. В. Мацкевич, П. П. Лобанов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Сов. энцикл., 1974. – Т. 5: Природа. – Судза, 1974. – 1120 с.
164. Серебряков, И. Г. Экологическая морфология растений / И. Г. Серебряков. – Москва, 1962. – 378 с.
165. Симонович, Л. Г. Краткий определитель сорных растений Белоруссии / Л. Г. Симонович, В. А. Михайловская, Н. В. Козловская. – Минск: Наука и техника, 1969. – 232 с.
166. Система мероприятий по борьбе с пыреем ползучим: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: Н. И. Протасов, П. А. Саскевич, Ю. А. Миренков. – Горки, 2004. – 22 с.

167. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / НИИ земледелия и селекции НАН Беларуси; сост. М. А. Кадыров, Д. В. Лужинский, А. Н. Кислекова; под общ. ред. М. А. Кадырова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2005. – 304 с.
168. Сорные растения и особенности борьбы с ними: рекомендации / БелНИИЗР; сост. К. П. Паденов, А. С. Андреев, А. А. Ивашкевич; под ред. В. Ф. Самерсова. – Минск, 1987. – 18 с.
169. Сорные растения и особенности борьбы с ними: рекомендации / Гос. агропром. ком. Белорусской ССР, Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений; под ред. В. Ф. Самерсова. – Минск: ВНИИТЭИАгропром, 1987. – 20 с.
170. Сорняки в сахарной свекле / Публикация Байер Кроп Сайенс АО. – 2004. – 496 с.
171. Сорока, С. В. Тенденции изменения засоренности основных сельскохозяйственных культур в Беларуси / С. В. Сорока // Ахова раслін. – 1999. – № 2–3. – С. 29–33.
172. Степановских, А. С. Общая экология: учеб. для вузов / А. С. Степановских. – Москва: ЮНИТИ, 2001. – 510 с.
173. Тактика защиты льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации для с.-х. организаций / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 44 с.
174. Танский, В. И. Биологические основы вредоносности насекомых / В. И. Танский. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 182 с.
175. Тахтаджян, А. Л. Классификация и филогения цветковых растений / А. Л. Тахтаджян // Жизнь растений: в 6 т. / редкол.: А. А. Федоров [и др.]. – Москва: Просвещение, 1980. – Т. 5, ч. 1: Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. – С. 107–112.
176. Технология возделывания льна-долгунца: рекомендации / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2009. – 56 с.
177. Технология возделывания подсолнечника в условиях северо-востока Республики Беларусь: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 58 с.
178. Туликов, А. М. Сорные растения и борьба с ними / А. М. Туликов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Моск. рабочий, 1982. – 157 с.
179. Уиттекер, Р. Эволюция и измерение видового разнообразия / Р. Уиттекер // Антология экологии / сост. Г. С. Розенберг. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2004. – С. 297–330.
180. Фисюнов, А. В. Сорные растения / А. В. Фисюнов. – Москва: Колос, 1984. – 320 с.
181. Фисюнов, А. В. Сорняки-паразиты и борьба с ними / А. В. Фисюнов. – Москва: Россельхозиздат, 1977. – 71 с.
182. Фисюнов, А. В. Справочник по борьбе с сорняками / А. В. Фисюнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1984. – 255 с.
183. Фитосанитарный контроль при возделывании льна-долгунца: практ. руководство / Белорус. гос. с.-х. акад.; сост.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 112 с.
184. Хаффейкер, К. Б. Основы биологической борьбы с сорняками / К. Б. Хаффейкер // Биологическая борьба с вредными насекомыми и сорняками / пер. с англ. Н. А. Емельяновой [и др.]; под ред. Б. И. Рукавишников. – Москва: Колос, 1967. – С. 475–489.
185. Хомко, Л. С. Определение порога вредоносности сорняков / Л. С. Хомко // Земледелие. – 1986. – № 10. – С. 50–51.
186. Цвелёв, Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России / Н. Н. Цвелёв. – Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2000. – С. 516.
187. Чесалин, Г. А. Агротехнические и химические меры борьбы с сорняками / Г. А. Чесалин. – Москва: Сельхозиздат, 1963. – 216 с.
188. Чижевский, В. В. Эффективность гербицида Леопард, КЭ против многолетних злаковых сорных растений в посевах моркови столовой / В. В. Чижевский, С. Н. Козлов // Научный поиск молодежи XXI века: сб. науч. ст. по материалам XVIII Междунар. науч. конф. студентов и магистрантов, Горки, 22–24 нояб. 2017 г.: в 3 ч /

Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2018. – Ч. 1. – С. 111–114.

189. Шако, И. В. Биологическая эффективность применения гербицидов Марафон и Церто плюс и их баковых смесей в посевах озимой тритикале / И. В. Шако, А. Л. Одинцова, С. Н. Козлов // Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых, Астрахань, 29 окт. – 1 нояб. 2009 г. / Астрахан. гос. ун-т. – Астрахань, 2009. – С. 178–181.

190. Шако, И. В. Влияние засоренности на урожайность льнопродукции / И. В. Шако, С. Н. Козлов // Молодежь и инновации – 2011: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 25–27 мая 2011 г.: в 2 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2011. – Ч. 1. – С. 282–285.

191. Шако, И. В. Экономический порог вредоносности однолетних двудольных сорняков в посевах льна-долгунца / И. В. Шако, С. Н. Козлов // Молодежь и инновации – 2011: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 25–27 мая 2011 г.: в 2 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2011. – Ч. 1. – С. 290–294.

192. Шершнева, Е. И. Вредоносность сорняков в посевах ярового рапса / Е. И. Шершнева, С. Н. Козлов, А. В. Ильюшина // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. в 3 кн. / Алт. гос. аграр. ун-т. – Барнаул, 2012. – Кн. 1. – С. 476–478.

193. Шлякова, Е. В. Определитель сорно-полевых растений Нечерноземной зоны / Е. В. Шлякова. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1982. – 208 с.

194. Экономические пороги вредоносности сорных растений в посевах основных сельскохозяйственных культур: рекомендации / под ред. Т. В. Фадеева. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 25 с.

195. Экстракорн на защите кормовых бобов / В. Р. Кажарский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 5. – С. 106–108.

196. Эффективность гербицидов в посевах озимой тритикале / И. В. Шако [и др.] // Биология и совершенствование агротехники сельскохозяйственных культур: материалы междунар. науч. конф. «Научный поиск молодежи XXI века», посвящ. 170-летию БГСХА, Горки, 2–4 дек. 2009 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2010. – С. 154–157.

197. Эффективность применения гербицидов в посевах фасоли в южной части Беларуси / Е. О. Михайленко [и др.] // Актуальные проблемы в защите растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию кафедры защиты растений, Горки, 23–25 июня 2010 г. / Беларус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2010. – С. 159–161.

198. Эффективность применения почвенных гербицидов при возделывании спаржевой фасоли / В. Р. Кажарский [и др.] // Сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Минск, 2011. – Вып. 35: Защита растений. – С. 14–25.

199. Эффективность применения средств защиты растений при возделывании озимой пшеницы на северо-востоке Беларуси / В. Р. Кажарский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 3. – С. 16–21.

200. Agarwa, H. C. Metabolism of 14C-DDT in *Pheretima posthuma* and effect DDT, undane and dieldrin / H. C. Agarwa, D. V. Madav, M. V. Pilla // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. – 1978. – Vol. 20, № 5. – P. 668–671.

201. BASF: Гербициды и фунгициды в посевах гороха / В. Р. Кажарский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2021. – № 3. – С. 118–120.

202. Chiang, H. C. Factors to be considered in refining a general model of economic threshold / H. C. Chiang // Entomophaga. – 1982. – Vol. 27 (special issue). – P. 99–103.

203. Grime, J. P. Plant strategies and vegetation processes / J. P. Grime. – Chichester; N.-Y.: Wiley, 1979. – 292 p.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение. Понятие о сорных растениях.....	3
2. Морфологические признаки и биологические особенности сорных растений.....	8
2.1. Морфологические признаки сорных растений.....	8
2.2. Биологические особенности сорных растений.....	44
3. Классификация растений.....	88
3.1. Жизненные формы растений.....	88
3.2. Агробиологическая классификация сорных растений.....	102
4. Вред и польза сорных растений.....	119
4.1. Вред от сорных растений.....	119
4.2. Польза от сорных растений.....	136
4.3. Растения-индикаторы.....	141
5. Взаимоотношения между культурными и сорными растениями.....	148
6. Экология сорных растений.....	153
7. Методы учета сорных растений.....	163
7.1. Методы учета засоренности посевов.....	163
7.2. Определение степени засоренности почвы семенами сорных растений.....	184
8. Картирование полей.....	186
9. Расчет экономического порога вредоносности.....	191
Библиографический список.....	203

Учебное издание

Козлов Сергей Николаевич
Саскевич Павел Александрович
Кажарский Валерий Романович

ГЕРБОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. Н. Пьянусова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Дизайн обложки *В. И. Менькова*

Подписано в печать 06.11.2024. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 12,55. Уч.-изд. л. 11,78.
Тираж 40 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.