

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Смоленская государственная сельскохозяйственная академия**

С.Н. Глушаков, О.И. Солнцева

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Смоленск 2021

УДК 631.5/9(075.8)
ББК 41.4
Г - 55

Рецензенты: Кугелев И.М., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Смоленская сельскохозяйственная академия; Никитин А.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

Глушаков С. Н., Солнцева О.И.

Г-55 Земледелие: учебное пособие/ С.Н. Глушаков, О.И. Солнцева. – Смоленск: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2021. - 213 с.

В пособии рассмотрены основные вопросы общего земледелия: его возникновение и развитие, научные основы, плодородие почвы и его факторы, сорные растения и защита от них, севообороты, обработка почвы, эрозия почв. Дополнительно представлены: современная система машин для земледелия; практические задачи и методика их решения; формы контроля полученных знаний, источники информации по дисциплине.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия профилю Агрономия; может быть использовано при изучении целого ряда земледельческих дисциплин при освоении учебной программы направления подготовки 35.04.04 Агрономия профилю Производство продукции растениеводства.

Печатается по решению научно-методического совета ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА (протокол № 2 от 24 декабря 2021 г).

УДК 631.5/9(075.8)
ББК 41.4

© Глушаков С.Н., Солнцева О.И., 2021
© ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	6
1	Введение в земледелие	7
1.1	Земледелие как отрасль сельскохозяйственного производства	7
1.2	Земледелие как наука	8
1.3	Этапы развития и системы земледелия	9
1.4	История становления и развития земледелия	11
2	Научные основы земледелия	17
2.1	Факторы жизни растений	17
2.2	Законы земледелия	20
2.3	Законы земледелия и агротехника	24
3	Плодородие почвы	26
3.1	Понятие плодородия почвы	26
3.2	Виды плодородия	26
3.3	Элементы и условия плодородия	27
3.4	Методы окультуривания почвы	27
3.5	Модель плодородия почв	28
4	Агрофизические факторы плодородия почвы	31
4.1	Гранулометрический состав почвы	31
4.2	Структура почвы	32
4.3	Строение пахотного слоя	35
4.4	Мощность пахотного слоя	38
4.5	Физико-механические свойства почвы	39
4.6	Водный режим почвы	40
4.7	Воздушный режим почвы	48
4.8	Тепловой режим почвы	50
4.9	Световой режим почвы	53
5	Биологические и агрохимические факторы плодородия почвы	55
5.1	Органическое вещество почвы	55
5.2	Почвенная биота	61
5.3	Фитосанитарное состояние почвы	63
5.4	Агрохимические факторы плодородия	64
6	Сорные растения	69
6.1	Понятие о сорных растениях	69
6.2	Вред, приносимый сорными растениями	69
6.3	Сорняки в агрофитоценозах	72
6.4	Биологические особенности сорняков	75
6.5	Классификация сорных растений	77
6.6	Учет и картирование засоренности	81
7	Интегрированная защита от сорняков: предупредительные мероприятия	84
7.1	Самоочищение почвы	84
7.2	Концепции защиты от сорных растений	84
7.3	Классификация методов защиты от сорняков	84
7.4	Предупредительные мероприятия	85
8	Интегрированная защита от сорняков: истребительные	90

	мероприятия	
8.1	Агротехнический метод защиты от сорняков	90
8.2	Биологический метод защиты от сорняков	91
8.3	Механический метод защиты от сорняков	93
8.4	Защита от сорняков в системе основной обработки почвы	96
8.5	Защита от сорняков в системе весенней и предпосевной обработки почвы	99
8.6	Защита от сорняков при уходе за посевами	100
8.7	Защита от сорняков в послеуборочный период	103
8.8	Физический метод защиты от сорняков	103
8.9	Экологический метод защиты от сорняков	105
9	Интегрированная защита от сорняков: химический метод	107
9.1	Понятие о гербицидах	107
9.2	Классификация гербицидов	108
9.3	Механизм действия гербицидов	110
9.4	Чувствительность растений к гербицидам	110
9.5	Избирательность гербицидов	111
9.6	Сроки применения гербицидов	111
9.7	Способы применения гербицидов	112
9.8	Формы гербицидов	112
9.9	Нормы расхода гербицидов	112
9.10	Условия применения гербицидов	113
9.11	Повышение эффективности применения гербицидов	115
10	Научные основы севооборотов	117
10.1	Понятие о предшественнике	117
10.2	Промежуточные культуры	118
10.3	Пары	119
10.4	Почвоутомление	120
10.5	Размещение полевых культур и пара в севообороте	121
10.6	Бессменные посевы и севообороты	123
10.7	Принципы и правила построения севооборота	124
10.8	Предшественники для различных культур	125
10.9	Классификация севооборотов	126
10.10	Порядок составления севооборота	130
10.11	Внедрение севооборота	131
11	Общие вопросы обработки почвы	133
11.1	Краткая история орудий и теорий обработки почвы	133
11.2	Понятие обработки почвы	135
11.3	Основные задачи обработки почвы	136
11.4	Способы механической обработки почвы	136
11.5	Технологические операции при обработке почвы	138
11.6	Приемы механической обработки почвы	141
11.7	Основная обработка	149

12	Системы обработки почвы	151
12.1	Понятие о системах обработки почв	151
12.2	Принципы построения системы обработки почвы в Севообороте	152
12.3	Системы обработки почвы в севооборотах в Нечерноземной зоне	153
12.4	Минимализация обработки почвы	156
12.5	Нулевая обработка почвы	158
13	Обработка почвы под яровые культуры	161
13.1	Зяблевая обработка почвы	161
13.2	Паровая обработка поля	166
13.3	Весенняя обработка почвы	166
13.4	Послепосевная обработка почвы	171
14	Обработка почвы под озимые культуры	175
14.1	Обработка почвы в чистых парах	175
14.2	Обработка почвы в занятых парах	177
14.3	Обработка почвы после непаровых предшественников	179
15	Окультуривание пахотного слоя почвы	181
15.1	Модели строения пахотного слоя	181
15.2	Значение глубины основной обработки почв	181
15.3	Приемы создания глубокого пахотного слоя	183
15.4	Снижение уплотнения почвы	184
16	Эрозия почвы	188
16.1	Понятие об эрозии	188
16.2	Водная эрозия	188
16.3	Ветровая эрозия	190
16.4	Совместная эрозия	190
16.5	Факторы эрозии	191
16.6	Классификации эродированных почв	194
16.7	Система защиты почв от эрозии	195
16.8	Агротехнические меры защиты от эрозии	198
16.9	Почвозащитная эффективность севооборотов	200
17	Система машин для земледелия	202
17.1	Тракторы	202
17.2	Сельскохозяйственные машины	203
18	Задачи	205
18.1	Примерные виды задач по земледелию	205
18.2	Решение задач	205
19	Тестовые задания по дисциплине	207
19.1	Виды тестов	207
19.2	Примерные контрольные тестовые вопросы	207
	Источники информации	212

Введение

Земля в жизни любого общества играет исключительно важную роль. По крайней мере пока, она обеспечивает основное количество продуктов питания для людей, кормов для сельскохозяйственных животных, разнообразного сырья для перерабатывающей промышленности. Указанная продукция, в целом, не может долго храниться и по этому ежегодно должна создаваться заново. Эффективность последнего определяется в значительной мере земледелием – отраслью производственной деятельности, основанной на рациональном использовании земельных ресурсов с целью выращивания сельскохозяйственных культур.

Появление земледелия является наиважнейшим событием в развитии нашей цивилизации. Оно создало основу совершенно нового оседлого образа жизни и труда человека. Известная нам история человечества неоднократно подтверждала тот факт, что расцвет и закат цивилизаций сопряжены с подъёмом и спадом в развитии земледелия.

Земледелие развивается тысячелетия, и всегда оно опирается на целый ряд фундаментальных и прикладных наук: землеустройство, почвоведение, агрохимию, растениеводство, биотехнологии, агрометеорологию, экологию, микробиологию, физиологию растений и другие. В тоже время пришло понимание того, что земледелие – это зональная наука, которая должна использовать практический местный опыт.

Эти аспекты являются причинами создания данного пособия: в нём рассмотрены как общие вопросы земледелия, так и их реализация в конкретных условиях - в западном районе Нечернозёмной зоны.

Предлагаемое учебное пособие, а также уже вышедшие издания: Рабочая тетрадь по земледелию (2020) и Методические рекомендации по выполнению курсовой работы (2020) – образуют единый учебно-методический комплекс, способный, хочется надеяться, повысить эффективность обучения и овладения студентами необходимыми знаниями и умениями в области земледелия.

В тоже время данное пособие не претендует на полноту сведений. Поэтому изучение курса подразумевает активное и обязательное использование других источников информации.

1 ВВЕДЕНИЕ В ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

1.1 Земледелие как отрасль сельскохозяйственного производства

На определенном этапе развития планеты Земля на ней появился человек. И сразу захотел есть, пить и многое чего другое. Для удовлетворения своих потребностей люди вначале вели кочевой образ жизни. Но со временем у человека появилась мысль перестать скитаться, а завести дом, то есть перейти к оседлому образу жизни. Он так и сделал; как сейчас считается, это произошло в Передней Азии в районе золотого полумесяца. Это привело к появлению сельского хозяйства – производственной деятельности, направленной на производство продуктов питания, кормов и сырья различного назначения. Сельское хозяйство включает две основные отрасли: животноводство и земледелие.

Животноводство – это культивирование домашних животных в широком смысле.

Земледелие – это совокупность отраслей сельскохозяйственного производства, основанных на эффективном использовании земли с целью выращивания культурных растений.

Все продукты земледелия состоят из органических веществ, которые синтезируются в растениях из веществ неорганической природы. Синтез органического вещества происходит с поглощением солнечной энергии. Превращение кинетической энергии солнца в потенциальную энергию органического вещества – главная особенность земледельческого производства, отличающая его от других видов производства. Это превращение совершается в зелёном растении, которое связывает космические источники энергии с протекающими на Земле жизненными процессами. По этой причине земледельцу необходимо знание физиологии растений.

Солнечная энергия поступает на землю неравномерно по периодам года и в течение суток. Этим объясняется сезонность земледельческого труда, исключительная важность своевременности выполнения полевых работ. Вторая особенность энергии солнца состоит в более или менее равномерном распределении ее по освещённой площади в пределах той или иной широты в одно и то же время. Чтобы больше уловить солнечной энергии, необходимо возможно большую часть суши нашей планеты в течение всего периода вегетации занимать зелёными растениями. Поэтому в земледелии в отличие от промышленности важным фактором, определяющим объёмы производства, является территория. С этим связана и специфика сельскохозяйственной техники.

Различные растения обладают неодинаковой способностью усваивать энергию солнца и создавать то или иное количество органического вещества. Поэтому эффективность земледельческой отрасли в значительной степени зависит от правильного подбора и соотношения возделываемых культур и сортов, наиболее соответствующих почвенным и климатическим условиям

данной местности. Выращивание зелёных растений составляет задачу растениеводства, которое в зависимости от назначения и биологических особенностей возделываемых культур подразделяется на полеводство, садоводство, лесоводство. Полеводство, в свою очередь, специализируется на возделывании одной или небольшого числа культур: зерновое хозяйство, кормопроизводство, льноводство и т.д.; садоводство – на овощеводство, плодоводство, виноградарство и др.

Степень использования растениями энергии солнца зависит также от обеспеченности растений другими факторами их жизни: вода, воздух, элементы питания и др. - которые растения получают, как правило, через почву или из приземного слоя атмосферы; по этой причине земледельцу необходимы знания по почвоведению и агрохимии.

1.2 Земледелие как наука

С развитием общества, общественного производства и расширением научных знаний происходит их дифференциация. В первых руководствах по земледелию излагались все агрономические науки, растениеводство, сельскохозяйственные орудия и машины, мелиорация, удобрение и т. д. Применительно к России в начале 19 века наметилось деление земледелия на общие вопросы возделывания сельскохозяйственных культур и характеристику отдельных растений и систем их возделывания.

Позднее первая часть получила название *общего земледелия*, а вторая – *частного земледелия*, или растениеводства.

В настоящее время термин «земледелие» часто применяют к растениеводческим отраслям, связанным с обработкой почвы, преимущественно к полеводству.

На современном уровне развития агрономических наук земледелие можно определять как науку, разрабатывающую способы наиболее разумного использования пахотной земли и повышения плодородия почвы физическими (приемы и системы механической обработки почвы) и биологическими (растения, микроорганизмы, севооборот и т. д.) методами воздействия.

Главные задачи земледелия – сохранение и повышение плодородия почвы, создание условий для наиболее полного её использования посевами культурных растений, увеличения их урожайности.

Основными средствами для достижения этих задач являются:

- оптимальная обработка почвы,
- применение системы защиты посевов от сорняков,
- мелиорация,
- правильный подбор культур и сортов, и размещение их в севооборотах.

Как составная часть агрономического учения земледелие опирается на целый ряд общих и специальных наук, таких как почвоведение, физиология растений, микробиология, агрометеорология, агрофизика,

химические дисциплины, учения о сельскохозяйственных орудиях и машинах, агрохимия, селекция и семеноводство, фитопатология и энтомология, мелиорация, землеустройство. С другой стороны, земледелие служит фундаментом для всех растениеводческих дисциплин и специальных отраслей экономических наук.

1.3 Этапы развития и системы земледелия

Земледелие возникло ещё в каменном веке. Первые орудия для обработки почвы – деревянные мотыги с каменными наконечниками, по этой причине первый этап его становления – это *мотыжное земледелие*.

По мере совершенствования почвообрабатывающих орудий (соха, плуг) и тягловой силы (лошади, волы, тракторы) формировалось и развивалось *пахенное земледелие*.

Способы использования земли и повышения её плодородия определяют *системы земледелия*. Последние соответствуют уровню развития общества и поэтому исторически сменяемы. Различают следующие системы земледелия (табл. 1).

Примитивные системы земледелия. Это первые системы земледелия, когда использовалось природное плодородие почвы. Они соответствовали крайне-низкому уровню развития производительных сил общества. При этих системах земледелия в обработке находилось более одной четверти пахотно-пригодной земли и по мере снижения урожаев земледелец переходил на новый участок.

Экстенсивные системы земледелия. Посевы зерновых культур стали занимать более половины обрабатываемой площади. Плодородие почвы восстанавливалось в паровом поле, которое удобрялось навозом и несколько раз в течение лета обрабатывалось в борьбе с сорняками.

Переходные системы земледелия. В этих системах стали больше применять органических и минеральных удобрений, уменьшились площади под чистыми парами, увеличились площади под пропашными культурами. Всё это дало основание для перехода к интенсивным системам земледелия.

Интенсивные системы земледелия. Признаками интенсивной системы земледелия является: отсутствие чистого пара, наличие бобовых и пропашных культур и обязательное их чередование с зерновыми культурами, использование высоких доз удобрений, особенно минеральных, строгое соблюдение законов земледелия и научно обоснованной обработки почвы.

Современные системы земледелия. В их основе лежат: научно обоснованная структура посевных площадей, система севооборотов с культурами и сортами интенсивного типа, экологически чистая технология их возделывания, использование новейшей техники, научно обоснованные системы удобрения, обработки и защиты почвы от эрозии и дефляции, интегрированная защита растений от сорняков, вредителей и болезней, системы воспроизводства плодородия почвы и защиты окружающей среды.

Таблица 1 – Системы земледелия

Группа	Системы	Способ использо- вания земли	Способ повышения плодородия
Примитив- ные	подсечно-огневая, лесопольная, залежная, переложная	почти все посевы заняты зерновыми, в обработке мень- шая часть пахотно- пригодных земель	природные процес- сы без участия че- ловека
Экстенсив- ные	паровая, многопольно-травяная	под посевами не менее половины пашни; преобла- дают зерновые культуры; ост- альная площадь под паром и мно- голетними травами	природные процес- сы, направляемые человеком
Переходные	улучшенная зерновая, травопольная	все пахотно- пригодные земли в обработке; преоб- ладают зерновые культуры с много- летними травами или пропашными культурами, и чис- тым паром	возросшее воздей- ствие человека с ис- пользованием при- родных факторов
Интенсив- ные	плодосменная, промышленно- заводская, пропашная	почти все пахотные земли заняты посе- вом; значительные площади заняты пропашными куль- турами, введены посевы промежу- точных культур	активное воздейст- вие человека с ис- пользованием средств, поставляе- мых промышленно- стью
Современ- ные	1. Почвозащитные: зернопаровая, зернопаропропашная, зернопропашная, зернотравяная, плодосменная, травопольная, пропашная и т. д. 2. Агроландшафтные: контурно- мелиоративные и др. 3. Альтернативные: зелёная, залежная	интенсивное ис- пользование пашни связано с исполь- зованием элемен- тов агроландшафта и защиты окру- жающей среды для получения эколо- гически чистой продукции; значи- тельная часть паш- ни залужена	широкое примене- ние промышленных средств и мероприя- тия по защите почв от эрозии и дефля- ции; сочетание про- мышленных средств с почвозащитными мероприятиями при возрастающей роли биологических и аг- ротехнических приемов

1.4 История становления и развития земледелия

Первые известные нам сведения по земледелию связаны с Месопотамией. Уже в начале четвертого тысячелетия до нашей эры здесь образовалось государство шумеров, в котором земледелие достигло высокого для того времени уровня развития. Результаты своей деятельности, накопленный опыт, различные советы по выполнению полевых работ они записывали на глиняных дощечках-табличках. Эти таблички называли «календарем земледельца». В нем давались советы по обработке почвы, борьбе с сорными растениями, подготовке к посеву и выращиванию культур. Археологи обнаружили содержание диспута о переходе от мотыжного земледелия к плужному.

Известный древнегреческий философ Аристотель (384-322 г. до н. э.) написал несколько трактатов по сельскому хозяйству: «Естественная история», «О возникновении животных» и др., в которых сделана первая попытка классификации растений и животных, приведены способы их возделывания и содержания.

В Древнем Риме (IV-II в. до н. э.) литература по земледелию представлена трудами выдающихся натуралистов того времени Магона, Катона, Варрона, Вергилия, Колумеллы.

Катон в своем трактате «О земледелии» дал классификацию почв по пригодности их для возделывания культурных растений, изложил советы по развитию виноградарства, садоводства и животноводства.

Особое место занимает выдающийся теоретик и практик земледелия того времени Колумелла, написавший работу по сельскому хозяйству в двенадцати книгах под общим названием «О сельском хозяйстве». Колумелла систематизировал и обобщил теоретический и практический опыт ведения сельского хозяйства. Он первый предложил систему мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и урожаев. Колумелла настойчиво и убедительно говорил о необходимости научных агрономических знаний и опыта.

Хотя агрономия античных времен была еще далека от настоящей агрономической науки, носила эмпирический знахарский характер, но и она была забыта на долгие годы вместе с гибелью античной культуры.

Второй период в развитии земледелия связан с эпохой феодализма, для которого характерен застой естественных наук. Этот период продолжался вплоть до XVIII в., когда начались осуществляться экономические преобразования, давшие толчок дальнейшему развитию производительных сил.

В этот период начали быстро совершенствоваться орудия обработки почвы, посева и уборки культур. Изменялось, прежде всего, основное орудие обработки почвы — плуг, который претерпевал усовершенствования: от плугов, изготовленных из дерева, до плугов, изготовленных из чугуна и стали. Наиболее совершенной конструкцией плуга стал плуг Рудольфа Сака, который первым начал заводское производство плугов с предплужниками (1870). Плуг такого типа быстро распространился во многих странах и практически

конструктивно не изменился до настоящего времени. В 1830 г. в Англии была сконструирована сеялка, принцип работы которой сохранился до наших дней. Жатвенная машина была сконструирована в 1781 г. в Туле. Для обмола хлеба в Америке были разработаны молотилки, совершенствование которых позволило изобрести комбайн. Со второй половины XIX века вместо живой тягловой силы стали использовать паровой двигатель, а затем дизельный и электрический.

Научные основы земледелия получили интенсивное развитие в трудах А. Юнга (Великобритания), А. Тэра, Ю. Либиха (Германия), Ж. П. Буссенго (Франция) и других учёных. А. Д. Тэр (1752—1828) является автором теории гумусового питания растений, а Ю. Либих (1803—1873) — теории минерального питания растений, он также сформулировал один из основополагающих законов земледелия — закон возврата.

В становлении агрономии и других наук в России большую роль сыграл М. В. Ломоносов (1711—1765). Отличаясь необычайной широтой познаний, он успешно проводил географические, экономические, физические, химические и другие исследования. Им были сформулированы задачи развития России на многие годы вперед. Он распределил их в следующие темы: 1 — о размножении и сохранении российского народа; 2 — об истреблении праздности; 3 — об исправлении нравов и о большом народном просвещении; 4 — об исправлении земледелия; 5 — о сохранении военного искусства. Задачи исправления земледелия, по Ломоносову, сводились к всестороннему изучению сельского хозяйства во всех областях России и нахождению средств для его улучшения. Подъем сельского хозяйства он считал возможным только с помощью науки. По инициативе Ломоносова в 1765 г. было основано Вольное экономическое общество, сыгравшее важную роль в развитии отечественной агрономии. Труды этого общества издавались в течение 105 лет; в них опубликовывали результаты первых научных исследований и накопленный опыт по сельскому хозяйству.

Одним из основоположников отечественной агрономической науки считается А. Т. Болотов (1738—1833). Болотов был подлинным новатором, он выступил с программой первоочередных исследований в области земледелия по проблемам: изучение свойств и качеств земель, исправление и удобрение земель, обработка и подготовка земель к посеву, подготовка семян, посев, уход за посевами, уборка. В научных трудах «Об удобрении полей» (1770) и «О разделении полей» (1771) им высказывались идеи повышения плодородия почвы, путей лучшего сочетания полеводства и скотоводства, воздушного и почвенного питания растений, значения минеральных веществ в питании растений. Именно Болотова называют первым русским агрономом.

Дальнейшее развитие научных основ земледелия было успешно продолжено выдающимся русским агрономом И. М. Кововым (1750—1792). Он считал, что земледелие является той благодатной почвой, на которой расцветают все науки и искусства. В своем труде «О земледелии» он одним из пер-

вых ученых-земледельцев обосновал научные основы чередования культур, предложил применять плодосменную систему земледелия, считал главным путем повышения и восстановления плодородия почвы применение органических удобрений (навоза) и вспашку, но при этом эти два приема не могли заменить друг друга. Комов был против упрощенчества и шаблона в агрономии, предлагал проводить опыты для проверки эффективности тех или иных приемов возделывания сельскохозяйственных культур.

Определенный вклад в развитие научного земледелия внес М. Г. Павлов (1793—1840). Им впервые было раскрыто значение почвенных процессов в питании растений, разработана теория применения удобрений, замены господствующего тогда зернового трехполья интенсивной плодосменной системой земледелия. Он придавал большое значение практике, считая, что она является воплощением теории в действии. Практика немыслима без теории, а теория без практики бесплодна. Пяти томный труд Павлова «Курс сельского хозяйства» долгое время служил капитальным руководством, по которому обучались многие поколения русских агрономов.

Вместе с указанными учеными важная роль в становлении и развитии научного земледелия в России принадлежит В. А. Левшину, И. И. Самарину, и многим другим.

Во второй половине XIX - начале XX века большой вклад в развитие науки и практики внесла целая плеяда отечественных ученых.

А. В. Советов (1826—1901) определял уровень культуры земледелия и развития сельского хозяйства расширением полевого травосеяния, которое побуждает вести хозяйство на научной основе. Ученый убедительно показал, что посевы многолетних трав на полях не только способствуют развитию животноводства, но и восстанавливают и повышают плодородие почвы. В России многолетние травы (клевер, кострец, тимофеевку) и их смеси стали высевать на полях намного раньше, чем в Западной Европе.

Ярчайшей фигурой в агроэкономической науке пореформенного периода является А. Н. Энгельгардт (1832—1893) — основоположник агрохимии. В его классических письмах «Из деревни» (1882) подчеркивалось, что «нет химии русской, английской или немецкой, есть только общая всему свету химия, но агрономия может быть русская, или английская, или немецкая». Он считал, что необходимо создать свою, русскую агрономическую науку совместными усилиями ученых и практиков. Многие идеи Энгельгардта получили развитие в современных условиях, когда все изменения должны включать культурного, образованного человека как центральный фактор, тесный союз науки и практики, артельный принцип организации труда, соединение сельского хозяйства с перерабатывающей промышленностью.

Большое значение для развития научного земледелия принадлежит В. В. Докучаеву (1846—1903), создателю науки о почве. Он впервые установил, что почва — самостоятельное природное тело и ее формированию способствуют процессы взаимодействия климата, рельефа, растительного и животного мира, почвообразующих пород и возраста страны. Докучаев дал первую в

мире научную классификацию почв по их происхождению. Он много внимания уделял вопросам восстановления и повышения плодородия почв при помощи организации полезащитного лесонасаждения, регулирования водного режима и других приемов.

Агрономическое направление почвоведения успешно развивал П. А. Костычев (1845—1895). Он вскрыл сущность взаимосвязи между почвой и растениями, показал огромную роль деятельности человека в изменении этих связей. Костычев придавал большое значение агрофизическим свойствам почвы, ее структуре и строению. Он разработал ряд мер по улучшению этих свойств, установил роль растений и обработки почвы в улучшении физических свойств. Ему принадлежит заслуга в создании наиболее совершенной системы обработки почвы, направленной на борьбу с сорняками и регулирование водного режима.

В развитие земледельческой теории и практики крупный вклад внес И. А. Стебут (1833—1923). Его капитальным трудом является монография «Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России» (1873—1879). По результатам мирового и отечественного опыта, многочисленных исследований и обобщений автор обосновал экономику, организацию, технологию производства растениеводческих продуктов с учетом биологических требований культур и условий внешней среды. Стебут был широко известен и как талантливый педагог. При жизни его называли патриархом агрономии.

Великий русский химик Д. И. Менделеев (1834—1907) в научных изысканиях не ограничивался лишь химией, он занимался исследованиями по земледелию и животноводству, мелиорации и лесоводству, вопросами переработки продукции. Он считал, что современное сельское хозяйство начинается там, где создаются следующие условия: 1) имеются выгодные человеку породы животных и сорта растений; 2) осуществляется сбыт продукции на сторону в качестве товара; 3) развивается специализация; 4) неуклонно сокращается доля затрат физического труда за счет применения машин. Особое внимание Менделеев уделял интенсификации земледелия, применению удобрений, использованию питательных веществ подпахотных слоев почвы при помощи глубокой пахоты. Высокоэффективное земледелие возможно лишь на основе развитой промышленности, снабжающей сельское хозяйство машинами, орудиями, минеральными удобрениями. Д. И. Менделеев обосновал то, что сельское хозяйство нуждается в гораздо больших капиталах, чем любая другая отрасль народного хозяйства.

Всемирно известные работы К.А. Тимирязева (1843—1920) по фотосинтезу и физиологии растений позволили показать потенциальные возможности повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в земледелии. Тимирязев считал, что основной задачей земледелия является изучение требований растений и их удовлетворение при помощи различных приемов, которые должны быть направлены прежде всего на развитие растения в нужном для земледельца направлении. Он считал, что при объединении науки и практики возможно «вырастить два колоса, там где прежде рос один». Он

предупреждал о том, что ни в какой другой деятельности не требуется взвешивать столько разнообразных сведений, нигде увлечение односторонней точкой зрения не может привести к такой крупной неудаче, как в земледелии.

Многое сделал для развития научной агрономии, опытного дела в России А. Г. Дояренко (1874—1958). Его исследования о факторах жизни растений и их взаимосвязях, влиянии на них различных агроприемов, использовании растениями солнечной энергии сохранили свою актуальность и в наши дни. Изучение водно-воздушного и пищевого режимов почвы привело Дояренко к выводу о решающей роли их в регулировании строения пахотного слоя почвы, и в первую очередь соотношения капиллярной и некапиллярной скважности. Он по-новому подошел к решению проблемы опытного дела в земледелии, изучил характер пестроты полей, был зачинателем курса по опытному делу. Дояренко определил содержание и структуру курса земледелия в учебных заведениях, которые до настоящего времени мало изменились.

Выдающийся вклад в развитие отечественного земледелия и агрохимии внес Д. Н. Прянишников (1865—1948), разработавший теорию питания растений и методы повышения плодородия почвы, особенно при помощи широкого применения минеральных удобрений. Он многое сделал для разработки физиологических основ современного научного земледелия и растениеводства. Основным вопросом исследований Прянишникова был азотный обмен у растений, в который он внес ясность и сделал важные обобщения. На основе этих обобщений в нашей стране стала развиваться азотная промышленность и применяться азотные и другие удобрения.

Существенным вкладом в теорию и практику отечественного земледелия являются труды В. Р. Вильямса (1863—1939). Большое внимание он уделял теории почвообразовательных процессов, сущности почвенного плодородия как фактора жизни растений. Вильямс отмечал необходимость при возделывании сельскохозяйственных культур одновременного присутствия всех факторов их жизни и роста в целях максимального удовлетворения потребностей растений. Большой заслугой его является то, что он первым сформулировал закон незаменимости и равнозначности факторов жизни растений, имеющих определяющие значения в земледелии. Он разработал теоретические и практические основы травопольной системы земледелия.

В истории развития научного земледелия следует отметить важность работ Н. М. Тулайкова (1875—1938) по сухому земледелию (в засушливых районах страны). С его именем связывают разработку теории мелкой обработки почвы, способствующей лучшему накоплению и сохранению влаги. Он первым заговорил о применении в засушливых районах севооборотов с короткой ротацией, заложил основы почвозащитного земледелия.

Активным пропагандистом мелких бесплужных обработок почвы в России был И. Е. Овсинский. Он отвергал глубокую обработку почвы плугом и признавал необходимость рыхления на 5—7,5 см для уничтожения сорных трав и заделки навоза. Для таких обработок впервые были сконструированы культиваторы с плоскорежущими рабочими органами. Экспериментальная

проверка системы мелкой пахоты в начале века выявила ее неэффективность, и поэтому она была отвергнута на долгие годы. Тем не менее, агрономическая наука ищет пути замены плужной обработки почвы, уменьшения ее глубины и числа.

Мощным импульсом для дальнейшего развития теории и практики почвозащитного земледелия послужили разработки Т. С. Мальцева, А. И. Бараева.

Т. С. Мальцев (1895—1994) выдвинул идею о замене вспашки безотвальной обработкой почвы в районах Зауралья и Западной Сибири. Сущность принципиально новой системы обработки почвы заключалась в чередовании по годам и полям глубокой безотвальной пахоты (25-27 см) с поверхностными обработками (10-12 см) в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах. Глубокую безотвальную вспашку проводят один раз в 3—5 лет.

А. И. Бараев (1908—1985) в начале 60-х годов прошлого века сформулировал концепцию новой почвозащитной системы земледелия для зон ветровой эрозии почв и применил ее на практике. Суть ее заключалась в замене вспашки плоскорезной обработкой с сохранением на поверхности почвы стерни и освоении зернопаровых севооборотов с короткой (3-5 лет) ротацией вместо зернотравянопропашных с длинной ротацией (8-10 лет). Для этих целей были разработаны специальный комплекс противозерозионной техники и новая технология возделывания сельскохозяйственных культур.

2 НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

2.1 Факторы жизни растений

Растения, возделываемые человеком, как и другие организмы, в течение всей своей жизни постоянно находятся во взаимодействии с внешней средой. Несоответствие условий среды потребностям растительных организмов вызывает нарушения нормальных процессов роста и развития и даже гибель растений. Напротив, удовлетворение потребностей растений всеми условиями их жизни позволяет полнее использовать биологические возможности их для получения максимального урожая. Эти требования определяются наследственностью растений и различны не только для каждого вида, но и для каждого сорта той или иной культуры. **Познание этих требований** составляет первую основу научного земледелия и дает возможность не только лучше удовлетворять их, но и правильно устанавливать структуру посевных площадей, чередование культур, размещение севооборотов.

Вторую основу научного земледелия составляет **учение о плодородии почвы**. Как природное свойство плодородие зависит от накопления в процессе почвообразования питательных веществ, физических свойств почвы и климатических условий. В нашей стране проведено почвенно-климатическое районирование, в результате которого выделены почвенно-климатические зоны. Изучение почв и климата этих зон – неперенное условие научно обоснованной агротехники.

Эффективное плодородие почвы зависит не только от наличия питательных веществ и климатических условий, но и от того, насколько они могут быть использованы растениями. **Превращение элементов питания в пригодную для растений форму, увеличение коэффициента использования атмосферных осадков растениями** осуществляется с помощью различных земледельческих приёмов и целых систем агрономических мероприятий. Применение их позволяет согласовывать требования растений с условиями среды, что составляет третью и главную основу земледелия.

Для нормальной жизнедеятельности культурных растений необходимы свет, тепло, вода, питательные вещества, включая углекислоту и воздух. В земледелии они получили название земных и космических факторов жизни растений. К **космическим факторам** относятся свет и тепло, к **земным** — вода, диоксид углерода, кислород, азот, фосфор, калий, кальций и многие другие элементы.

Космические факторы жизни растений в земледелии, по существу, не регулируются или регулируются незначительно. Земные факторы, наоборот, удастся регулировать и создавать оптимальные условия для роста и развития культурных растений.

Космические факторы жизни растений зависят от использования световой и тепловой энергии солнца. Солнечная радиация в решающей степени определяет климат Земли и зональные особенности. Климатические условия

обуславливают возможность произрастания тех или иных растений. Кроме того, климат — один из факторов почвообразования, воздействующих и через почву, то есть косвенно на произрастающие растения. Почвенно-климатические условия в решающей степени определяют специализацию земледелия, местный характер производства, возможный набор сельскохозяйственных культур.

Свет, его роль в жизни растений и способы воздействия этим фактором на их рост и развитие изучаются в курсе физиология растений, выводы которой используются в земледелии и растениеводстве. Основным источником света для растений полевой культуры служит солнечная радиация. Хотя этот источник находится вне нашего влияния, степень использования световой энергии солнца для фотосинтеза зависит от уровня агротехники. Для лучшего ее использования применяют специальные приемы: нормы высева, способы посева, направления рядов, прореживание растений, уничтожение сорняков, искусственное освещение.

Среди сельскохозяйственных растений широко распространен фотопериодизм. По продолжительности освещения выделяют растения длинного дня (не менее 12 ч), короткого (менее 12 ч) и нейтрального дня.

В задачу земледельца входит повышение коэффициента использования физиологически активной радиации (ФАР). Обычно в посевах коэффициенты использования ФАР являются сравнительно низкими и составляют 0,5-3%. Используя различные приемы в технологиях возделывания сельскохозяйственных

растений, коэффициент использования ФАР можно повысить в 2 и более раз.

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

К настоящему времени установлена различная потребность сельскохозяйственных растений в тепле за вегетационный период (табл. 2).

Таблица 2 – Потребность культур в тепле

Культура	Сумма активных температур, °С
Яровая пшеница	1200-1700
Ячмень	950-1450
Овес	1000-1600
Картофель	1600
Лен	1500
Многолетние травы	900
Кукуруза на силос	1800-2400

Оценку потребности растений в тепле дают по сумме активных температур (выше 10°C) за период вегетации. Колебания потребности в тепле одних и тех же культур зависят от сорта.

Вода и питательные вещества, представляют почвенные факторы жизни растений. Поэтому воду и питательные вещества называют элементами плодородия почвы. Значение их в жизни растений обстоятельно изучается физиологией и агрохимией, а способы регулирования в земледелии будут рассмотрены в этом курсе.

Одним из показателей потребности растений в воде служит транспирационный коэффициент, то есть количество воды, необходимое для создания единицы сухого вещества в растении. Общий расход воды с 1 га (в м³ или в мм) называется суммарным водопотреблением, а расход на 1 т урожая — коэффициентом водопотребления (табл. 3). Потребность растений в воде изменяется по фазам роста и развития. Фазы, в которые растения требуют наибольшего количества воды, называются критическими.

Таблица 3 – Коэффициенты водопотребления культур

Культура	Коэффициент водопотребления, м ³ /т сухой биомассы
Яровая пшеница	400-465
Ячмень	435-500
Овес	500-550
Картофель	450-500
Лен	300-310
Многолетние травы	600-650
Кукуруза	250-350

В растениях из простых органических соединений и минеральных веществ образуются сложные органические продукты. Они состоят из углерода, кислорода, водорода, азота и многих минеральных элементов. На долю первых трех элементов приходится 94% сухого вещества растений, причем углерод по массе составляет в сухом веществе в среднем 45%, кислород — 42% и водород — 7%. Оставшиеся 6% сухой массы урожая приходятся на долю азота и зольных элементов. Все наземные растения ежегодно извлекают из атмосферы около 20 млрд. т углерода в форме CO₂ (1300 кг/га). В растениях обнаружены практически все известные химические элементы, доказано участие 27 из них в процессах обмена, 15 признаны необходимыми для нормального роста и развития растений.

Воздух необходим как источник кислорода для дыхания растений и почвенных микроорганизмов; как источник углерода, который растения усваивают в процессе фотосинтеза; для микробиологических процессов в почве, в результате которых органическое вещество почвы разлагается аэробными микроорганизмами с образованием растворимых минеральных соединений азота, фосфора, калия и других нужных растениям элементов.

2.2 Законы земледелия

Законы земледелия есть не что иное, как выражение законов природы, проявляющихся в результате деятельности человека по возделыванию сельскохозяйственных культур. Они раскрывают связи растений с условиями внешней среды, а также определяют пути развития земледелия, которые должны осуществляться в строгом соответствии с этими законами.

Закон автотрофности зеленых растений (И.И. Гунар, 1969). Зеленые растения, используя энергию солнечного света и поглощая из воздуха углекислый газ, а из почвы воду и минеральные соединения, синтезируют все необходимые им органические вещества в количествах, обеспечивающих полное развитие и высокую урожайность растений.

Этот закон объединил теории фотосинтеза и минерального питания растений.

Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений устанавливает, что **ни один из факторов жизни растений не может быть заменён никаким другим** (В.Р. Вильямс, 1932). Это значит, что, сколько бы мы ни вносили удобрений, они не могут возместить недостаток воды, так же, как фосфор нельзя заменить азотом или калием.

Ничтожная потребность растения в каком-либо микроэлементе, если она не будет удовлетворена, может нарушить нормальный ход роста и развития или даже привести растение к гибели, точно так же, как и отсутствие фактора, потребляемого растением неизмеримо в большем количестве. В этом проявляется абсолютный характер закона.

В практике земледелия равнозначность факторов принимает относительное значение в связи с неодинаковой трудностью удовлетворения потребности растения в них. Дефицит в том или ином факторе жизни определяется не только величиной потребности, но и запасами его в почве или приток извне. Разница между потребностью и наличием фактора составляет величину дефицита, который должен быть покрыт соответствующими приёмами.

Закон минимума гласит, что **развитие растений и величина урожайности любой культуры определяются фактором, находящимся в минимуме** (Ю. Либих, 1840). По мере удовлетворения потребности растения в недостающем факторе урожай повышается до тех пор, пока он не будет ограничен другим фактором, оказавшимся в минимуме.

Наглядно этот закон может быть изображен в виде бочки (бочка Добенека), клепки которой условно обозначают различные факторы жизни растений (рис. 1). Они неодинаковы по высоте, каждая соответствует степени обеспеченности потребности растения в данном факторе, выраженной в процентах.

Пунктиром показан максимально возможный урожай растений при оптимальном наличии всех факторов (бочка заполнена доверху). Однако фактический урожай определяется высотой самой низкой клепки, то есть коли-

чеством фактора, находящегося в минимуме. Если заменить данную клепку, то уровень воды в бочке (урожай растений) будет определять другая клепка, которая при изменившихся условиях окажется минимальной по высоте.

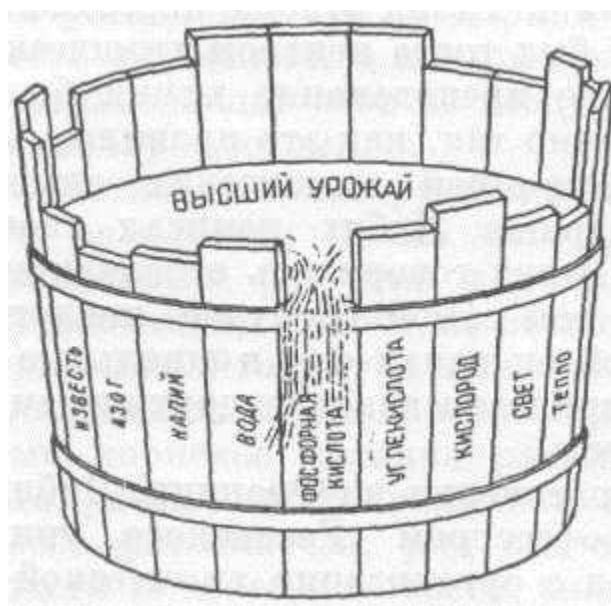


Рисунок 1 – Бочка Добенека

Этот закон также можно представить в другом виде – в виде графика (рис.2). Из приведённого примера видно, что два фактора азот и свет удовлетворяют потребности растений полностью, а остальные находятся в недостатке. Сдерживающим фактором является микроэлементы и урожай можно получить порядка 60% от потенциальных возможностей сорта. Значит, внесение микроэлементов поднимает планку урожая в данном примере до 70%, где сдерживающим фактором будет содержание калия и т.д.

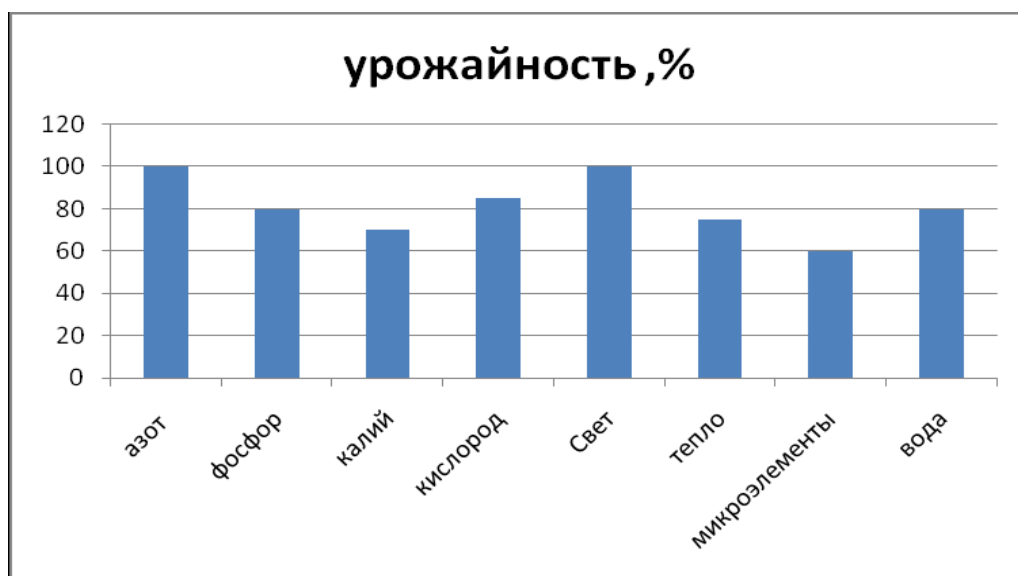


Рисунок 2 – Факторы, обеспечивающие формирование урожая

Закон минимума, оптимума и максимума (Р. Сакс, XIX век) гласит: **наивысший урожай может быть получен при оптимальном наличии фактора; уменьшение или повышение его уровня приводит к снижению урожая.** В этом можно убедиться на примере такого фактора как температура. Любой жизненный процесс в растении начинается при каком-то минимуме температуры, протекает наилучшим образом при оптимальной температуре, замедляется, а затем совсем прекращается по мере дальнейшего ее повышения.

Хрестоматийным подтверждением этого закона являются данные опыта Гельригеля. В этом опыте выращивали ячмень в стеклянных сосудах, заполненных одинаковой почвой. Все условия выращивания ячменя, кроме влажности почвы были одинаковыми. Максимальный урожай ячменя был получен при влажности почвы 60% от максимальной влажности. При минимальном показателе влажности – 5% урожай был минимальным, а при максимальном увлажнении урожай получен не был (рис. 3).

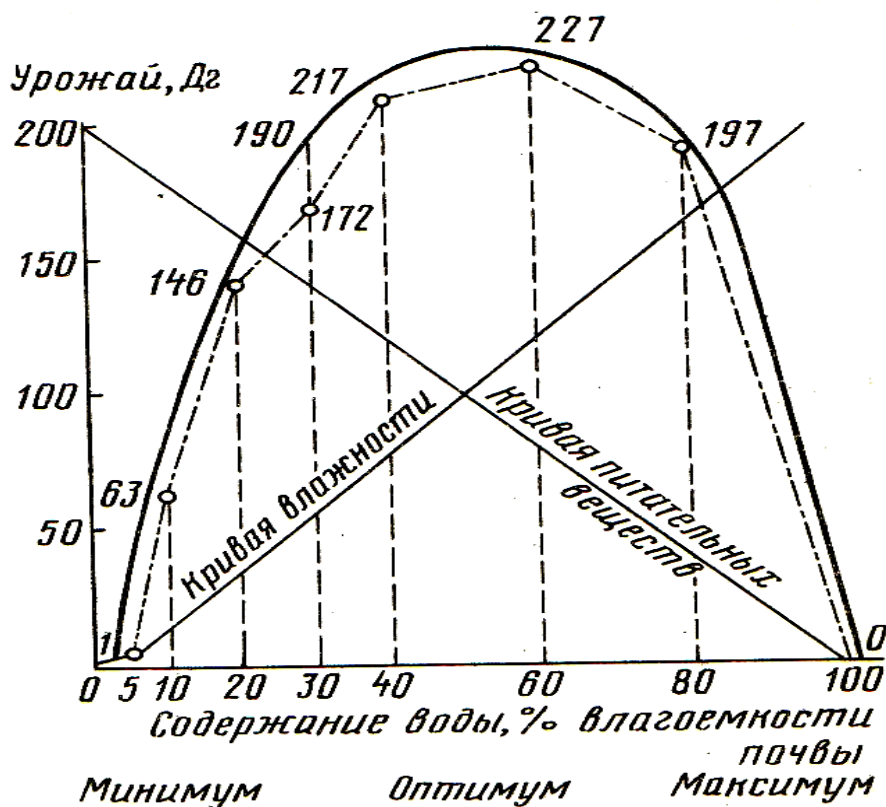


Рисунок 3 – Изменение величины урожая растения в зависимости от содержания влаги в почве

Закон совокупного действия факторов жизни растений гласит: **все факторы жизни растений действуют совместно, то есть взаимодействуют в процессе роста и развития растений** (Г. Либшер, Люндегорд, Э. Митчерлих, 1909).

Оптимальное количественное соотношение факторов устанавливают на основе научных исследований и практического опыта. Эти соотношения, так же, как и сами комплексы факторов, изменяются по мере роста растений в

зависимости от погодных и почвенных условий. Они специфичны для каждого вида и сорта растений.

Закон совокупного действия факторов жизни растений не устраняет закона минимума. Значение последнего состоит в том, что фактор, находящийся в первом минимуме, имеет ведущее значение в повышении урожая. Умение определить фактор, находящийся в данное время в минимуме, и воздействовать на него позволяет повышать урожайность при наименьших затратах труда и средств.

Различают три вида взаимодействий (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность озимой ржи, ц/га

Взаимодействие	Фактор			
	Без удоб- рений	NPK	Навоз	Навоз + NPK
Синергизм	15	25 (15+10)	20 (15+5)	35 (15+20) т.е. $15 < 20$
Антагонизм	15	25 (15+10)	20 (15+5)	27 (15+12) т.е. $15 > 12$
Аддитивность	15	25 (15+10)	20 (15+5)	30 (15+15) т.е. $15 = 15$

1. *Положительное – синергизм.* Два фактора при совместном использовании усиливают друг друга, причем конечный результат от их совместного применения получается больше, чем когда они применяются по отдельности.

2. *Отрицательное – антагонизм.* Два фактора при совместном использовании ослабляют друг друга, причем конечный результат от их совместного применения получается меньше, чем когда они применяются по отдельности.

3. *Когда явления складываются – аддитивность* (от лат. additivus — прибавляемый), свойство величин, состоящее в том, что значение величины, соответствующее целому объекту, равно сумме значений величин, соответствующих его частям при любом разбиении объекта на части (в этом случае конечный результат получается одинаковый, как при совместном использовании факторов, так и при их раздельном применении).

Сельскохозяйственные угодья являются открытыми агросистемами, это значит, что ежегодно идет отчуждение с поля продукции в виде зерна, соломы, сена, зеленой массы и т.д. - вывозятся с поля усвоенными растениями питательные вещества. В таком случае плодородие поля будет постоянно снижаться, а поэтому будет снижаться урожай последующих культур. Чтобы этого не происходило, в практической деятельности обязательно следует помнить закон возврата, который можно сформулировать следующим образом: ***вещество и энергия, отчужденные из почвы с урожаем, должны быть возвращены в почву с определенной степенью превышения*** (Ю. Либих, 1840).

Использование этого закона позволяет не просто сохранять, но и улучшать земли.

Закон плодосмена (М.Г. Павлов, 1838) гласит: *любое агротехническое мероприятие более эффективно при плодосмене, чем при бессменном посеве.*

Закон возрастания плодородия почвы (В.Д. Панников, XX век): *в самой природе почвообразовательного процесса совершающего при ведущей роли живых организмов заложено неизменное возрастание со временем плодородия почвы.*

Закон убывающего плодородия почвы (А. Тюрго, Т. Мальтус, XVIII век) гласит: *каждая последующая прибавка урожая достигается с большими затратами, чем предыдущая.* Но этот закон имеет много противников.

В земледелии действие указанных законов проявляется через плодородие почвы.

2.3 Законы земледелия и агротехника

Комплексы факторов жизни будут различны не только для разных растений, но и для одного и того же вида растений по периодам их роста и развития.

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

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

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

Система агротехнических мероприятий лишь тогда становится действенным средством управления ростом и развитием растений, когда она соответствует меняющимся требованиям растений на протяжении всего вегетационного периода. Вследствие неодинаковых почвенных и климатических условий и разнообразия возделываемых культур в разных зонах страны в минимуме будут находиться то одни, то другие факторы жизни растений, на ко-

торые необходимо воздействовать в первую очередь. Поэтому систему агротехнических мероприятий необходимо применять творчески, с учетом требований растений и конкретных условий среды.

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

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

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

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

При оценке действия любого агроприема, а особенно всей системы в целом, надо учитывать не только ближайшее, но и более отдаленное действие. Известно, что слишком интенсивная обработка почвы без внесения органических удобрений приводит к обеднению почвы гумусом, ухудшению ее физических свойств и развитию водной и ветровой эрозии. Поэтому наряду со скородействующими приемами в системе агротехники необходимо предусматривать меры коренного улучшения почв агроомелиоративными средствами (известкование кислых почв, мелиорация солонцов, заболоченных почв и т.д.).

При разработке системы агротехники, особенно применения удобрений, необходимо учитывать закон возврата и регулирование обмена веществ между природой и человеческим обществом.

Система агротехнических приемов должна не только обеспечивать получение высоких урожаев в настоящее время, а предусматривать получение еще больших урожаев в будущем, то есть постоянно повышать плодородие пашни.

По мере развития науки и техники совершенствуется агротехника, она не может быть неподвижной. Разработанные новые приемы возделывания той или иной культуры должны быстро внедряться в производство. Это неперемненное условие прогресса в земледелии.

3 ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

3.1 Понятие плодородия почвы

Плодородие почвы¹ – это способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормальной деятельности.

Плодородием почвы² – это способность почвы служить культурным растениям средой обитания, источником и посредником в обеспечении земными факторами жизни и выполнять экологическую функцию.

Плодородие почвы³ – это способность почвы на основе ее агрофизических, агрохимических и биологических свойств служить средой обитания для растений и быть источником и посредником в использовании земных факторов жизни для обеспечения производства экологически безопасной продукции (урожая).

По ГОСТу 16265—89 **плодородие** – совокупность свойств почвы, обеспечивающих необходимые условия для жизни растений.

Плодородие почвы определяет общую продуктивность биоценоза и урожайность сельскохозяйственных культур.

3.2 Виды плодородия

Различают естественное, искусственное и эффективное плодородие почв.

Естественное плодородие – это плодородие, созданное под действием природных факторов без участия человека. Оно создается в результате природных процессов почвообразования и определяется различными механическим и химическим составом почвы, мощностью гумусового горизонта, содержанием гумуса и доступных форм элементов питания, гранулометрическим, минералогическим и химическим составом почвы, ее физико-химическими и агрофизическими свойствами, интенсивностью микробиологических процессов.

Плодородие, являющиеся результатом деятельности человека (обработка, применение удобрений, возделываемые растения, мелиорация и др.), носит название **искусственного**. Производственное воздействие на почву не ограничивается только переводом содержащихся в ней веществ из недоступных форм в легкоусвояемые; при этом также изменяются и ее другие свойства. Например, внесение органических и минеральных удобрений, известкование и гипсование изменяют химический состав почвы и содержание в ней органического вещества; орошение позволяет снабжать растения необходимым количеством воды; осушение даёт возможность регулировать водно-воздушный и тепловой режим почвы.

В практике оба вида плодородия едины и выражаются в виде эффективного плодородия.

Эффективное плодородие почвы - это наличие в почве определенных запасов питательных веществ и физико-биологических свойств, а также степень их использования. Это плодородие оценивается получаемой урожайностью сельскохозяйственных культур.

Потенциальное плодородие – характеризуется общими запасами элементов питания растений и факторов жизни и способностью почвы постоянно мобилизовать их для повышения и восстановления эффективного плодородия.

3.3 Элементы и условия плодородия

С развитием агрономии изменяется и плодородие земли, так как изменяются средства, при помощи которых элементы почвы делаются более пригодными для использования.

По мере интенсификации земледелия всё большую роль в эффективном плодородии играют приемы воздействия человека на почву, а природные свойства приобретают подчиненное значение.

Такое воздействие человека позволяет не только сохранить уровень плодородия почвы, но и повышать его, так как сама земля действует в качестве средства производства и постоянно улучшается, если правильно обращаться с нею.

Можно выделить элементы и условия плодородия почвы.

Элементы плодородия – это необходимые земные факторы жизни растений, связанные с почвой. К ним относятся биологический, водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы.

Условия плодородия – это такое состояние почвы, при котором обеспечивается наилучший приток и использование растениями элементов плодородия и устраняется антагонизм между ними. К условиям плодородия относятся физические и физико-химические свойства почвы, ее реакция, чистота от зачатков сорняков, возбудителей болезней и вредителей. Условия плодородия зависят не столько от природных свойств почвы, сколько создаются в процессе функционирования земли в качестве средств сельскохозяйственного производства, то есть в результате окультуривания почвы.

Окультуривание есть процесс изменения важных природных свойств почвы в благоприятную сторону путём применения научно обоснованных приёмов воздействия на почву (мелиорация, известкование и гипсование, внесение удобрений, обработка почвы, борьба с засорённостью, загрязнённостью и т. д.).

3.4 Методы окультуривания почвы

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

Биологический метод заключается в регулировании процесса синтеза и разложения органического вещества в почве, а также почвенной биоты; правильном подборе возделываемых растений и их сортов; наилучшем соотношении между ними и правильном чередовании их в севообороте. Особое влияние на баланс органического вещества в почве оказывает посев многолетних бобовых трав и травосмесей бобовых и злаковых культур. Посевы бобовых трав служат также наиболее дешевым и доступным способом обогащения почвы азотом путём фиксации его из атмосферного воздуха клубеньковыми бактериями. Большое влияние оказывают также посевы бобовых растений на зеленое удобрение, использование различных приёмов регулирования численности и состава микрофлоры. Разложение органического вещества в почве усиливается при более глубокой и своевременной обработке почвы, введение в севообороты пропашных культур и чистых паров.

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

Физический метод состоит в физико-химическом воздействии на почву. Сюда относятся приёмы обработки почвы, агрофизические методы создания почвенной структуры, приёмы регулирования водного, воздушного и теплового режимов почв, мелиорацию.

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

Уровень плодородия и степень окультуренности почвы определяют по ряду показателей, которые условно можно разделить на три группы, что и методы окультуривания: биологические, агрофизические и агрохимические. Для большинства типов почв интегральным показателем плодородия является содержание органического вещества и его качественное состояние.

3.5 Модель плодородия почв

Плодородная почва должна отвечать следующим условиям:

- содержать достаточное количество питательных веществ;
- содержать достаточное количество воды;
- быть устойчивой к эрозии и дефляции;
- быть пригодной для применения новейших технологий возделывания культур;
- быть способной быстро устранять явления почвоутомления;
- её фитосанитарный уровень должен быть высоким, она должна быть чистой от сорняков, вредителей, болезней.

Примерная модель плодородия дерново-подзолистых средне-суглинистых почв Нечерноземной зоны России приведена ниже (табл. 5). Продуктивность модели 4,5—6,0 т зерна или 6500-7500 корм. ед.

Таблица 5 – Модель плодородия дерново-подзолистых почв

Показатели плодородия и их параметры	Технологические и вещественные факторы простого воспроизводства плодородия
Агрофизические	
Плотность — 1,1-1,2 г/см ³	Обработка почвы — разноглубинная, сочетающая отвальные и безотвальные приёмы, почвозащитная, с элементами минимализации
Порозность — 50-55%	
Воздухоемкость — 25-30%	
Структура — мелкокомковатая, водопро- Чность макроструктуры — более 40%	
Мощность пахотного слоя — 25-30 см. Подзолистый горизонт отсутствует	
Биологические	
Содержание в пахотном слое гумуса 2,5-3%, запас — 75-90 т/га	Внесение органических удобрений — 10-12 т/га
Активность почвенной биоты высокая	Многолетние травы — 25-30% общей структуры посева
Фитосанитарное состояние — численность сорняков поддерживается на уровне эко- но- мического порога вредоносности, возбу- ди- тели болезней и вредители отсутствуют	
Агрохимические	
Состояние ППК и кислотности: рН — 6,0-6,5=7-12 мг-экв, V= 80-90%	Известкование — по полной гидролитической кислотности 1 раз в 5—6 лет Внесение минеральных удобрений: NPK - 250-300 кг/га севооборотной площади Соотношение N : P : K = 1:0,5-0,6:1,2-1,3
Содержание NPK, мг/кг почвы: минеральный азот — 30-50, подвижные формы фосфора — 150-250, подвижные формы калия — 200-250	
Содержание микроэлементов, мг/кг поч- вы: медь — 0,8-1,2, молибден — 0,2-0,4, бор — 0,5-0,6, цинк — 5-7	

Воспроизводство плодородия почвы бывает простое и расширенное. Возвращение почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию означает *простое воспроизводство*. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня — это *расширенное воспроизводство* плодородия. Простое воспроизводство применимо для почв с оптимальным уровнем плодородия. Расширенное воспроизводство реализуется для почв с низким естественным уровнем плодородия, не способным обеспечить достаточную эффективность факторов интенсификации земледелия. Расширенное воспроиз-

водство плодородия дерново-подзолистых почв — обязательное условие расширенного воспроизводства продукции земледелия вообще.

Воспроизводство плодородия почвы в современном земледелии осуществляют двумя способами: вещественным и технологическим. Первый предполагает применение удобрений, мелиорантов, пестицидов и т. д., второй — севооборота, промежуточных культур, различных приемов обработки почвы и способов посева и других.

Вещественные факторы воспроизводства оказывают более сильное и многообразное воздействие на плодородие почвы. Технологическое воздействие не в состоянии компенсировать материальные потери почвенного плодородия; его эффект основан на мобилизации вещественных ресурсов почвы и краткосрочен.

4 АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

4.1 Гранулометрический состав почвы

Почва состоит из твёрдой фазы, жидкой и газообразной. Твёрдая фаза состоит из частиц различного происхождения. Жидкая и газообразная фазы заполняют промежутки - поры между этими частицами.

Твердая фаза почвы представляет собой смесь механических элементов трех видов: минеральных, органических и органоминеральных. Они представлены обломками горных пород, минералами, гумусовыми и органо-минеральными соединениями. В минеральных почвах преобладают минеральные механические частицы разных формы и размера, разного химического и минералогического составов.

Механические частицы почвы больше 1 мм в диаметре именуются скелетом почвы, частицы меньше 1 мм — мелкозёмом. Мелкозём подразделяют на физический песок (частицы больше 0,01 мм) и физическую глину (частицы меньше 0,01 мм).

По другой классификации выделяются следующие фракции:

более 3 мм – камни;

от 3 до 1 мм – гравий;

от 0,05 до 1 мм – песок крупный, средний и мелкий;

от 0,05 до 0,001 мм – пыль крупная;

от 0,001 до 0,0001 – ил;

менее 0,0001 – коллоиды.

Относительное содержание в почве механических элементов (фракций) – или относительное содержание песка и глины - называется *гранулометрическим составом*.

В зависимости от содержания физического песка и физической глины почвы бывают песчаными, супесчаными, суглинистыми (легкие, средние, тяжелые), глинистыми (легкие, средние, тяжелые), а в зависимости от величины сопротивления, оказываемого при обработке, почвы по гранулометрическому составу условно подразделяют на легкие (песчаные и супесчаные), средние (легко и среднесуглинистые) и тяжелые (тяжелосуглинистые и глинистые).

С уменьшением размеров фракций изменяются их свойства и действие на плодородие почвы, в том числе и на поглотительные (сорбционные) свойства. Особенно сильно это проявляется на границе более и менее 0,01 мм. Частицам менее 0,001 мм принадлежит особая роль в образовании структуры почвы.

С измельчением частиц возрастают их емкость поглощения, гигроскопичность, влагоемкость, пластичность, липкость и другие свойства. Песок обладает высокой водопроницаемостью и низкой капиллярной влагоемкостью. Пыль, особенно мелкая, способна к коагуляции и структурообразованию, обладает поглотительной способностью, содержит повышенное количе-

ство гумусовых веществ. Однако почвы при обилии тонкой пыли имеют низкую водопроницаемость, большое количество недоступной влаги, высокую способность к набуханию, усадке, липкости, трещиноватости и плотному сложению. Почвы с высокой твердостью оказывают большое сопротивление рабочим органам почвообрабатывающих машин и препятствуют росту проростков и корней растений.

По мере увеличения содержания физического песка в составе почвы уменьшается её плотность.

В большинстве случаев наиболее благоприятное сочетание агрофизических, биологических и агрохимических показателей плодородия отмечают в почвах среднего гранулометрического состава. Но для разных почвенных типов это положение не абсолютно. Например, наиболее высокое плодородие черноземов, как правило, соответствует тяжелому гранулометрическому составу. Для дерново-подзолистых почв благоприятнее более легкий гранулометрический состав.

При длительном земледельческом использовании почвы ее гранулометрический и минералогический состав не претерпевает существенных изменений. Кроме того, гранулометрический состав не требует воспроизводства. Исключение составляют защищенный грунт или небольшие площади земель, где гранулометрический состав можно изменять в ту или иную сторону, добавляя песок или глину.

4.2 Структура почвы

Минеральные, органические и органоминеральные частицы, взаимодействуя между собой, при определенных условиях могут взаимно притягиваться: коагулировать, слипаться, склеиваться, образуя различной величины и формы агрегаты или структурные отдельности. Способность почвы образовывать из механических элементов агрегаты называется **структурностью**.

Совокупность агрегатов различной величины, формы, прочности, водопрочности и пористости называется **структурой почвы**. Она определяет благоприятное строение пахотного слоя почвы, ее водные, физико-механические и технологические свойства и водно-гидрологические константы.

По классификации С. А. Захарова, по форме различают следующие типы структуры: глыбистую, комковатую, ореховатую, зернистую, столбчатую, призматическую, плитчатую, пластинчатую, листоватую, чешуйчатую.

Черноземы, например, в естественном состоянии характеризуются отчетливо выраженной зернистой структурой; серые лесные почвы — ореховатой; окультуренные дерново-подзолистые почвы приобретают комковатую структуру, а неокультуренные подзолы отличаются плитчатой и листоватой.

В земледелии имеются разные классификация структурных агрегатов по величине:

мегаструктура (глыбистая) — комки > 10 мм

- крупноглыбистая - комки > 10 мм

- мелкоглыбистая - комки 10-1 мм

макроструктура (комковато-зернистая) – комки в диаметре от 10 до 0,25 мм:

- крупнокомковатая - комки от 10 до 3 мм
- среднекомковатая – комки от 3 до 1 мм
- мелкокомковатая – комки от 1 до 0,25 мм

микроструктура – комки <0,25 мм в диаметре

- грубая 0,25-0,01
- тонкая <0,01 мм

Механическое разделение почвенной массы на структурные отдельные (комки) в природных условиях происходит под воздействием корневых систем растений, жизнедеятельности биоты почвы, под влиянием периодических промораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания почвы, в результате воздействия почвообрабатывающих орудий.

Влияние растительности на образование структуры различно, что обусловлено степенью развития корневой системы. Так, многолетние травы с мощной корневой системой оказывают большее влияние на процесс структурообразования, чем однолетние культуры. Процесс образования структуры под действием растений состоит из двух этапов: расчленения корневой системой почвенной массы на структурные отдельные и агрегатирования их продуктами разложения корневых выделений и остатков.

Сменяющиеся промерзание и оттаивание оптимально увлажненной почвы положительно влияют на образование структурных агрегатов и разрыхление почв. Эффект промораживания-оттаивания основан на одновременном замерзании и оттаивании воды, находящейся в некапиллярных и капиллярных порах.

Механические факторы структурообразования особенно проявляются в процессе обработки почвы. При работе почвообрабатывающих орудий наибольшее количество макроагрегатов образуется в почве, находящейся в состоянии физической спелости (оптимальной влажности структурообразования).

В качестве цемента агрегатов служат органические (гумматы 2-х и 3-х валентных катионов – Ca, Mg, Fe, Al) и минеральные коллоиды, продукты метаболизма микроорганизмов, почвенной фауны.

В агрономическом понимании положительной структурой является мелкокомковатая и зернистая с агрегатами диаметром от 0,25 до 10 мм, пористая, механически упругопрочная и водопроочная. Наряду с макроструктурой (более 0,25 мм) большое значение имеет и ее микроструктура (менее 0,25 мм). Она также должна быть водопроочной и пористой. Такая структура сообщает положительные свойства макроагрегатам. Она повышает влагоемкость почв, улучшает водо- и воздухопроницаемость.

Благоприятные размеры макро- и микроагрегатов для пахотной почвы в большей мере относительны. В более влажных условиях оптимальные размеры структурных агрегатов увеличиваются (1-3 мм), а в засушливых — уменьшаются (0,5-1 мм). В условиях эрозионной опасности особое агроно-

мическое значение приобретает увеличение размеров агрегатов до 1-2 мм в диаметре.

По содержанию водопрочных агрегатов (по С. И. Долгову и П. У. Бахтину) структуру подразделяют: более 70% – отличная; 70-55% – хорошая; 55-40% – удовлетворительная; 40-20% – неудовлетворительная; менее 20% – плохая.

Агрономически ценная структура должна быть пористой. В почвах с хорошей пористостью внутри и между микро- и макроагрегатами хорошо проникает и сохраняется вода. В то же время наиболее крупные межагрегатные поры остаются свободными от водной эрозии и дефляции.

Возникновение дефляции вызывается перемещением почвенных частиц и микроагрегатов размером от 0,1 до 0,5 мм. Передвигаясь под влиянием ветра скачкообразно, они передаются и передвигаются воздушным потоком.

Исследования наносов показали, что они состоят из фракции почвы менее 1 мм по диаметру. На этом основании эрозионно устойчивыми считаются частицы и агрегаты больше этого размера. Почва становится устойчивой к ветру, если ее верхний слой содержит таких агрегатов свыше 50% по массе.

В обрабатываемых почвах структура находится в динамическом состоянии. С одной стороны, в почве протекают процессы структурообразования в результате механических, физико-химических и биологических факторов. С другой стороны, почвенные агрегаты постоянно разрушаются. Все многообразие причин, оказывающих отрицательное воздействие на структуру почвы, можно объединить в группы одноименные факторам образования агрегатов.

Механические — разрушение структуры при воздействии на почву сельскохозяйственных орудий, движителей, ветра, дождя, выпаса скота и др.

Физико-химические — разрушение структуры в результате обменных реакций катионов. Так, ионы H^+ и NH_4^+ , содержащиеся в дождевой воде, взаимодействуя с почвой, вытесняют из нее ионы кальция и магния, которые в условиях промывного водного режима могут вымываться за пределы пахотного слоя. Аналогично на почвенный поглощающий комплекс влияют ионы минеральных удобрений, продуктов жизнедеятельности корневой системы и других содержащихся в почве соединений. В результате коагуляционные силы, склеивающие почвенные частицы в агрегаты, ослабляются, агрегаты переходят в раздельно-частичное состояние.

Биологические — разрушительная деятельность почвенных микроорганизмов, минерализующих органическое вещество почвы как источник питания и энергии. Поскольку почвенные частицы склеены преимущественно органическими коллоидами, то агрегаты разрушаются. Развитию процессов минерализации органического вещества способствуют механическая обработка почвы, внесение извести и минеральных удобрений.

Основные направления воспроизводства структуры почвы в земледелии указаны ниже.

1. Оптимальный набор культур для возделывания.
2. Обогащение почвы органическим веществом как основным источником образования гумуса и энергии для микроорганизмов. Этого достигают применением органических удобрений (навоз, торф, компосты, птичий помет, солома, сидераты, сапропель), посевом многолетних трав (травосеяние), которые оставляют после себя большое количество растительных и корневых остатков. Минеральные удобрения, повышая урожайность культур, оказывают косвенное влияние на поступление в почву органического вещества за счет увеличения массы растительных и корневых остатков.
3. Пополнение почвенных запасов кальция и магния как основных элементов структурообразования с помощью проведения известкования кислых и гипсования засоленных почв.
4. Сокращение числа проходов сельскохозяйственной техники по полям, особенно тяжеловесной.
5. Защита почвы от водной эрозии и дефляции с помощью регулирования стока воды и скорости ветра в приземном слое.
6. Создание наиболее благоприятных условий для окислительно-восстановительных процессов в почвах избыточного и недостаточного увлажнения путем проведения осушения или орошения.
7. Создание прочной структуры верхнего слоя почвы с помощью внесения на его поверхность искусственных, экологически безопасных структурообразователей.

4.3 Строение пахотного слоя

Почвенная структура тесно взаимосвязана с другими агрофизическими показателями плодородия. Структура почвы непосредственно определяет параметры строения пахотного слоя. **Строением** называют соотношение в почве с ненарушенным сложением объемов твердой фазы, капиллярной и некапиллярной пористости. Это значит, что следует разобраться с общими физическими свойствами почвы: плотностью твердой фазы, плотностью и пористостью.

Почва состоит из твердой фазы, жидкой и газообразной. Твердая фаза состоит из минеральных, органических и органоминеральных частиц. Жидкая и газообразная фазы заполняют поры, которые бывают капиллярными и некапиллярными. Капиллярные поры отличаются свойством удерживать воду менисковыми силами и характеризуют капиллярную влагоёмкость почвы. Некапиллярные поры заполняются воздухом и хорошо пропускают воду, которая перемещается в них под действием гравитационных сил. Следовательно, объем почвы с ненарушенным строением (V) включает: объем твердой фазы (V_1), объем общей пористости (V_2), который состоит из капиллярных пор (V_4) и некапиллярных (V_3):

$$V = V_1 + V_2 \quad (1)$$

$$V_2 = V_3 + V_4 \quad (2)$$

$$V = V_1 + (V_3 + V_4) \quad (3)$$

В силу этого **плотность твёрдой фазы почвы** (d) – это отношение массы (B) – ее твёрдой фазы к массе воды в том же объёме:

$$d = B : V_1 \quad (4)$$

Эта величина зависит от минерального состава и содержания органических компонентов. Плотность твёрдой фазы почвы колеблется от 2,4 до 2,8 г/см³. Бедные органическим веществом дерново-подзолистые почвы имеют плотность твёрдой фазы 2,65 – 2,7. Плотность твёрдой фазы чернозёмов в верхних горизонтах 2,4–2,5, что обусловлено богатством гумуса. В подгумусовых горизонтах ее величина возрастает до 2,55 г/см³.

Плотность почвы или объёмная масса (d_0) – масса абсолютно сухой почвы, находящейся в естественном состоянии, в единице объёма (отношение массы к объёму почвы ненарушенного строения): $d_0 = B/V$ (5) (г/см³).

В отличие от плотности твёрдой фазы при определении плотности почвы, массу почвы узнают по величине единицы объёма со всеми порами. Поэтому показатели плотности почвы всегда меньше аналогичных показателей ее твердой фазы. Плотность пахотных почв колеблется от 0,9 до 1,4 г/см³.

Пахотный слой почвы имеет плотность: рыхлый – до 1,15; плотный – 1,15 – 1,35; очень плотный – свыше 1,35 г/см³. На плотность почвы большое влияние оказывает механическая обработка.

В течение вегетации растений плотность почвы увеличивается под действием сельскохозяйственных машин и орудий, осадков. После какого-то срока почва приобретает постоянную плотность, которая практически не изменяется в естественном состоянии. Такая плотность называется **равновесной**. Величина равновесной плотности почвы – важнейшая характеристика условий роста и развития растений. Она, прежде всего, указывает на необходимость воздействия на почву с целью регулирования ее агрофизических свойств. Для большинства культурных растений оптимальная плотность – 1,0-1,25 г/см³ (табл. 6). Отклонения от оптимальной величины плотности в любую сторону приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Таблица 6 - Равновесная и оптимальная плотность почвы для культур, г/см³

Тип почвы	Гранулометрический состав	Равновесная плотность	Оптимальная плотность	
			зерновые	пропашные
Дерново-подзолистая	Песчаная	1,5-1,6	-	1,4-1,5
	Супесчаная	1,3-1,4	1,2-1,35	1,1-1,45
	Суглинистая	1,35-1,50	1,1-1,3	1,0-1,2
Болотная	Степень разложения торфа 35-40%	0,17-0,18	-	0,23-0,25
Серая лесная	Суглинистая	1,35-1,4	1,15-1,25	1,0-1,2

Структурная почва имеет наименьший интервал значений между оптимальной и равновесной плотностью, а в хорошо окультуренных почвах их величины могут совпадать, как, например, в черноземах.

Пористость – это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Она выражается в процентах от общего объема почвы. *Общая пористость* состоит из капиллярной - объема капиллярных промежутков почвы и некапиллярной – объема межагрегатных промежутков. Отличное строение пахотного слоя дерново-подзолистой почвы подразумевает 50-65% общей пористости и 50-35% твердой фазы. Соотношение объемов капиллярных и некапиллярных пор определяет водно-воздушные свойства почвы, ее водопроницаемость, влагоёмкость, испаряемость и аэрацию. Наиболее ярко его роль проявляется при двух крайних положениях: только с капиллярной пористостью и только с некапиллярной.

Если объём капиллярных пор близок к общей пористости (глина), то такая почва не пропускает дождевую и талую воду, что вызывает сток или застой воды, которая быстро испаряется. Такая вода препятствует проникновению в почву воздуха, затрудняет дыхание корней и аэробных микроорганизмов.

Почва только с некапиллярной пористостью, представленная крупнозернистым песком, обладает противоположными свойствами: быстро пропускает воду, не задерживая ее из-за отсутствия капилляров, вода не передвигается во все стороны, воздушный режим идеален.

Весной и в послеуборочный летне-осенний период, когда почва имеет высокую влажность, действует капиллярный механизм передвижения влаги. С момента разрыва капиллярной связи наступает диффузно-конвекционный механизм передвижения воды.

Бесструктурная почва характеризуется плотной упаковкой частиц, тонкокапиллярной пористостью. Почва обладает наивысшей капиллярной проводимостью. По капиллярам вода легко поднимается к поверхности и испаряется в атмосферу. Во влажном состоянии все поры заняты водой, в почве нет воздуха. По мере подсыхания поры заполняются воздухом. Растения страдают от недостатка воды.

Совсем иначе протекают процессы в структурной почве. Агрегаты обладают капиллярной пористостью, а промежутки между ними представлены некапиллярами. Капиллярные поры заняты водой, а некапиллярные - воздухом. В такой почве легче обеспечивается благоприятный тепловой режим. В ней при совмещении анаэробного и аэробного процессов происходит выветривание минеральной части почвы и бактериальное разложение гумуса с высвобождением питательных веществ для растений.

С увеличением размеров агрегатов увеличивается общая и особенно некапиллярная пористость. Почва с агрегатами менее 0,5 мм имеет 45% капиллярных пор и только 3% некапиллярных, а также высокое содержание органического вещества и низкое нитратного азота. С увеличением агрегатов от 0,5 до 1 мм капиллярная и некапиллярная пористости выравниваются, общая

пористость 50%. При увеличении агрегатов до 3,0-5,0 мм уменьшается объем твердой фазы, увеличивается общая пористость до 63%. При этом некапиллярная пористость 38%, что на 15% больше объема капиллярной. Рост некапиллярной пористости сопровождается увеличением воздухопроницаемости, что благоприятно влияет на скорость разложения органического вещества и накопление в почве нитратов.

Для полевых культур благоприятным строением пахотного слоя дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы является строение, когда общая пористость находится в пределах 46-56% всего объема почвы, в том числе некапиллярная – 18-25% и капиллярная – 28-31% (твердая фаза занимает 44-54% объема почвы). Отношение некапиллярной и капиллярной колеблется от 1:1 до 1,7:1.

Агрономически наиболее благоприятное строение пахотного слоя устойчиво поддерживается в течение длительного времени только в почвах с высоким уровнем водопропускности почвенных агрегатов.

4.4 Мощность пахотного слоя

Одним из показателей строения пахотного слоя может быть его мощность. В пахотном слое развивается корневая система растений; сосредоточены запасы основных элементов питания, воды и воздуха. Он является посредником в системе почва — растение, так как верхний слой почвы воспринимает дополнительные количества питательных веществ, вносимых с органическими и минеральными удобрениями, химических мелиорантов, пестицидов и т.п. Все эти вещества должны быть преобразованы в легкоусвояемые или безвредные для растений формы. Поэтому пахотный слой должен быть значительным по глубине.

Наиболее благоприятная мощность пахотного слоя для большинства почв составляет 27—30 см. Однако такую глубину обрабатываемого слоя имеют не все почвы. Основной ограничивающий фактор создания мощного пахотного слоя — мощность гумусового горизонта. Так, дерново-подзолистые почвы с низким естественным уровнем плодородия и мощностью гумусового горизонта до 20 см на создание оптимальной глубины пахотного слоя требуют больших затрат средств, труда и времени. Создание мощного пахотного слоя связано с внесением извести, органических и минеральных удобрений и постепенным углублением обработки почвы.

Реакция сельскохозяйственных культур на мощность обрабатываемого слоя различна. Наибольшее увеличение урожая на почвах с глубоким пахотным слоем отмечается у пропашных культур, особенно у корне- и клуб-неплодов, несколько меньше оно у озимых зерновых и многолетних трав. Яровые зерновые и однолетние травы уступают по этому показателю названным культурам.

4.5 Физико-механические свойства почвы

К физико-механическим свойствам почвы относят: пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, физическая спелость.

Пластичность – это свойство влажной почвы изменять свою форму под влиянием внешней силы без нарушения сложения и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Она зависит от механического, химического составов, состава обменных катионов и проявляется при определенном диапазоне влажности, характеризующем верхний и нижний пределы или границы пластичности. В сухом и переувлажненном состоянии почва не обладает пластичностью. Пределы пластичности почвы в решающей степени определяются содержанием физической глины. С увеличением её доли предел пластичности расширяется. Число пластичности у супесчаных почв от 0 до 7, у суглинистых - от 7 до 17, у глинистых - более 17.

Липкость – способность почвы прилипать к различным поверхностям. Она увеличивает тяговое сопротивление почвообрабатывающих машин и орудий, ухудшает качество обработки почвы. С повышением дисперсности почвы, ухудшением структуры, утяжелением гранулометрического состава липкость почв увеличивается, достигая наибольших значений на глинистых почвах.

Набухаемость почвы - увеличение объема почвы при увлажнении. Происходит за счет оболочек связанной воды, которые формируются вокруг коллоидных и глинистых частиц. Эти оболочки уменьшают силу сцепления между частицами, раздвигают их и способствуют увеличению объема почвы. Наиболее набухаемы глинистые почвы, содержащие поглощенный натрий.

Усадка – уменьшение объема почвы при высыхании. Чем больше набухание, тем больше усадка почвы.

Связность почвы – способность сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить частицы почвы. Она вызывается силами сцепления между частицами почвы. Степень сцепления зависит от гранулометрического, минерального составов почвы, ее структуры, влажности.

Физическая спелость – состояние почвы, при котором в процессе механической обработки она хорошо крошится и не прилипает к орудиям обработки. За пределами физической спелости почва обрабатывается плохо, процесс обработки требует большого тягового усилия, больших затрат труда, времени и средств. Поэтому почву надо обрабатывать только в момент физической спелости.

Наступление физической спелости почвы зависит от гранулометрического состава. Почвы легкого гранулометрического состава созревают раньше, чем тяжелого. Для суглинистых почв она находится в интервале влажности 40-60% НВ, для глинистых — 50-65% НВ. Более широкий интервал оптимальной влажности для обработки имеют легкие почвы — 40-70% НВ. В связи с большим уплотнением почв под действием тяжелой техники основ-

ную обработку проводят при более узком интервале влажности — 60-70% НВ.

Высокое качество обработки с наименьшим тяговым сопротивлением обеспечивается при влажности почвы 14-18%. При вспашке переувлажненной почвы с влажностью выше 25% хорошего крошения добиться нельзя, пласт замазывается, быстро высыхает. При подготовке такой почвы к посеву требуется дополнительная обработка, чтобы создать мелкокомковатый агрегатный состав. Почву влажностью ниже 13% также обрабатывать нельзя, так как создаются крупные глыбы, которые требуется раскрошить последующими многократными поверхностными обработками. В этих случаях почва также распыляется, и при выпадении осадков образуется корка.

Плодородные почвы имеют более широкий интервал оптимальной влажности почвы для ее обработки. У глинистой почвы физическая спелость находится в интервале влажности более узком, чем у суглинистой и супесчаной.

В целом, агрофизические показатели плодородия важны не сами по себе, а как основа создания оптимальных условий водно-воздушного, теплового и питательного режимов для роста и развития растений. Важнейшей особенностью этих показателей плодородия, за исключением гранулометрического и минералогического составов, является их динамичность в течение вегетационного периода.

4.6 Водный режим почвы

По составу почва представляет собой трехфазную систему, состоящую из твердой, жидкой и газообразной фаз. Между твердыми частицами находятся поры, которые заполнены водой или воздухом. В зависимости от типа почвы эти соотношения могут быть различными. Оптимальным условно считается соотношение (2:1:1), когда твердая фаза занимает 50%, а жидкая и газообразная — по 25%. Целенаправленно изменяя соотношение объемов твердой, жидкой, газообразной фаз различными приёмами можно создавать необходимые условия обеспечения растений требуемыми факторами жизни.

Способностью почвы обеспечивать растения водой в достаточном количестве — один из основных элементов ее плодородия. Почвенная вода необходима для роста растений, для развития почвенной микрофлоры и фауны; для перемещения питательных веществ в почве и растениях; служит в качестве терморегулятора, влияя на тепловой баланс и режим почвы; влияет на агрофизические свойства почвы: плотность, липкость, способность к крошению и образованию агрегатов, спелость почвы.

Источниками поступления влаги в почву служат атмосферные осадки, грунтовые воды, конденсация водяных паров, орошение. Попадая в почву вода претерпевает определенные изменения. С одной стороны она включает в себя находящиеся в почве различные водорастворимые соединения, а с другой — теряет поглощаемые почвой вещества. Часть поступающей в почву

воды теряется: просачивается вглубь, стекает, испаряется. Другая часть удерживается почвой; она и представляет собой её жидкую фазу или почвенный раствор.

Почвенная влага в зависимости от характера связи между молекулами воды и почвой характеризуется разной подвижностью и неодинаковыми свойствами.

По физическому состоянию вода бывает твердой, жидкой и парообразной.

По характеру связи с твердой фазой и степени подвижности воды в почве существуют разные формы воды.

Химически связанная вода входит в состав твердой фазы почвы. Характеризуется неподвижностью, высокой прочностью связей, неспособностью растворять, растениям недоступна.

Твердая вода образуется в почве в форме льда при ее промерзании в осенне-зимний период или сохраняется на определенной глубине в промерзшей толще почвогрунта, не оттаивая даже летом (вечная, многолетняя мерзлота). Растениям недоступна, но она способна таять и испаряться, поэтому представляет собой потенциальный источник жидкой и парообразной воды.

Парообразная вода содержится в виде водяного пара в почвенном воздухе, насыщая его нередко до 100%. Она передвигается с мест с большим давлением в места с меньшим давлением водяных паров, а также с током воздуха. Такая влага в снабжении растений водой практически значения не имеет. При понижении температуры парообразная вода, конденсируясь, может переходить в жидкую, которая становится доступной для растений.

Прочносвязанная (сорбированная, гигроскопическая) вода образуется в результате сорбции почвенными (преимущественно коллоидными) частицами водяных паров из воздуха. Покрывает почвенные частицы тонкой пленкой, состоящей из нескольких (1-3) слоев молекул. Отличается особыми свойствами: замерзает при температуре $-4...-7^{\circ}\text{C}$, практически не растворяет растворимые в свободной воде вещества, характеризуется повышенной плотностью ($1,5-1,8 \text{ г/см}^3$) и вязкостью, недоступна растениям.

Кроме прочносвязанной сорбированной воды, в почве находится подвижно сорбированная **рыхлосвязанная (пленочная) вода**, свойства которой несколько отличаются от свойств свободной воды. Молекулы воды здесь также располагаются на поверхности почвенных частиц. Мощность образования пленки может достигать нескольких сотен слоев молекул. Эта вода находится в состоянии медленного перемещения от частицы к частице под действием сил сорбции, вследствие чего происходит увлажнение относительно более сухих частиц почвы. Рыхлосвязанная вода слабоподвижна, растениям малодоступна.

Свободная вода не связана с поверхностью частиц, представлена капиллярной и гравитационной влагой.

Капиллярная вода в капельно-жидком состоянии находится в капиллярах почвы, доступна растениям. Это наиболее благоприятная для растений

форма почвенной влаги. Различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду. *Капиллярно-подвешенная* вода образуется при увлажнении почвы с поверхности (дождевая вода, талые воды, оросительные), *капиллярно-подпертая* — при поступлении воды снизу, то есть при подъеме воды по капиллярам от грунтовых вод. Под слоем почвы, увлажненным капиллярно-подвешенной водой, и над слоем почвы, увлажненным капиллярно-подпертой водой, находится слой сухой почвы.

Вода в капиллярах удерживается в почве независимо от уровня грунтовых вод. Подъем воды по капиллярам тем выше, чем тоньше капилляры. Менисковые силы, вызывающие подъем воды, начинают проявляться при диаметре пор < 8 мм. Подъем воды в капиллярах происходит до тех пор, пока гидростатическое давление, созданное столбом воды, не придет в равновесие с разницей поверхностного натяжения водной поверхности в капилляре и во внешней среде.

Капиллярно-подвешенная вода имеет важное значение в почвах среднего гранулометрического состава и может быть основной формой подвижной воды.

Гравитационная вода поступает в почву в виде атмосферных осадков или при искусственном орошении и передвигается в вертикальном направлении свободно под действием силы тяжести. Она существует непродолжительное время, после чего переходит в форму подвешенной влаги или подпертой, занимает все крупные некапиллярные промежутки между агрегатами в почве, вытесняя воздух.

Стыковая или манжетная форма воды находится преимущественно в песчаных почвах в виде изолированных скоплений свободной воды в стыках между отдельными песчинками. В грубых песках поры так велики, что образующиеся в них мениски не могут удерживать поступающую в почву воду. Капиллярные силы удерживают воду только в стыках между песчаными частицами.

Подвешенно-сорбированная вода встречается в суглинках и глинистых почвах в виде изолированных включений свободной воды, которые отделены друг от друга переходами из сорбированной воды.

Подвешенная капиллярная и сорбированная вода находятся в почве в неподвижном состоянии, но она может перемещаться к месту потребления путем испарения или всасывания корнями растений. Движение прекращается, если вся передвигающаяся свободная вода будет использована.

Способность почвы к устойчивому обеспечению растений водой зависит от водных свойств почвы. К водным свойствам почвы относятся: вододерживающая способность, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, потенциал почвенной воды, сосущая сила почвы.

Свойство почвы поглощать и удерживать воду, противодействуя стеканию ее под действием силы тяжести, называется *водоудерживающей способностью*. Основными силами, удерживающими воду в почве, являются сорбционные и капиллярные.

Количественно водоудерживающая способность представляет влагоемкость. *Влагоемкость почвы* — это максимальное количество той или иной формы почвенной воды, удерживаемое соответствующими силами в почве.

Водопроницаемость почвы — это свойство почвы впитывать и пропускать через свой профиль поступающую с поверхности воду. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры почвы, плотности, степени увлажнения.

Свойство почвы обеспечивать восходящее передвижение содержащейся в ней воды под воздействием капиллярных сил называется *водоподъемной способностью*.

Выделяют пять основных **почвенно-гидрологических констант**, которые широко применяются в агрономической и мелиоративной практике:

максимальная гигроскопическая влажность (МГ);

влажность завядания (ВЗ);

влажность разрыва капилляров (ВРК);

наименьшая влагоемкость (НВ);

полная влагоемкость (ПВ).

Способность почвы удерживать сорбированную воду называют *гигроскопичностью (адсорбционной способностью)*. Максимальное количество гигроскопической воды, которое может поглотить и удержать почва, будучи помещенной в атмосферу, насыщенную водяными парами (около 96-98%), называется (*максимальной адсорбционной способностью или максимальной гигроскопической влажностью*). С повышением в почве содержания глинистой и илистой фракции максимальная адсорбционная способность возрастает, что связано с увеличением суммарной адсорбционной поверхности почвенных частиц.

Обычно полуторная — двойная максимальная гигроскопичность соответствует влажности устойчивого завядания растений - мертвому запасу воды в почве. Для расчета влажности и устойчивого завядания растений по величине указанного показателя применяют коэффициент 1,34.

Влажность завядания — это влажность, при которой растения начинают обнаруживать признаки завядания, не исчезающие при перемещении в атмосферу, насыщенную водными парами. Это нижний предел доступной для растений влаги. Влажность завядания используют в расчетах для вычисления активной (продуктивной) влаги. Влажность завядания определяется свойствами почв и видом растительности. В песчаных почвах она колеблется в пределах 1-3, в супесчаных - 4-6, суглинистых - 10-12, глинистых - 20-30, в торфах - достигает 60-80%.

Влажность разрыва капилляров - это нижний предел оптимальной для растений влажности, ниже которого нарушается сплошность движения воды по капиллярам и непрерывное ее поступление к корневым системам. При этом рост растений замедляется и их продуктивность снижается. По всем экспериментальным данным эта величина составляет в среднем 50-60% от

наименьшей влагоемкости почв, но может повышаться и до 75-85% от НВ. Величин ВРК используют при расчете поливной нормы.

Наименьшая влагоемкость - это наибольшее количество капиллярно-подвешенной влаги, которое почва способна удержать после ее обильного увлажнения и свободного стекания избытка влаги. Ее величина широко используется в агрономической и мелиоративной практике при расчете поливных и промывных норм продуктивной влаги и ее дефиците в почве и т.д.

Исследованиями установлено, что для получения наивысшей продуктивности сельскохозяйственных культур необходима влажность почвы в пределах от 70 до 100% от НВ.

Разность между величиной НВ и фактической влажностью почвы называют *дефицитом влаги в почве* и широко используют в земледелии.

Максимальное количество гравитационной воды, которое может вместить почва при заполнении всех пустот, называется *полной влагоемкостью*. При полном заполнении почвы водой, при значении влажности почвы, соответствующем ПВ, в почве содержится максимальное количество воды, включающее гигроскопическую, пленочную, капиллярную и гравитационную формы. Величина ПВ практически равна скважности почвы и колеблется от 20-40 до 50-60%, иногда достигая 80%.

Совокупность протекающих в почве процессов поступления, передвижения, сохранения и потери воды называется *водным режимом почв*. Каждый из этих процессов в отдельности выступает как элемент водного режима. Количественное выражение прихода воды в почву и её расхода представляют *водный баланс*.

Источниками поступления влаги в почву служат атмосферные осадки, грунтовые воды, конденсация водяных паров, орошение. Эти источники неравноценны, как по количеству, так и по характеру поступления воды в почву. В неорошаемом земледелии основным источником воды служат атмосферные осадки. На территории Смоленской области годовая сумма осадков составляет 600-650 мм. Полезными осадками считаются лишь те, когда разовое их выпадение составляет не менее 5 мм. Но и эти осадки не полностью поступают в почву: часть влаги остается на листьях растений и испаряется, не достигая поверхности почвы, другая часть ее стекает с нее и теряется по другим причинам. Поэтому для определения поступившей влаги в почву из атмосферных осадков сумму их умножают на коэффициент поглощения, который не одинаков для различных культур и почвенно-климатических зон, но для большинства их колеблется в пределах 0,5-0,7. Большое значение имеет распределение осадков в течение года и особенно вегетационного периода. Чем ближе это распределение к потребностям растений, тем продуктивнее они будут использованы.

В орошаемом земледелии основным источником влаги служит поливная вода. Большим преимуществом этого источника является возможность более или менее полного регулирования как во времени, так и по количеству

воды. Осадки здесь имеют второстепенное значение, но они влияют на запасы оросительной воды.

На почвах с высоким уровнем грунтовых вод потребности растений в известной мере могут удовлетворяться грунтовой водой, поднимающейся по почвенным порам в верхний, корнеобитаемый слой почвы. Поступление такой воды зависит от уровня грунтовых вод, гранулометрического состава почвы, ее строения и структуры. В глинистых бесструктурных почвах скорость подъема грунтовых вод малая, так как поры здесь имеют ничтожный диаметр, и почти вся заключенная в них влага находится в сфере сорбционных сил.

В легких почвах грунтовая вода поднимается быстро, но на небольшую высоту.

Меньшее значение в приходной части баланса имеет конденсация водяных паров воздуха вследствие разницы температуры почвы и атмосферного воздуха. Этот процесс сильно выражен в районах континентального климата, где наблюдается резкая смена температуры дня и ночи и гранулометрический состав почвы грубый. Однако агрономическое значение имеет только та вода, которая конденсируется не на поверхности почвы, а на некоторой глубине, например, на границе рыхлого и плотного слоев. Просачивание воды атмосферных осадков в почву зависит от ее водопроницаемости. Поступление воды в почву складывается из двух этапов: впитывания и фильтрации.

Процесс начинается с впитывания, а когда почва достигает состояния, близкого к насыщению, начинается процесс фильтрации. Степень водопроницаемости измеряется столбом воды, впитываемой почвой в единицу времени под определенным постоянным давлением. При малой водопроницаемости дождевая и особенно талая вода не успевает впитываться в почву и при неровном рельефе поля стекает по ее поверхности, унося с собой мелкие частицы и вызывая эрозию почвы. При отсутствии стока вода застаивается на поверхности, закрывая доступ воздуха в почву, и приводит растения к гибели.

Поступление влаги в сухую почву, когда идет преимущественно процесс ее впитывания, совершается быстрее, чем проникновение воды во влажную почву. Поэтому в начале впитывания водопроницаемость больше, чем в последующем. Когда заканчивается процесс впитывания почвой воды, водопроницаемость определяется коэффициентом фильтрации и становится более или менее постоянной.

Общий расход воды с 1 га поля в м³ называется *суммарным водопотреблением* (СВ), а расход на одну тонну урожая - *коэффициентом водопотребления* (КВ).

Водопотребление у различных культур не одинаково. Оно зависит от почвенно-климатических условий, применяемой агротехники и урожая. С ростом урожая СВ возрастает, а КВ уменьшается, то есть вода расходуется экономнее.

СВ определяют по формуле:

$$CB = Y \times KB \quad (6),$$

где Y учетный урожай, ц/га; KB коэффициент водопотребления.

CB складывается из суммы полезных осадков за вегетационный период, разницы запаса влаги в корнеобитаемом слое и количестве поступившей грунтовой воды. При орошении к этим величинам добавляется количество оросительной воды. Но чаще CB используют для определения оросительной нормы по формуле:

$$M_0 = CB - O - (B_0 - B_t) - \Gamma \quad (7),$$

где M_0 оросительная норма ($\text{м}^3/\text{га}$); CB суммарное водопотребление ($\text{м}^3/\text{га}$); O сумма полезных осадков ($\text{м}^3/\text{га}$); B_0 запас влаги ($\text{м}^3/\text{га}$) в корнеобитаемом слое во время посева; B_t тоже во время уборки; Γ количество грунтовой воды, используемой растениями.

При глубоком залегании грунтовых вод последняя величина отпадает.

Потребность растений во влаге можно измерять массой воды в граммах, необходимой для создания 1г сухого вещества. Эта величина называется *транспирационным коэффициентом* (ТК). Он зависит от культуры, метеорологических и почвенных условий.

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

Критическими периодами для ржи, пшеницы, ячменя и овса оказался период выхода в трубку-колошения; для зернобобовых и гречихи – цветение; для картофеля – цветение-клубнеобразование.

Вода теряется из почвы в течение всего года, но особенно весной и в послеуборочный летне-осенний период, когда почва не покрыта растениями. Влага испаряется с поверхности почвы в результате диффузии пара и газообмена. Испарение с открытой поверхности имеет прямую зависимость от дефицита влажности воздуха и скорости ветра и обратную от атмосферного давления. Растительный покров уменьшает движение приземного слоя воздуха, имеющего обычно более высокую влажность.

Вегетирующие растения при смыкании листьев увеличивают расход воды на транспирацию, но уменьшают потери ее через испарение из почвы. Отмершие растения или другие виды покрытия почвы также уменьшают испарение. Роль такого покрытия может выполнять и верхний слой сухой, рыхлой почвы. Неровная, гребнистая или глыбистая поверхность поля увеличивает площадь, с которой испаряется влага.

По мере высыхания почвы и разрыва капиллярной связи резко уменьшается подвижность воды, наступает вторая стадия высыхания, когда основными факторами, определяющими скорость испарения, является влажность почвы и ее физические свойства. С момента разрыва капиллярной связи диффузно-конвекционный механизм передвижения воды к поверхности почвы будет преобладающим, а в дальнейшем единственным.

Значительный вид потерь воды из корнеобитаемой зоны составляет фильтрация, или процесс нисходящего движения воды для некоторых почв

без водоупорного слоя. Почвы на глубоких песках имеют высокий коэффициент фильтрации и плохо удерживают влагу. Уменьшить эти потери можно созданием в почве влагоемких прослоек, поглощающих воду грунтового потока внесением органических удобрений.

В зависимости от количества атмосферных осадков и их испарения выделяются шесть типов водного режима.

Мерзлотный тип. Характерен для территорий распространения многолетней (вечной) мерзлоты. Служащая водоупором вечная мерзлота обуславливает переувлажнение верхнего сезонно оттаивающего слоя, что приводит к оглеению почвы. Поэтому все тундровые почвы оглеены.

Промывной тип. Характерен для территорий с преобладанием годовой суммы осадков над испарением, что обуславливает господство в почве нисходящих токов воды (таежно-лесная зона). В годовом цикле влагооборота весной и осенью (или во влажный период) отмечается сквозное промачивание почв и материнских горных пород до грунтовых вод. В условиях такого интенсивного промыва происходят вынос продуктов почвообразования за пределы почвенного профиля и формирование почв подзолистого типа.

Периодически промывной тип. Характерен для территорий, где годовые величины осадков и испарения примерно равны. Чередование влажных и сухих лет обуславливает чередование промывного (сквозное промывание почвогрунта) и непромывного (ограниченное промачивание) типов водного режима. Причем сквозное промачивание может происходить один раз в 10 и более лет. Периодически промывной тип водного режима способствует формированию серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов лесостепной зоны.

Непромывной тип. Характерен для территорий, где годовая величина осадков меньше, чем испарения, и атмосферные воды не достигают грунтовых вод. Промачивание толщи почвогрунта достигает 4 м в черноземах степи и 1 м в бурых и серо-бурых почвах полупустынь и пустынь. Между верхним увлажненным слоем и грунтовыми водами расположен слой с влажностью, близкой к величине влажности завядания.

Выпотной тип. Характерен для территорий с непромывным типом при условии близкого залегания грунтовых вод. В этом случае (особенно для зоны полупустынь и пустынь) происходят интенсивное поднятие влаги по капиллярам от грунтовых вод к поверхности почвы и ее испарение. При минерализации грунтовых вод формируются засоленные (солончаковые и солонцеватые) почвы.

Ирригационный тип. Характерен для искусственно орошаемых территорий. Складывающийся годовой водный режим при ирригации нестабилен и может различаться во времени: промывной, непромывной и даже выпотной с господством нисходящих и восходящих токов воды в зависимости от вида, интенсивности и сроков орошения.

На земледельческой территории Европейской части нашей страны можно выделить три зоны увлажнения и соответственно три типа водного режима.

Территории, на которых в почву поступает в течение года в виде атмосферных осадков больше воды, чем испаряется растениями и почвой, относятся к зоне избыточного увлажнения.

Зона, где количество поступающей с осадками в почву воды равняется примерно величине ее испарения, называется зоной неустойчивого увлажнения.

Третья зона недостаточного увлажнения характеризуется меньшим поступлением воды по сравнению с ее испарением.

Для полной оценки характера увлажнения на определенной территории служит гидротермический коэффициент (ГТК), который учитывает не только сумму осадков, но и сумму среднесуточной температуры. Его рассчитывают по формуле:

$$\text{ГТК} = \Sigma P / \Sigma t > 10^{\circ} : 10 \quad (8),$$

где: ΣP – сумма осадков за период активных температур, мм; $\Sigma t > 10^{\circ}$ – сумма среднесуточных температур за этот же период, $^{\circ}\text{C}$; 10 поправочный коэффициент.

В зоне достаточного и избыточного увлажнения, на территории которой расположена Смоленская область, регулирование водного режима почв может осуществляться разнообразными способами.

Накопление влаги:

- орошение;
- изменение микроклимата (лесополосы, водоемы);
- использование агротехнических приемов (улучшение структуры почвы, обработка почвы, снегозадержание);
- использование кулисных посевов;
- задержание талых вод.

Меры по сохранению влаги в почве:

- мульчирование (торф, солома);
- рациональное использование влаги (подбор сортов, севооборот, внесение удобрений, лучшие сроки и способы посева и т.д.).

Регулирование влажности переувлажненных земель:

- мелиоративные мероприятия – осушение заболоченных земель;
- специальные приемы обработки (кротование, гребневание, узкозагонная вспашка и др.).

4.7 Воздушный режим почвы

Газообразная фаза почвы включает почвенный воздух и парообразную влагу. Доля ее в общей массе почвы зависит от типа почвы, ее структуры и физико-механических свойств. Основной компонент газообразной фазы — почвенный воздух. Он занимает все поры почвы, свободные от воды, корней

растений и микроорганизмов. Чаще всего воздух содержится в крупных порах и только при сильном иссушении он проникает в средние и даже мелкие. Оптимальное содержание воздуха в пахотном слое для зерновых культур 15-20%, пропашных — 20-30%, многолетних трав — 17-2 % от общей пористости.

Чем больше пористость и меньше влажность почвы, тем больше в ней воздуха.

Важнейшие факторы воздушного режима почвы — воздухоемкость и воздухопроницаемость.

Воздухоемкость — это часть объема почвы, которая занята воздухом при данной влажности. Влажность и пористость почвы постоянно изменяются, поэтому и воздухоемкость — величина переменная.

Воздухопроницаемость — способность почвы пропускать через себя воздух. Воздухопроницаемость — неперенное условие для осуществления газообмена между почвой и атмосферным воздухом.

Почвенный воздух по составу существенно отличается от атмосферного. Основные компоненты атмосферного воздуха — азот 78%, кислород 21% и диоксид углерода - 0,03 %; на долю остальных газов приходится лишь 0,01% объема.

Почвенный воздух имеет особенности.

1. Он содержит значительно больше CO_2 , чем атмосферный - в среднем около 0,3%. В почвах с плохим газообменом концентрация углекислого газа увеличивается в сотни раз по сравнению с содержанием его в атмосфере и достигает 20% и более.

2. Почвенный воздух характеризуется более равномерным насыщением водяным паром. Относительная влажность почвенного воздуха, за исключением самого верхнего слоя почвы, всегда равна 100%. Это обстоятельство имеет важное значение для перемещения воды в почве в парообразной форме.

3. В почвенном воздухе по сравнению с атмосферным меньше кислорода. В хорошо аэрируемых верхних горизонтах почв содержание кислорода приближается к содержанию его в атмосферном воздухе, а в тяжелых почвах с затрудненным газообменом оно может снижаться в десятки и сотни раз, до десятых и даже сотых долей процента.

Если в почве содержание диоксида углерода выше 3-6% и кислорода ниже 10%, наступает угнетение растений и большинства аэробных микроорганизмов.

Процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным называют **аэрацией**, или газообменом. Газообмен осуществляется через систему воздухоносных пор почвы, сообщающихся между собой и с атмосферой.

К факторам, вызывающим газообмен, относятся диффузия, изменение температуры почвы и барометрического давления, количества влаги в почве под влиянием осадков, орошения и испарения, влияние ветра, изменение уровня грунтовых вод.

Диффузия — это процесс перемещения газов в соответствии с их парциальным давлением. Поскольку в почвенном воздухе концентрация кислорода всегда меньше, а диоксида углерода больше, чем в атмосфере, то под влиянием диффузии создаются условия для непрерывного поступления кислорода в почву и выделения CO_2 в атмосферу. Диффузия — главный и непрерывно действующий фактор газообмена.

Изменение температуры и барометрического давления обуславливает газообмен, так как при этом происходит сжатие или расширение почвенного воздуха.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха. выпадающие дожди могут обеспечить 6-8% всего газообмена. Газообмен происходит и при испарении воды из почвы, когда на место испарившейся воды поступает равное по объему количество атмосферного воздуха.

Влияние ветра на газообмен зависит от скорости ветра, макро- и микрорельефа, структуры почвы, характера ее обработки. Наибольший газообмен под влиянием ветра происходит на пористых почвах, лишенных растительности.

Достаточный объем воздуха и нормальный газообмен должны обеспечиваться агротехническими мероприятиями. Повышение содержания воздуха в почве достигается ее рыхлением, улучшением структуры почвы (внесение органических удобрений и извести), а на избыточно увлажненных почвах, в особенности на тяжелых и с высоким уровнем залегания грунтовых вод, проведением осушения. Образующаяся во время вегетации растений корка на поверхности почвы должна своевременно разрушаться с помощью соответствующих обработок (культивация, боронование). Эти мероприятия одновременно способствуют и газообмену.

4.8 Тепловой режим почвы

Тепловой режим почвы включает совокупность поступления и отдачи тепла почвой, его передвижения в ней и все изменения температуры почвы.

Источники тепла в почве:

- лучистая энергия солнца — наиболее важный источник;
- тепло, получаемое от воздуха;
- тепло, образующееся в результате разложения органических остатков;
- внутреннее тепло земного шара;
- тепло от радиоактивных процессов, происходящих в почве.

Основные тепловые свойства почвы: теплопоглощательная способность, теплоемкость, теплопроводность, теплоиспускательная способность.

Теплопоглощательная способность почвы проявляется в поглощении почвой лучистой энергии солнца. Одновременно происходит отражение энергии от поверхности почвы. Поглощательную способность почвы обычно

характеризуют величиной *альбедо*, которая показывает, какую часть поступающей лучистой энергии отражает почва. Альбедо зависит от цвета почвы, ее структурного состояния, влажности и выровненности поверхности, а также от особенностей растений, цвета листьев и стеблей.

Высокогумусированные почвы (черноземы) поглощают лучистой энергии на 10-15% больше, чем малогумусированные, также, как и глинистые по сравнению с песчаными. Альбедо орошаемых участков на 5-11% ниже, чем сухих. Альбедо чистого сухого снега 88-91%, мокрого — 70-82%.

Теплоемкость почвы. Различают весовую и объемную теплоемкости почвы. *Весовая теплоемкость* — количество тепла в джоулях, затрачиваемое на нагревание 1 г почвы на 1°С (Дж/г на Г). *Объемная теплоемкость* — количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 см³ почвы на 1°С (Дж/см³ на Г).

Теплоемкость зависит от минералогического, гранулометрического составов и влажности почвы, а также содержания в ней органического вещества. Чем гумусированнее почва, тем она более теплоемка. Теплоемкость рыхлых почв значительно выше теплоемкости плотных почв. Весовая и объемная теплоемкости воды равны 1.

Глинистые почвы отличаются большой влагоемкостью и весной медленно прогреваются, поэтому их называют холодными. Легкие по гранулометрическому составу почвы (песчаные, супесчаные) весной прогреваются быстрее; они получили название теплых.

Теплопроводность почвы. Это способность почвы проводить тепло. Она измеряется количеством тепла в джоулях, которое проходит за 1 с через 1 см³ почвы.

На величину теплопроводности влияют химический и гранулометрический составы, влажность, содержание воздуха, плотность и температура почвы. Например, теплопроводность воздуха составляет 0,000252 Дж на 1 см³/с, а торфа — 0,00113 Дж.

В сухом состоянии почвы, богатые гумусом и обладающие высокой пористостью, очень плохо проводят тепло.

Теплопроводность твердой фазы примерно в 100 раз больше теплопроводности воздуха. Поэтому рыхлая почва менее теплопроводна, чем плотная. При повышении плотности с 1,1 до 1,6 г/см³ теплопроводность уменьшается в 6 раз. При равных условиях более влажная почва более теплопроводна, чем сухая. При увеличении влажности почвы с 0,1 до 25-30% теплопроводность увеличивается в 5 раз.

Для оценки быстроты выравнивания температуры различных горизонтов почвы используют понятие *температуропроводность*. Ее определяют изменением температуры в 1 см³ почвы в результате поступления в нее некоторого количества тепла, протекающего за 1 с через 1 см³ поперечного сечения при разности температуры, равной 1°С на расстоянии 1 см.

Теплоиспускательная способность почвы - это способность почвы выделять тепловые лучи. Она зависит от состояния почвы, поверхности, степени ее увлажнения.

Минеральные почвы благодаря большей теплопроводности лучше излучают тепло, чем торфянистые. Влажные почвы из-за большой теплоиспускательной способности воды выделяют значительно больше тепловых лучей, чем сухие. Почвы с гладкой поверхностью отличаются меньшей теплоиспускательной способностью по сравнению с шероховатыми.

Количество поступающей на поверхность почвы лучистой энергии подчинено суточной и годовой периодичности. Такую же периодичность наблюдают и в изменении температуры поверхности почвы.

В суточном цикле поверхность почвы нагревается с восхода солнца до 14 ч, после 14 ч она начинает охлаждаться. В годовом цикле она нагревается с марта до июля, а затем охлаждается.

Огромное влияние на температурный режим почвы оказывает снеговой покров. Снег — плохой проводник тепла, поэтому он уменьшает излучение его из почвы, то есть уменьшает охлаждение почвы.

Тепловой режим почв зависит от рельефа местности. Экспозиция склонов и их крутизна определяют разницу в количестве тепла, получаемого от солнечной радиации. Почвы на южных, юго-западных и юго-восточных склонах прогреваются лучше, чем на северных, северо-западных и северо-восточных склонах и выровненных пространствах.

Почвы, покрытые растительностью, промерзают меньше, чем непокрытые (без растительности, мульчи и т. д.).

В разных почвенно-климатических зонах складываются различные температурные режимы почв. В зависимости от характера промерзания и величины среднегодовой температуры выделяют типа температурного режима: мерзлотный, длительносезоннопромерзающий, сезоннопромерзающий, непромерзающий.

Мерзлотный режим характерен для областей с вечной мерзлотой. Нагревание почвы сопровождается ее протаиванием, а охлаждение — промерзанием до верхней границы многолетнемерзлого грунта. Среднегодовая температура почвы и температура почвы на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательные.

При **длительносезоннопромерзающем режиме** процесс нагревания в начальной стадии сопровождается оттаиванием, а процесс охлаждения — глубоким промерзанием. Длительность промерзания не менее 5 мес. Глубина проникновения отрицательных температур превышает 1 м. Среднегодовая температура обычно положительная. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная.

При **сезоннопромерзающем** режиме процесс нагревания вначале сопровождается оттаиванием, а процесс промерзания — неглубоким промерзанием. Глубина проникновения отрицательных температур не более 2 м. Длительность сезонного промерзания от нескольких дней до 5 мес. Температура

на глубине 0,2 м самого холодного месяца отрицательная. Среднегодовая температура положительная.

Непромерзающий режим характеризуется тем, что промерзание не наблюдается. Отрицательные температуры почвы отсутствуют или держатся несколько дней. Температура на глубине 0,2 м самого холодного месяца положительная.

Температурный режим почвы непосредственно влияет на развитие растений. Это особенно сказывается на скорости роста корневой системы.

Отдельные сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на температурный режим почвы. Более подробно этот вопрос освещается в курсе растениеводства.

Тепловые условия оказывают большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов, на обеспеченность растений элементами минерального питания, скорость разложения органического вещества, синтез гуминовых веществ и т. д.

Тепловой режим почв в меньшей степени определяется антропогенным вмешательством. Поэтому задача агронома заключается главным образом в учёте его особенностей при возделывании той или иной культуры.

Приемы активного влияния на тепловой режим почвы можно разделить по характеру действия на агротехнические (глубокое рыхление, прикатывание, гребневание, оставление стерни, мульчирование, внесение органических удобрений); агромелиоративные (лесонасаждения, осушение, орошение) и агрометеорологические (снегозадержание).

4.9 Световой режим почвы

Световой режим почвы — совокупность поступлений и отдачи (отражения) света почвой.

Основной источник света, падающий на землю, — лучистая энергия солнца. Световому режиму свойственны суточные и годовые циклы (периодичность) поступления на землю. Длина дня и сезон — решающие факторы влияющие на рост и развитие растений.

Лучистая энергия солнца, притекающая к поверхности почвы и взаимодействующая с ней, играет важную роль в дифференциации пахотного слоя по плодородию. Верхняя часть пахотного слоя более плодородная и биологически более активная, поскольку она подвергается воздействию такого мощного фактора, как солнечный свет. Это доказано экспериментально.

Почва, облученная солнечным светом, содержит элементов питания больше, чем почва, находящаяся в темноте. Научными исследованиями установлено, что в зависимости от интенсивности освещения в значительной степени изменяются микробиологическая и биологическая активность почвы, деятельность ферментов, усиливается окисление гумуса, активизируется процесс нитрификации.

Солнечный свет — мощный фактор повышения эффективного плодородия почвы, роль которого изучена еще недостаточно.

Световой режим почв по сравнению с тепловым еще в меньшей степени определяется антропогенным вмешательством. В некоторой степени на него можно оказать воздействие теми же приёмами, что и на тепловой режим, так как основная статья прихода тепла и света в обоих балансах одна и та же — солнечная радиация. Более специфическое отношение к регулированию светового режима имеют приемы, связанные с возделыванием конкретных культур и рассматриваемые в растениеводстве, овощеводстве, плодоводстве.

5 БИОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

5.1 Органическое вещество почвы

Твердая фаза почвы представляет собой смесь механических элементов трех видов: минеральных, органических и органоминеральных.

Органическое вещество – вся совокупность органических соединений, присутствующих в почвах. Его образуют три фракции: растительные остатки, гумус и почвенная флора и фауна.

Органическое вещество почвы образуется из отмирающих остатков растений, микроорганизмов, почвенных животных и продуктов их жизнедеятельности. Первичное вещество подвергается сложным превращениям, включающим процессы разложения, вторичного синтеза и гумификации.

Роль органического вещества в плодородии почвы сводится к следующему:

- является источником элементов питания для растений (90-99% запаса N, 80% серы, 60% P_2O_5 и т.д.), то есть выполняет аккумулятивную функцию;
- гуминовые кислоты и их соли в очень малых концентрациях оказывают стимулирующее действие на растения, повышают продуктивность КРС, птицы; некоторые препараты гуминовых веществ сдерживают развитие злокачественных опухолей, повышают устойчивость организма к воспалительным процессам;
- важный источник CO_2 атмосферы (в 7-10 раз превосходит промышленные выделения);
- улучшаются агрофизические свойства (структура, водопрочность, плотность, пластичность, липкость); агрофизические свойства почвы на 50-70% определяются гумусированностью;
- физико-химические свойства (поглотительная способность, концентрация почвенного раствора) на 50-90% зависят от содержания органического вещества, так как его сорбционная способность в 10 раз больше минеральной части;
- выполняет протекторную функцию – гумусированные почвы лучше противостоят засухе или переувлажнению, меньше подвержены эрозии и дефляции, выдерживают более высокие техногенные нагрузки, снижают токсическое действие тяжелых металлов, прочно связывают радионуклиды, пестициды, снижают их отрицательное действие на растения, загрязнение грунтовых вод;
- наличие и качество органического вещества определяют биологические свойства почвы (нитрификационная способность, количество микроорганизмов и червей в почве);
- определяет режимы почвы: водно-воздушный, тепловой, питательный;

- определяет на 40–60% урожайность и качество урожая.

На пахотных почвах, а они отличаются от непахотных большим количеством (до 50-60%) безвозвратного отчуждения органического вещества, источником последнего служат надземные и корневые остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения.

Агрономическое значение *растительных остатков* в земледелии велико: 1) они удобряют почву;

2) не требуются дополнительных затрат на их внесение;

3) растительные остатки распределяются в почве равномерно;

4) в них содержатся все микро- и макроэлементы, необходимые растениям.

Растительные остатки растений разделяют на три основные группы: пожнивные, листостебельные и корневые.

Пожнивные остатки включают стерню, листья, части стеблей, корневые шейки и все другие надземные части растений, которые остаются в поле после уборки урожая.

Листостебельные части растений включают корневища, столоны картофеля, корневые шейки трав, остатки клубней, корнеплодов, луковиц.

Корневые остатки растений представлены их корнями, сохранившимися живыми или отмершими к моменту уборки. Корни растений, разветвляясь, контактируют с почвенными частицами и равномерно распределяются, образуют структурные агрегаты и формируют органическое вещество. Размеры *корнепада* у озимой пшеницы составляют 124-480 кг, овса – 337-620 кг/га сухого вещества. К этому добавляются и корневые выделения растений. В итоге запасы гумуса за счет этого пополняются на 130-230 кг/га. Полевые растения развивают различную корневую систему по массе, по глубине проникновения, и поэтому по-разному влияют на плодородие почвы. На развитие корневой системы, как и всего растения в целом влияет влажность почвы и уровень минерального питания. Чем менее благоприятны условия увлажнения почвы, тем в большей степени развивается корневая система. Минеральные удобрения снижают рост корневой системы, особенно азотные.

Состав растительных остатков, представленный корневой и пожнивной массами, значительно различается по отдельным культурам. В корневых остатках зерновых культур значительно больше азота и фосфора, в стерне — калия. Корневая масса по содержанию азота и углерода биологически более ценна, чем стеблевые остатки.

По количеству корней и пожнивных остатков основные полевые культуры существенно различаются (табл. 7).

Максимум отмечается после многолетних трав. Такое воздействие обуславливается биологическими особенностями растений. Многолетние травы взаимодействуют с почвой два и более лет. Формируется мощная корневая система и распростертая надземная система.

Таблица 7 – Количество послеуборочных растительных остатков, т/га

Культура	Пожнивных (поукосных)	Корневых	Сумма
Люцерна	3,0	13,3	16,3
Кукуруза на силос	1,1	4,1	5,2
Озимая пшеница	1,2	2,8	4,0
Горохо-овсяная смесь	1,3	2,7	4,0
Горох на зерно	0,6	1,9	2,5

Органическое вещество поступает в почву не только после отмирания растения, но и в течение его жизни, так как непрерывный процесс отмирания различных частей корневой системы происходит в течение всего периода роста и развития растения, особенно после цветения и начала созревания.

По количеству оставляемых после уборки растительных остатков полевые культуры можно разделить на три группы.

Первую группу составляют многолетние бобовые травы, оставляющие в почве наибольшее количество органического вещества. Более сильное действие их на плодородие почвы объясняется способностью фиксировать азот воздуха. К бобовым приближаются мятликовые травы. Обеспечивают получение 5-10 т/га остатков.

Вторую группу представляют однолетние зерновые и зерновые бобовые культуры сплошного посева. Однако однолетние культуры по этому показателю сильно различаются. Такие растения, как райграсс и его смеси с однолетними бобовыми культурами, по количеству оставляемых в почве растительных остатков мало уступают многолетним травам и значительно превосходят другие однолетние культуры. Озимые культуры оставляют в почве больше органического вещества, чем яровые зерновые и зерновые бобовые. После уборки однолетних зерновых и зерновых бобовых культур в почве остается 3-8 т/га растительных остатков.

В третью группу входят пропашные культуры, которые оставляют в почве после уборки наименьшее количество растительных остатков (1-3 т/га).

В питании растений важное значение имеет не только количество растительных остатков, но и химический состав и скорость разложения в почве. Растительные остатки многолетних трав содержат больше элементов питания. В корневых остатках содержится азота 2,25-2,6%, фосфора – 0,34-0,8%. В корнях бобово-мятликовых смесей количество азота снижается до 0,91%. Мятликовые травы содержат значительно меньше азота в корневых и поукосных остатках.

По содержанию азота в растительных остатках возделываемые культуры делят на две группы: с малым содержанием азота в послеуборочных остатках и повышенным его содержанием в корневых и пожнивных остатках.

Первая группа представлена такими культурами, как озимая пшеница, ячмень, овес, другими подобными культурами, а вторая состоит из многолетних бобовых трав, зернобобовых культур, свеклы, кукурузы.

В почве после озимой пшеницы ингибируются аммонификация и нитрификация. На полуразложившихся остатках соломы поселяются представители грибной микрофлоры, выделяющие отравляющие токсичные вещества. Растительные остатки бобовых трав, зернобобовых быстро разлагаются и высвобождают питательные вещества.

По количеству органического вещества, оставляемого после уборки, основные полевые культуры можно разделить на три группы.

Первая – многолетние бобовые и мятликовые травы, их смеси. Бобовые фиксируют азот воздуха. Легко разлагаются. Обеспечивают 3-3,5 т/га сухого вещества. Коэффициент гумификации 0,2-0,25. Обеспечивают ежегодное воспроизводство 400-900 кг/га гумуса.

Вторая – зерновые и зернобобовые озимые культуры сплошного сева. Культуры оставляют в почве 1,0 – 2,5 т/га сухого вещества. Коэффициент гумификации равен 0,15. Обеспечивают воспроизводство 300-500 кг/га гумуса.

Третья – пропашные культуры, они оставляют наименьшее количество сухого вещества (0,2-1,0 т/га). Коэффициент гумификации примерно равен 0,10. Воспроизводство гумуса за счет растительных остатков – не более 100-250 кг/га в год.

Особого разговора заслуживают сидеральные пары. Они обеспечивают большую массу растительных остатков – более 10 т/га. Заделанная в почву, эта масса разлагается очень быстро. Коэффициент гумификации не менее 0,25. Воспроизводство гумуса достигает 1 т/га.

Превращение первичного органического вещества в почве происходит в несколько этапов.

Первый этап – химическое взаимодействие отдельных химических веществ отмершего растения.

Второй этап – механическая подготовка и перемешивание почвы с растительными остатками с помощью почвенной фауны.

На третьем этапе происходит в первую очередь минерализация органического вещества с помощью микроорганизмов, конечными продуктами которой являются CO_2 , H_2O , нитраты, фосфаты и другие вещества. В первую очередь минерализуются водорастворимые органические соединения, а также крахмал, пектин и белковые вещества. Значительно медленнее минерализуется целлюлоза, при разложении которой освобождается лигнин – соединение, весьма устойчивое к микробиологическому расщеплению. Процессы минерализации органического вещества в почве имеют экзотермический характер: при разложении 1 г сухого вещества освобождается 17-21 Дж энергии.

Часть продуктов первичного органического вещества превращается в результате гумификации в гумусовые вещества (85-90% всей органики почвы).

Гумусовые вещества – это более или менее темноокрашенные азотсодержащие высокомолекулярные соединения кислой природы. Их принято подразделять на три основные группы: гуминовые кислоты, фульвокислоты, а также гумины и прогумины. Разделяющая их граница условна и расплывчата.

Гуминовые кислоты – фракция темноокрашенных соединений, извлекаемая из почвы щелочными растворами. При подкислении вытяжки она выпадает в осадок в виде гуматов. Гуминовые кислоты содержат 46-62% углерода, 32-38 — кислорода, 3-5 — водорода, 3-6 % азота, а также серу, фосфор и катионы различных металлов.

Фульвокислоты – органические оксикарбоновые азотсодержащие кислоты. Они растворимы в воде, кислотах, слабых растворах щелочей, пиррофосфата натрия и в водном растворе аммиака с образованием растворимых солей — фульватов. Растворяются они также во многих органических растворителях. Выделенные из почвы препараты фульвокислот имеют окраску от соломенно-желтой до оранжевой. В их состав входят: углерод 36-40, кислород 45-50, водород 3-5, азот 3-4%. От ГК они отличаются пониженным содержанием углерода и повышенным — кислорода. В состав ФК входят также сера, фосфор и различные металлы.

Гумины и прогумины (негидролизуемый остаток) – наиболее инертная часть гумусовых веществ, не извлекаемая из почвы растворами кислот, щелочей или органическими растворителями.

Исключительно важная роль гумусовых веществ в формировании почвы основана на их способности взаимодействовать с минеральной частью почвы. При этом образуются органоминеральные соединения в почве. В результате повышается устойчивость связанного в них органического вещества к микробиологическому расщеплению и тем самым обеспечивается оптимальное состояние свойств почв.

Наиболее эффективное влияние органического вещества почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур достигается при некотором оптимальном для каждой почвы и зоны сочетании уровней содержания гумуса, его состава и качества. Для дерново-подзолистых почв *оптимальное содержание гумуса* составляет 2,5-4%. При меньшем количестве гумуса урожайность снижается, однако повышение содержания гумуса до более высокого уровня уже не приводит к дальнейшему заметному росту урожайности культур.

Критический (минимальный) *уровень* содержания органического вещества такой, ниже которого происходит быстрая деградация почв, сопровождающаяся резким снижением ее производительности и эффективности приемов земледелия. Этот уровень составляет около 1,5%.

Один из важнейших показателей гумусового состояния пахотного слоя почвы — запас гумуса. Это показатель зависит от гранулометрического состава почвы и мощности пахотного слоя. В почвах легкого гранулометрического состава гумуса обычно меньше, чем в почвах тяжелых. Однако при

большей мощности пахотного слоя запас гумуса в легкой почве может оказаться не меньше, а даже больше, чем в тяжелой.

Запас гумуса в пахотном 0—20-сантиметровом слое почвы оценивается следующими показателями: очень низкий — менее 50 т/га,

низкий — 50—100,

средний—100—150,

высокий—150—200,

очень высокий — более 200 т/га.

Запасы гумуса в метровом слое почвы на 1 га определяются типом почвы: составляют: в сероземах — 50 т, светло-каштановых — 100 т, темно-каштановых и южных черноземах — 200—250, обыкновенных черноземах — 400—500, мощных черноземах — 800, выщелоченных черноземах — 500—600, серых —150—300, дерново-подзолистых — 80—120 т.

В почве при выращивании растений происходит одновременно два противоположных процесса: синтез и разрушение.

Потери гумуса из почвы зависят от возделываемой культуры, гранулометрического состава, интенсивности обработки почвы и по другим причинам.

При выращивании зерновых культур на каждом гектаре ежегодно теряется 0,4-1,0 т гумуса, пропашных культур — 1-2 т, многолетних трав - 0,2-0,35 т. В чистых парах за сезон теряется до 2-3 т/га гумуса. При прочих равных условиях минерализация органического вещества усиливается на почвах легкого гранулометрического состава, при орошении.

Ежегодное восполнение органического вещества в почве за счет пожнивных и корневых остатков под зерновыми культурами составляет 0,3—0,5 т, под пропашными —0,15-0,25 т, под многолетними травами - 0,6-0,9 т /га.

Дефицит органического вещества в почве, не восполненный растительными остатками, необходимо компенсировать внесением органических удобрений.

Но в современном земледелии баланс органического вещества часто остается отрицательным. Основными причинами потерь гумуса пахотными почвами являются:

- несбалансированность структуры посевных площадей по массе растительных остатков, поступающих в почву;
- усиление минерализации органического вещества в результате интенсивной обработки и повышения степени аэрации почв;
- разложение и биодegradация гумуса под влиянием физиологически кислых удобрений;
- усиление минерализации в результате осушительной и оросительной мелиорации;
- эрозия почв.

Типичные черноземы Воронежской области за 80 лет земледельческого использования потеряли 2,5-3,0% гумуса; черноземы Краснодарского края за

последние 25 лет — почти 1,5%; каштановые почвы Алтайского края за сто лет — 2-3%.

Имеется точка зрения, что если в условиях экстенсивного типа земледелия органическое вещество почвы служило основным источником питания растения, то сейчас оно определяет экологические пределы интенсификации. По мере интенсификации земледелия утрачивается связь содержания гумуса с урожайностью. Представление о прямой связи содержания гумуса с урожайностью культур подвергается сомнению. Нельзя превращать воспроизводство гумуса в самоцель безотносительно к продуктивности культур и экономике производства.

Применительно к дерново-подзолистым почвам с их невысоким содержанием гумуса на грани критического уровня независимо от размера хозяйства и форм собственности баланс гумуса должен быть в крайнем случае бездефицитным, а на почвах с низким содержанием органического вещества — положительным.

Бездефицитный баланс гумуса и оптимальное его содержание в пахотных почвах Нечерноземья могут быть достигнуты при сочетании следующих условий:

- рациональная структура посевной площади с включением многолетних трав;
- внесение органических удобрений, включая свежие (солома) и сидеральные;
- эффективное использование пожнивных остатков;
- известкование кислых почв;
- применение минеральных удобрений;
- мелиорация почв;
- предотвращение эрозии почвы;
- оптимизация обработки почв.

5.2 Почвенная биота

Почвенная биота — комплекс разнообразных почвенных организмов, различающихся по экологическим функциям и таксономическому положению. Они являются обязательным компонентом почвы. Основная их часть — микроорганизмы. Доминирующее значение принадлежит растительным микроорганизмам (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты). Животные организмы представлены простейшими (жгутиковые, корненожки, инфузории), а также червями. Довольно широко в почве распространены моллюски и членистоногие (паукообразные, насекомые).

Количество живых организмов в 1 г хорошо окультуренной почвы может достигать нескольких миллиардов, а общая масса их — 10 т/га.

Почвенная биота принимает участие в процессах формирования почвенного плодородия: в минерализации органического вещества, вовлечении

химических элементов минералов литосферы в круговорот, биологической фиксации азота.

Почвенные организмы разрушают отмершие остатки растений и животных, поступающие в почву. Одна часть органического вещества минерализуется полностью, а другая — переходит в форму гумусовых веществ и живых тел почвенных организмов.

Некоторые микроорганизмы (клубеньковые и свободноживущие бактерии) усваивают азот атмосферы и обогащают им почву.

Почвенные организмы (особенно фауна) способствуют перемещению веществ по профилю почвы, тщательному перемешиванию органической и минеральной частей почвы, созданию прочной комковатой структуры. Кроме того, они выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, участвующие в трансформации одних питательных веществ в подвижную форму и, наоборот, других — в недоступную для растений форму.

В обрабатываемой почве функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима, что выражается в частичном закреплении минеральных удобрений с последующим освобождением по мере роста и развития растений, оструктурировании почвы, устранении неблагоприятных экологических условий в почве.

В последнем случае микроорганизмы выделяют в почву вещества, подавляющие развитие других микроорганизмов. Это имеет непосредственное значение в очищении почвы от фитопатогенной микрофлоры.

Для оценки деятельности почвенной биоты используют **биологическую активность почвы**. С одной стороны, этот показатель характеризуется численностью компонентов почвенной биоты, с другой — количественными критериями результатов жизнедеятельности почвенных организмов.

Определение численности почвенной биоты осуществляют, как правило, подсчетом общего количества почвенных организмов. Из-за несовершенства методик и малой кратности определений во времени результаты анализа дают примерную характеристику биологической активности почвы. Наряду с общим подсчетом почвенных организмов иногда определяют количество микроорганизмов разных физиологических групп (нитрифицирующие, целлюлозоразлагающие и др.).

Оценку биологической активности почвы по результатам деятельности почвенных организмов проводят методом определения количества поглощенного кислорода и продуцируемого диоксида углерода, разложившейся целлюлозы, почвенных ферментов, нитратного и аммиачного азота, фитотоксичных соединений и др.

Каждый отдельно взятый показатель характеризует активность определенной группы микроорганизмов, а не всей почвенной биоты в целом.

Привести к интегральному показателю исключительно многообразную деятельность почвенной флоры и фауны очень сложно. Имеются попытки

выразить активность почвы через *биологический балл*, являющийся усредненным показателем состояния различных биологических процессов в почве.

Высокая биологическая активность почвы способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур при прочих равных условиях.

Для нормального функционирования почвенных организмов необходимы прежде всего энергия и питательные вещества. Для подавляющего большинства микроорганизмов такой источник энергии — органическое вещество почвы. Поэтому активность почвенной микрофлоры главным образом зависит от поступления или наличия в почве органического вещества. Источниками поступления органического вещества в почву являются:

- внесение навоза, торфа, соломы, птичьего помета и т.п.;
- использование сидеральных удобрений;
- посев многолетних трав;
- использование промежуточных культур.

5.3 Фитосанитарное состояние почвы

Фитосанитарное состояние почвы характеризуется наличием в ней семян и вегетативных органов размножения сорных растений, вредителей, фитопатогенов, а также токсичных веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофлорой и продуктами разложения. Все виды вредных организмов и фитотоксичные вещества — обязательные компоненты агробиоценоза. Поэтому в большинстве случаев в почве в тех или иных количествах могут находиться вредные организмы.

Наряду с существенными биологическими различиями между вредными организмами (растения, насекомые, микроорганизмы) их объединяют высокая плодовитость, относительно узкая специализация поражаемых растений, способность приспосабливаться к различным экологическим условиям. Эти свойства обеспечивают вредным организмам высокую конкуренцию за выживание, несмотря на жесткие истребительные мероприятия для борьбы с ними.

Фитосанитарное состояние существенно влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур: чем больше численность вредных организмов, тем ниже урожай.

Критерием оценки фитосанитарного состояния почвы и посевов может быть численность сорных растений на уровне порога вредоносности.

Порог вредоносности - количество сорных растений, не оказывающее существенного влияния на снижение урожая.

Это не означает, что в почве будут полностью отсутствовать вредители и фитофаги, однако благодаря созданию определенных условий их размножение будет сдерживаться.

Регулирование численности вредных организмов до оптимального уровня достигают с помощью использования естественных механизмов саморегулирования компонентов агробиоценозов в сочетании с дифференци-

рованным применением санитарно-профилактических и истребительных методов.

Фитотоксичность почвы (почвоутомление, токсикоз почвы) обусловлена накоплением физиологически активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. Совокупность этих веществ получила название *колинов*, состав и концентрация которых зависит от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений.

Действие колинов проявляется в процессах деления, растяжения и дифференциации клеток, при дыхании и фотосинтезе, поступлении воды и питательных веществ и других жизненно важных функциях растений. При низких концентрациях фитотоксичных веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян.

Источник образования и поступления токсичных веществ — корневые выделения растений, послеуборочные растительные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Наиболее интенсивно фитотоксичные вещества накапливаются при возделывании на одном месте одновидовых или близких по биологии культур и при создании в почве анаэробных условий.

Многочисленные почвенные организмы в процессе своей жизнедеятельности вырабатывают разнообразные вещества, которые, накапливаясь в почве, задерживают или полностью подавляют развитие многих патогенных грибов.

Растения выделяют в почвенную среду различные аминокислоты, углеводы, гликозиды, органические кислоты, витамины, ферменты, алкалоиды другие вещества. Все эти вещества в той или иной мере могут быть использованы микроорганизмами в качестве источника питания. Однако отдельные компоненты корневых выделений в больших концентрациях могут задерживать их рост и развитие.

Основные мероприятия, направленные на воспроизводство фитосанитарного состояния почвы:

- возделывание сельскохозяйственных культур в севообороте; чем больше различий между культурами, тем выше фитосанитарный эффект;
- использование устойчивых к болезням, вредителям и сорным растениям сортов;
- применение правильной обработки почвы;
- посев промежуточных культур;
- применение санитарно-профилактических мероприятий;
- использование биологических и химических средств защиты растений.

5.4 Агрохимические факторы плодородия

Растения в основном усваивают азот и зольные элементы из почвы в форме минеральных солей.

В наибольшем количестве растения поглощают **макроэлементы**: азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу. Их содержание в растениях исчисляется процентами или десятymi долями. При сжигании органического вещества все элементы, кроме азота, остаются в золе, поэтому их часто называют **зольными элементами**.

Растениям необходимы также элементы, которые потребляются ими в небольших количествах, но играют важную роль в различных процессах обмена веществ. К ним относятся железо, бор, марганец, цинк, медь, молибден и др. Их называют **микроэлементами**. Исчисляются они сотыми и тысячными долями процента.

В растениях встречаются также элементы в ничтожно малых количествах, которые называют **ультрамикроэлементами**. К ним можно отнести серебро, золото, радий, уран, торий, актиний и др. Значение этих элементов в жизни растений изучено слабо, хотя они, несомненно, играют определенную роль в биохимических процессах.

Основную часть питательных веществ растения усваивают из почвенного раствора, который постоянно взаимодействует с твердой фазой почвы. Для его ускорения важное значение имеет концентрация почвенного раствора.

Содержание доступных форм питательных веществ зависит от их валового запаса. Большую роль в переводе валовых запасов питательных веществ в подвижное состояние играет почвенная микрофлора, особенно обитающая в прикорневой зоне (ризосфере).

Азот. Главным источником азота в почве является гумус. В нем содержится около 5% азота. Запасы гумуса в метровом слое дерново-подзолистых почв составляют 80-120 т/га. В пахотном слое почвы гумуса гораздо меньше. В то же время верхние слои почвы больше обогащены микрофлорой, и основная часть азота при минерализации гумуса поступает на питание растений именно из этих слоев.

Естественными источниками пополнения запасов азота в почве являются азотфиксирующая способность свободноживущих и клубеньковых микроорганизмов, а также поступление его с атмосферными осадками.

Наиболее значительное количество азота накапливается в почве благодаря жизнедеятельности клубеньковых бактерий бобовых растений. Ежегодно на 1 га посева бобовых культур может накапливаться следующее количество азота: клевера — 150-160 кг, люпина - 160-170, люцерны — 250-300, сои — 100, вики, гороха — 70-80 кг.

Фиксация азота несимбиотическими, или свободноживущими, микроорганизмами зависит от обеспеченности их углеводами, фосфором, кальцием и другими элементами, реакции почвенной среды, температуры, влаги, условий аэрации, не такая существенная — 5-15 кг/га связанного азота в год.

Кроме бактерий связывать атмосферный азот могут грибы и водоросли, находящиеся в симбиозе с некоторыми высшими растениями.

Запасы азота в почве пополняются азотом атмосферных осадков. Обычно он поступает в виде аммиака и отчасти нитратов. Эти соединения образуются в атмосфере под действием грозových разрядов. С осадками ежегодно поступает азота 2-11 кг/га.

Перечисленные источники пополнения запасов азота, несомненно, представляют практический интерес, но все они составляют лишь незначительную часть того азота, который выносится с урожаем сельскохозяйственных культур. Поэтому необходимо принимать меры для воспроизводства почвенных запасов азота. Наиболее существенный и реальный путь — внесение органических и минеральных удобрений.

Содержание в почве минерального азота динамично и зависит от влажности и активности почвенной микрофлоры, фазы развития растений. При разложении 1 т гумуса в почву поступает около 50 кг/га азота. Однако не весь азот усваивается растениями. Существует несколько источников потери минеральных форм азота из почвы. Основными из них являются:

- **иммобилизация**, то есть потребление азота почвенной микрофлорой; при внесении в почву растительных остатков почвенная микрофлора для построения тела использует азот не только органических веществ, но и минеральный; это приводит к ухудшению азотного питания культурных растений; особенно часто подобные процессы наблюдаются при запашке соломы накануне посева последующих культур; для снижения иммобилизации азота микрофлорой почвы к растительным остаткам, богатым целлюлозой, рекомендуют добавлять около 1% минерального азота; процесс иммобилизации не всегда служит отрицательным фактором — после отмирания микроорганизмов и разложения их тел часть азота закрепляется в гумусовых веществах, а часть — переходит в минеральные формы;

- вымывание в грунтовые воды, в первую очередь на чистых парах;
- улетучивание аммиака, оксидов азота и молекулярного азота в воздух вследствие **денитрификации** нитратов почвенными микроорганизмами; для этого необходимы анаэробные условия, щелочная реакция почвы, избыточное количество в почве органического вещества, богатого клетчаткой, глюкозой и другим энергетическим материалом, а также высокое увлажнение почвы; кроме денитрификации, потери азота могут быть вследствие распада азотистой кислоты в почве.

- фиксация аммония почвы, или необменное его поглощение некоторыми минералами из группы гидрослюдов. Фиксирующая способность почв в отношении аммония возрастает с увеличением температуры, pH, содержания гумуса.

Фосфор в почве присутствует в органической и минеральной формах. Верхние слои обычно содержат больше P_2O_5 , что связано с накоплением фосфора в зоне отмирания основной массы корней. Вниз по профилю почвы количество P_2O_5 уменьшается.

В разных почвах содержится неодинаковое количество фосфора: от 0,01% в бедных песчаных почвах до 0,2% в мощных высокогумусных почвах.

Основным источником фосфорного питания растений являются минеральные соединения фосфора в почве.

Люпин, гречиха, горчица, рожь обладают способностью усваивать фосфор из труднодоступных соединений.

Из-за слабой подвижности фосфора в почве практически отсутствуют естественные пути как потерь фосфорных соединений, как и естественные источники пополнения.

Оптимальный уровень обеспеченности подвижным фосфором для дерново-подзолистых почв находится в пределах 150-250 мг/кг.

Повышение содержания фосфора в почве возможно при внесении органических и фосфорных удобрений. Затраты P_2O_5 для увеличения содержания фосфора в почве на 1 мг составляют в зависимости от гранулометрического состава различных типов почвы от 40 до 120 кг/га.

Валовое содержание **калия** в почве колеблется от 0,1% (лёгкие почвы, торфяники) до 3% (тяжелые почвы). Но из этого количества доступно для растений около 1% валовых запасов.

По доступности растениям все соединения калия в почве можно разделить на пять групп.

1. Калий, входящий в состав минералов почвы (алюмосиликаты). Эта форма калия труднодоступна растениям. На дерново-подзолистых почвах этот источник составляет ежегодно 15-30 кг/га.

2. Поглощенный почвенными коллоидами калий — один из источников калийного питания растений. Его в почве может быть 50-300 мг на 1 кг почвы.

3. Водорастворимый калий наиболее доступен для питания растений.

4. Некоторая часть калия почвы входит в состав плазмы микроорганизмов. В дерново-подзолистой почве количество его достигает 40 кг K_2O на 1 га. В доступную форму этот калий переходит после отмирания микробов. Калий содержится также в растительных и животных остатках. После их разложения он становится доступным растениям.

5. Калий, фиксированный почвой. Почва тяжелого гранулометрического состава отличается повышенной фиксацией калия. Фиксация калия из удобрений на дерново-подзолистых почвах невелика и редко превышает 200 кг/га.

Оптимальное содержание обменного калия на дерново-подзолистых почвах формируется при его содержании в пределах 170-225 кг/га.

Основной фактор воспроизводства элементов минерального питания — внесение органических и минеральных удобрений. При содержании элементов питания в почве ниже оптимального уровня воспроизводство их должно быть расширенным (внесение NPK выше их выноса с урожаем), а при достижении оптимальных значений — простым.

Вынос **микроэлементов** с урожаем сельскохозяйственных культур с 1 га почвы составляет от десятых долей грамма (молибден) до нескольких сотен граммов (марганец, цинк). Потребность в микроэлементах удовлетворя-

ется за счет почвенных запасов и внесения навоза, который содержит почти все необходимые для растений микроэлементы. Кроме того, в почву поступают микроэлементы с некоторыми минеральными удобрениями: сырыми калийными солями, фосфоритной мукой, золой и др. В минеральных удобрениях 70-75% валового содержания микроэлементов находится в усвояемой форме. Подвижность микроэлементов в навозе значительно меньше, чем в минеральных удобрениях, и составляет не более 25%.

Реакция почвенной среды. Большинство возделываемых культур и почвенных микроорганизмов лучше развивается при слабокислой или нейтральной реакции почвы. Однако есть культуры с особыми требованиями к кислотности: для люпина 4-5, льна-долгунца 5-6, пшеницы 6-7.

Косвенное действие кислотности проявляется в снижении почвенного плодородия из-за увеличения подвижности гумусовых веществ и вредного влияния ионов H^+ на минеральную часть почвы. При этом почва обедняется коллоидами, которые вымываются в подпахотные слои. Недостаток в почве обменных веществ кальция и магния вызывает резкое ухудшение физических и физико-химических свойств почвы. В почвенном растворе появляются свободные ионы алюминия и марганца, токсичные для растений. Подвижность некоторых микроэлементов (например, молибдена) уменьшается, растения испытывают в них недостаток.

Повышенная кислотность угнетает почвенные организмы, прежде всего нитрификаторы и азотфиксирующие бактерии, почвенную фауну (дождевые черви, клещи, ногохвостки).

Основными причинами повышения кислотности являются вынос кальция и магния с урожаем и вымывание их из почвы. На почвах легкого гранулометрического состава и при промывном водном режиме кальция и магния теряется больше.

Один из приемов воспроизводства реакции почвенного раствора — **известкование** (внесение $CaCO_3$). Оно применяется на кислых почвах.

Улучшение почвенной реакции щелочных почв достигают **гипсованием** (внесением $CaSO_4$).

Интенсивное земледелие базируется на постоянном применении органических и минеральных удобрений. Эффективность минеральных удобрений, как правило, с увеличением доз снижается.

6 СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

6.1 Понятие о сорных растениях

Возделывание в сельскохозяйственном производстве различных культурных растений всегда сопровождается появлением в их посевах нежелательных растений. Они оказывают на сельскохозяйственные культуры разностороннее негативное влияние. Поэтому с момента зарождения земледелия человек всегда стремился избавиться от них, используя все доступные ему средства.

Эти нежелательные растения можно разделить на две группы: сорняки и засорители.

Сорняки – дикорастущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции (ГОСТ 16265-89)

Засорители – растения относящиеся к культурным видам, но не возделываемые на данном поле (ГОСТ 16265-89)

С биологической точки зрения – сорняки это растения, которые входят в состав агрофитоценоза против желания человека и, создавая несбалансированные условия для роста и развития культурных растений, уменьшают их урожай и ухудшают качество.

На территории нашей страны, флора которой состоит из 21200 видов, к сорным растениям относят 1330 видов, или 5-6%.

6.2 Вред, приносимый сорными растениями

Сорные растения наносят сельскохозяйственному производству значительный ущерб. Они вредят, прежде всего, различным культурам, посевам которых засоряют. Негативное влияние сорняков на культурные растения может быть прямым и косвенным.

1. Сорняки ухудшают условия жизни культурных растений, являясь их **конкурентами** прежде всего за влагу, элементы минерального питания, свет, площадь.

Некоторые сорняки обладают высокой конкурентной способностью. Этому способствуют длинная и глубокая корневая система (длина корней: марь белая – до 2 м, выюнок, ромашка непахучая, чистец болотный, метлица обыкновенная – до 5 м, бодяк – до 9 м, хвощ полевой – до 10 м; корни овсяга достигают глубины 2 м, донника желтого — 5, бодяка полевого — 7 м); высокий коэффициент использования питательных веществ из почвы и удобрений (культурные растения используют питательные вещества из удобрений в среднем на 40%, сорняки – на 56-70%).

Сорняки извлекают из почвы большое количество различных элементов, существенно ухудшая минеральное питание культурных растений (табл. 8).

Таблица 8 - Вынос элементов питания

Культуры, сорняки	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всего	Урожайность, т/га
Озимая рожь	85	40	78	203	3
Картофель	80	40	120	240	20
Пырей	46	32	69	147	6
Осот	67	29	160	256	4
Хвощ	280	92	278	650	8

Многие сорные растения (редька дикая, овсюг, василек синий, ромашка непахучая) в определенные периоды вегетации расходуют влаги в 1,5-2 раза больше, чем культурные растения. Поэтому на засоренных полях влажность почвы в корнеобитаемом слое даже в Нечерноземной зоне может существенно понижаться, в первую очередь в засушливых условиях.

В начале вегетационного периода многие сорняки опережают в росте культурные растения и сильно их затеняют. Особенно страдают от этого посевы культур, которые медленно развиваются в начальные периоды роста, например лён-долгунец.

2. **Неблагоприятное аллелопатическое влияние** некоторых сорных растений на культурные, что отражается в снижении всхожести, торможении роста последних (табл. 9).

Таблица 9 – Влияние заделанной массы сорняков на рост и развитие подсолнечника

Вариант	Всхожесть, %	Высота всходов, см
Контроль	100	8
Горчица полевая	81	6
Осот полевой	42	5
Мышей сизый	100	9

3. Затенение посевов приводит к ослаблению механической прочности приземной части стеблей культурных растений и вызывает **полегание** зерновых хлебов, льна.

Полегание может быть вызвано и другой причиной: некоторые вьющиеся и тонкостебельные сорняки (горец вьющийся, подмаренник цепкий, вьюнок полевой) оказывают механическое давление на вегетативные органы культуры.

Ряд сорняков, развивающих в куртинах мощную надземную массу, механически давят на культурные растения и отклоняют их в сторону, подавляя рост растений, вызывая изреживание посевов и усиливая их склонность к полеганию (марь белая, василек синий, полынь горькая, мать-и-мачеха).

4. **Паразитные и полупаразитные сорняки** присасываются к стеблям или корням растений и извлекают из них воду, минеральные и пластические вещества. Особенно опасны повилики и заразихи, поражающие до 100 видов растений. Даже сорняки, не относящиеся к этим группам, могут представлять

опасность. Например, пырей способен вытягивать фосфор из корней плодовых деревьев.

5. Сорняки вносят свой вклад в затенение почвы, что **снижает её температуру**. Это ослабляет активность микробиологических процессов в почве и биохимических в растениях, что ухудшает условия их жизнедеятельности.

6. Многие сорные растения служат **резерваторами болезней и вредителей** культурных растений. Например, пастушья сумка, сурепка обыкновенная являются резерваторами грибных заболеваний культур из семейства капустных (кила капусты, белая плесень, мучнистая роса); марь белая, василек синий, бодяк полевой - корневой гнили пшеницы, мозаики мятликовых культур, вирусных заболеваний картофеля; ромашка непахучая, одуванчик обыкновенный - стеблевой картофельной нематоды.

Резерваторами вредной черепашки служат пырей ползучий, мятлик луговой, кострец безостый; озимой совки — марь белая, вьюнок полевой; свекловичного долгоносика — бодяк полевой, чертополох курчавый, горец вьющийся. Стеблевая и свекловичная нематоды переходят на культурные растения с подмаренника цепкого, лебеды. Марь белая, овсюг, лебеда и щирица служат пристанищем для свекловичного клопа, лугового мотылька и т.д.

7. Сорняки **осложняют проведение полевых работ, особенно уборочных**. Как уже отмечалось, посевы при этом нередко полегают, что снижает производительность машин. Поступающая продукция имеет повышенную влажность, нередко содержит большое количество посторонних растительных примесей (сырые части сорняков, их соцветий, плодов и семян). Это приводит к увеличению затрат как на транспортировку бункерной массы, на ее дополнительную очистку и просушивание. В зависимости от уровня засоренности посевов затраты на обработку почвы таких полей в Нечерноземной зоне могут возрастать на 30-50%. В итоге повышается себестоимость получаемой продукции.

8. Сорняки способствуют **снижению качества получаемой продукции**. С засоренных полей зерно хлебных культур получают невыполненным и с плохими хлебопекарными качествами; при этом снижаются натура, стекловидность, содержание протеина. На засоренных полях у картофеля, свеклы и моркови больше образуется мелких клубней и корнеплодов; содержание в них сухих веществ и аскорбиновой кислоты снижается. Зерно пшеницы, содержащее примеси семян куколя обыкновенного, плевела опьяняющего, клоповника мусорного, белены черной, непригодно как для выпечки хлеба, так и для скармливания скоту.

9. Сорняки являются причиной **снижения выхода и качества животноводческой продукции**. При поедании животными многих растений, даже таких, которые не вызывают отравлений, могут возникать различные нежелательные изменения в молоке и в получаемых из него продуктах (масло, сыры и др.), а также в мясе.

У коров может изменяться нормальная окраска молока. Так, например, красное окрашивание наблюдается при поедании подмаренников; молочаи придают молоку розовую окраску; незабудки — синеватую; горец птичий — голубую; хвощи — синеватую. Ряд растений придают молоку горький вкус: люпины, лютики, молочаи, пижма обыкновенная (и камфорный запах); полыни (и полынный запах). Полынь горькая считается самым горьким растением нашей флоры. Горечь чувствуется при разведении 1:10 000.

Некоторые растения изменяют качество продуктов, получаемых от животных, и даже делают их ядовитыми: люпины — молоко ядовито; молочаи — молоко ядовито для телят и для людей; пикульники — молоко и мясо ядовиты. Содержащийся в цветках подмаренников сычужноподобный фермент свертывает молоко. Щавелек вызывает ускоренную свертываемость молока, затруднения при сбивании масла (масло белое). Некоторые растения: болиголов пятнистый, зверобой продырявленный, звездчатка злачная, лютик едкий, хвощ полевой, повилки — вызывают отравление и гибель скота.

10. Сорняки могут нанести **прямой вред здоровью человека**. Полынь, амброзия полыннолистная часто выделяют пыльцу, что является причиной аллергии, опухают слизистые оболочки, развивается бронхиальная астма. Многие ядовитые растения могут вызывать отравления человека.

Потери урожая сельскохозяйственных культур в мире от сорняков и других вредных организмов составляют 30-40%. Ежегодно растениеводство РФ теряет от вредителей, болезней и сорняков около 100 млн. т в пересчете на зерно, из которых до 40 млн. т приходится на сорняки.

Таким образом, вред, причиняемый сорными растениями, значителен по размеру и разнообразен по форме, и это затрагивает все отрасли сельскохозяйственного производства.

6.3 Сорняки в агрофитоценозах

Агрофитоценоз, или полевое растительное сообщество — это совокупность культурных и сорных растений посева, характеризующуюся определенным составом, строением и взаимодействием и сформировавшуюся на сравнительно однородной в экологическом отношении сельскохозяйственной территории.

Флористический состав сорных растений на сельскохозяйственных угодьях России включает свыше 1100 видов. Но в Нечерноземной зоне количество особо злостных составляет 80-100. Обычно на одном поле распространены 10-15.

Появление сорняков на сельхозугодьях может быть вызвано разными причинами. Многие виды сорняков, которые называют **антропохоры**, попадают на другие поля в процессе хозяйственной деятельности человека (с семенным материалом, навозом, уборочными машинами и т. д.): куколь обыкновенный, овсюг, марь белая, костер ржаной, пастушья сумка, плевел льняной, василёк синий.

Большое число видов сорняков появляется на пашне с окружающих естественных территорий или возобновляется из диаспор, сохранившихся в почве после распашки конкретной площади. Такую группу сорняков называют **анофитами**: фиалка полевая, помаренник цепкий, щавель конский, одуванчик лекарственный, подорожник большой, пырей ползучий, бодяк полевой, хвощ полевой.

Сорную растительность сельскохозяйственных территорий подразделяют на несколько групп в зависимости от условий их местообитания.

Виды сорняков, предпочитающие постоянно обрабатываемые земли и хорошо приспособившиеся к посевам культуры, составляют группу **сорнополевой**, или **сегетальной**, растительности (редька дикая, горчица полевая, куколь обыкновенный, овсюг, василек синий, ромашка непахучая). После прекращения обработки почвы сорняки этой группы полностью выпадают из формирующего травостоя.

Сорняки, обитающие преимущественно у жилых и хозяйственных построек, на свалках бытовых и производственных отходов, по межам и обочинам дорог, относятся к группе **мусорной**, или **рудеральной**, растительности: крапива.

Одна из задач полевой фитоценологии – оценка вредоносности сорняков, которая проявляется при взаимодействии (интерференции) культуры с сорной растительностью.

Вред – это ущерб, наносимый сорняками сельскохозяйственным культурам, заключающийся в недоборе урожая и в снижении качества продукции.

Вредоносность – это степень воздействия сорняка на культурные растения.

Влияние сорных растений на культурные отражают пороги вредоносности сорняков.

Фитоценотический порог вредоносности – (ФПВ) – количество сорняков, при котором они не причиняют культурным растениям ущерба.

Критический порог вредоносности – (КПВ) – такое количество сорняков, которое вызывает статистически достоверные потери урожая. В таких условиях потери не превышают 3-6 % фактического урожая, борьба с сорняками не целесообразна по экономическим соображениям (табл. 10).

Таблица 10 – Пороги вредоносности сорняков, шт./м²

Культура	НСР ₀₅ , %	КПВ	ЭПВ
Озимая пшеница	4-7	12-20	14-26
Яровая пшеница	4-7	12-21	15-27
Ячмень	4-7	13-26	16-32
Гречиха	4-6	7-10	8-14
Лён-долгунец	2-3	11-17	17-23
Картофель	3-5	6-11	8-13
Однолетние травы	7-10	17-27	23-32
Многолетние травы	7-10	12-20	17-25

Экономический порог вредоносности – (ЭПВ) – уровень засоренности, при котором в конкретных условиях экономически оправдано применение специальных истребительных мероприятий и уборка дополнительной продукции. При этом прибавка урожая обычно превышает 5-7% фактического урожая. На полях с низкой урожайностью или низкой стоимостью основной продукции экономический порог вредоносности сорняков определяется прибавкой урожая в 8-12%. Для технических культур (лен-долгунец) она может снижаться до 2-4% (табл. 11).

Таблица 11 – ЭПВ сорняков

Сорняк	шт./м ²	Сорняк	шт./м ²
Зерновые культуры (кущение)			
Вьюнок полевой	5-8	Бодяк розовый	2-4
Пырей ползучий	3-6	Овсяг обыкновенный	10-16
Подмаренник цепкий	4-14	Марь белая	9-18
Горчица полевая	12	Пикульник обыкновенный	15-18
Ромашка не пахучая	5	Метлица обыкновенная	10-20
Пропашные культуры			
Просо куриное	8	Марь белая	4

Вредоносность сорняков определяется не только их обилием и составом, но и чувствительностью к ним культурных растений в конкретные фазы роста.

Период в жизни культурного растения, когда наблюдается наиболее острое негативное влияние засоренности на его рост и развитие, называется **гербакритическим**.

Знание гербакритического периода культур, а также его продолжительность позволяет не только установить оптимальные сроки проведения истребительных мероприятий, но и свести к минимуму возможные потери урожая культур от сорняков.

У большинства культур начало гербакритического периода приурочено к ранним периодам роста культур. Например, озимая пшеница наиболее чувствительна к сорнякам в первые четыре недели после посева. Вредоносность сорняков, появившихся в посевах озимой пшеницы с весны, снижается в 2-4 раза, хотя и вызывает уменьшение урожая на 7%.

Произрастание сорняков в течение 15 дней с начала вегетации этой культуры снижает её урожайность зерна на 6%; 30 дней — на 7%; 70 дней — на 15%; 94 дня — на 24% и в течение 110 дней — на 34%.

Борьбу с сорными растениями в посевах необходимо начинать заблаговременно, до вступления культуры в гербакритический период. Проведение истребительных мероприятий в такие сроки дает максимальный эффект как по величине и качеству получаемой продукции, так и по размеру чистого дохода и уровню рентабельности. После вступления культуры в гербакритиче-

ский период меры борьбы с сорняками дают тем меньший экономический эффект, чем позднее их стали реализовывать.

6.4 Биологические особенности сорняков

1. Сорняки обладают исключительно **высокой плодovitостью и способностью** многих видов (в первую очередь многолетних) **размножаться** не только семенами, но и **вегетативно** (корневой системой, корневищами, луковичками, стеблями).

Например, хорошо раскутившаяся озимая пшеница имеет 100-150 семян с одного растения, озимая рожь - 120-180 зерен, лён-долгунец – 30-50 семян, а марь белая - 100 тысяч, полынь обыкновенная – 10 миллионов.

По семенной продуктивности все малолетние виды делятся на 3 группы.

1 группа – сорняки, дающие в среднем 50-600 семян с одного растения, максимально до 15 тысяч. К этой группе относят плевел опьяняющий, горец вьюнковый и шероховатый, куколь обыкновенный, щетинник сизый, редьку дику.

2 группа – сорняки со средней семенной продуктивностью от 600 до 1500 семян и максимально – до 20-100 тысяч на одно растение. Это ярутка полевая, горчица полевая, пастушья сумка.

3 группа – сорняки с продуктивностью от 1500 до 5 тысяч семян, максимально – от 100 тысяч до 1 миллиона. Сюда относятся марь белая, белена черная, щирица запрокинутая.

2. Сорняки обладают **высокой приспособляемостью к распространению**. Способы распространения:

- автохорно – с помощью специальных приспособлений у растений; например, скрученные ости овсюга при соприкосновении с влажной почвой раскручиваются и вызывают передвижение зерновки и даже ввинчивание ее в почву;

- аллохорно – с помощью различных агентов;

- анемохорно (при помощи ветра) распространение осуществляется при наличии у семян волосков, хохолков и крылатых выростов (одуванчик лекарственный, осот);

- зоохорно (с помощью животных) распространяются цепкие плоды и семена репейника обыкновенного, подмаренника цепкого; липкие плоды и семена льнянки, горца вьюнкового, фиалки полевой прилипают к ногам животных; семена с сочным околоплодником, идущим в пищу животным и птицам (орнитохория), транзитом выбрасываются с экскрементами (паслен черный);

- гидрохорно (с помощью воды) распространяются с дождевыми потоками и переносятся в пониженные места рельефа семена василька синего, мари белой; с поливными водами - вьюнок полевой, щетинник сизый, горец шероховатый, щирица запрокинутая;

• автобарахорно, то есть под действием силы тяжести семена и плоды рассеиваются вокруг материнских растений у горчицы полевой, капусты полевой, редьки дикой, ромашки непахучей; механическое разбрасывание семян осуществляется вследствие высыхания створок плода (фиалка полевая) и коробочки (куколь обыкновенный)

3. Сорняки имеют **неравномерное прорастание семян**. Например, появление всходов из семян подмаренника цепкого, щирицы запрокинутой, бодяка полевого, осота полевого продолжается в течение двух лет, у горца шероховатого и торицы полевой — 5-6 лет, у горца вьющегося, пикульника обыкновенного, мари белой, ярутки полевой, дымянки лекарственной — свыше 10 лет.

4. У многих сорняков наблюдается **разнокачественность семян (разноплодие, гетерокарпия)**. В Нечерноземной зоне у мари белой можно выделить 3 группы семян:

- крупные (4 мм) прорастают осенью в год образования;
- средние по размеру (2-3 мм) прорастают на второй год;
- очень мелкие (1-1,5 мм) прорастают обычно на третий год и позднее.

В метелке овсюга формируются разнотипные зерновки по биологическим признакам. В верхней ее части образуются мелкие зерновки, легко осыпающиеся, их период покоя до 22 месяцев. Они дают всходы с глубины не более 10-12 см и формируют растения, по темпу развития сходные с поздними яровыми и позднеспелыми. Зерновки из нижней части метелки самые крупные, осыпаются позднее и засоряют посевной материал культуры, период покоя их около 2—3 месяцев.

5. **Биологическая долговечность** семян сорняков может быть **очень длительной**. Например, горчица полевая не теряет всхожесть до 10 лет, повилика и бодяк полевой - до 20 лет, звездчатка и пастушья сумка – до 30-35 лет, вьюнок полевой – до 50 лет, донник белый и щавель курчавый - около 80 лет. Известно, что зерна плевела опьяняющего пролежали, сохранив жизнеспособность, в гробнице египетского фараона около 4000 лет.

6. **Разновременное созревание семян и плодов** сорняков и культурных растений в агрофитоценозах. В процессе естественного отбора у малолетних сорняков сформировалась способность заканчивать жизненный цикл несколько раньше, чем у культурных растений. Это приводит к тому, что уже заблаговременно (до уборки культуры) значительная доля образовавшихся на растениях сорняков семян осыпается на почву. При этом исключается возможность непосредственно удалить эти семена с поля, как это легко удастся с семенами сорняков, которые попадают, например, в бункер комбайна при обмолоте зерновых культур.

В посевах озимых хлебов за полторы-две недели до их обмолота полностью отмирают растения редьки дикой, пастушьей сумки, ярутки полевой и большая доля их семян попадает в почву. Несколькими днями позднее начинают осыпаться на почву уже созревшие на отдельных веточках семена ромашки непахучей, василька синего, костра ржаного.

7. Некоторые сорняки *способны* хорошо *прорасти на свету*.
8. У поликарпических сорняков развивается *мощная корневая система с большим запасом питательных веществ*.
9. У некоторых сорняков наблюдается *сохранение всхожести семян*, находящихся в навозе, воде, силосе, сенаже; после прохождения через кишечник животных или птиц; при размоле засоренного зерна на муку или после обмолота на крупу.
10. Наличие *пожнивных сорняков*, которые могут ускоренно пройти жизненный цикл после уборки ранних зерновых и других культур и при благоприятно складывающихся в невзлущенной стерне питательного, водного, светового режимов.
11. Некоторые сорняки ведут *паразитический или полупаразитический образ жизни*.
12. Многие сорняки обладают *высокой пластичностью* при различных экологических режимах. По способности семян сорняков прорасти в зависимости от температуры почвы их делят на следующие группы: очень холодостойкие – прорастающие при 2-4°C; холодостойкие – прорастающие при 3-6°C; требовательные к теплу – прорастающие при 10-12°C; очень требовательные к теплу – прорастающие при температуре не ниже 14-18°C.
13. У ряда сорняков наблюдается *мимикрия семян и всходов*.
- Указанные особенности роста и развития сорняков приводят к постоянному пополнению почвы их семенами и вегетативными органами. Установлено, что в пахотном слое почвы на отдельных полях находятся семена 10-20 различных видов сорняков при их общем количестве от 120 млн. до 3-4 млрд./га.
- И хотя семена и плоды гречихи татарской, горошка мышиного, костреца ржаного способны прорасти с глубины 10 см, а овсюга - даже с глубины 20-25 см, большинство сорняков лучше всего прорастают и дают полноценные всходы с глубины не более 5 см.

6.5 Классификация сорняков

Агробиологическая классификация сорных растений необходима для разработки эффективных мер защиты от них (табл. 12).

Таблица 12 – Агробиологическая классификация сорных растений

Тип	Непаразитные			Полупаразит- ные	Паразитные
Подтип	малолетние		многолетние		
Био- группа	эфмеры		корнеотпрысковые	корневые	корневые
	яро- вые	ранние	Корневищные	стеблевые	стеблевые
		поздние	стержнекорневые		
	озимые		мочковатокорневые		
	зимующие		Ползучие		
	Двулетники	Луковичные			
		Клубневые			

В ее основу положены наиболее важные биологические признаки: способ питания растений, продолжительность их жизни, способ вегетативного размножения.

По способу питания сорные растения делятся на три типа:

- 1) *зеленые или непаразитные;*
- 2) *полупаразитные;*
- 3) *паразитные.*

Зеленые растения вырабатывают в процессе фотосинтеза необходимые органические вещества, а через корневую систему поглощают из почвы минеральные соединения, тем самым они самостоятельно обеспечивают свое развитие.

Паразитные сорняки в процессе эволюции утратили способность к фотосинтезу (гетеротрофы), они не имеют листьев и корневой системы, живут за счет готовых питательных веществ растения-хозяина.

Полупаразитные сорняки имеют листья и обладают способностью к фотосинтезу, а у растения-хозяина забирают воду и минеральные питательные вещества (гемигетеротрофы).

По продолжительности жизни тип непаразитные сорняки делится на два подтипа – *малолетние и многолетние.*

Малолетние – это растения, имеющие жизненный цикл (от всходов до обсеменения с последующим отмиранием) не более двух лет и размножаются только семенами. Исходя из продолжительности жизни, выделяют следующие биогруппы этих сорняков: эфемеры, яровые ранние, яровые поздние, зимующие, озимые и двулетние. Сорняки этих биогрупп, кроме последней, плодоносят один раз (монокарпики) и имеют одногодичный цикл развития (моноциклики).

Сорняки, произрастающие на одном месте несколько лет, размножающиеся как вегетативными органами, так и генеративными, неоднократно плодоносящие в течение жизненного цикла (полуциклические поликарпики), относятся к подтипу *многолетние*. В зависимости от способности к семенному и вегетативному размножению выделяют биогруппы: стержнекорневые, мочковатокорневые, ползучие, луковичные, клубневые, корневищные и корнеотпрысковые.

Развитие некоторых видов сорняков наиболее благоприятно происходит в агрофитоценозах с определенными культурными растениями. Такие сорняки имеют биоритмы и морфологические признаки, сходные с последними, и называются *специализированными*.

К специализированным сорнякам озимой ржи относятся, например, костер ржаной и полевой; к сорнякам овса — овсюг; гречихи — гречиха татарская; льна-долгунца — торица льняная, рыжик льняной, плевел льняной. В посевах озимых культур успешно развиваются озимые и зимующие виды: василек синий, ромашка непахучая, пырей ползучий; в посевах яровых зерновых — осот полевой, марь белая; в пропашных — просо куриное.

Некоторые специализированные сорняки имеют семена, похожие на семена культурных растений. В результате резко осложняется их разделение. По этой причине эти сорные растения получили название *трудноотделимых*. В посевах льна к трудноотделимым сорнякам относится плевел льняной, гречихи - гречиха татарская, овса – овсюг и т.д.

Среди сорных видов растений повышенное внимание уделяют группе *карантинных* сорняков, к которым относят особо вредоносные, отсутствующие или ограниченно распространенные на территории страны или отдельного региона сорняки, включенные в Перечень карантинных объектов.

Малолетние сорные растения

Эфемеры. Растения с коротким жизненным циклом (1,5-2 мес.). За время вегетации могут давать несколько поколений. Семена сохраняют жизнеспособность 5-7 лет. Представители: мокрица.

Яровые. Семена прорастают весной при температуре почвы от 3 до 10°C. Растения этой группы развиваются в течение вегетации в основном в посевах яровых культур. Семена прорастают весной, а растения обсеменяются в летне-осенний период. Представители: ранние - горец шероховатый, овсюг, марь белая; поздние - щирица запрокинутая, щетинник зеленый, ежовник обыкновенный.

Озимые. В отличие от других растений озимые требуют пониженных температур для прохождения стадии яровизации. Всходы появляются в летне-осенний период, обычно перезимовывают в фазе кушения и на следующий год образуют семена. По биологии развития эти сорняки сходны с озимыми культурами и засоряют в основном посевы этих культур. Представители: коостер ржаной и полевой, метлица обыкновенная.

Зимующие. Растения этой группы способны переносить зимние низкие температуры. Прорастание семян в весенний период определяет развитие растений по типу яровых, а если всходы появляются в конце лета или осенью, то они формируют розетку, которая и зимует. Такая особенность зимующих сорняков позволяет засорять озимые и яровые культуры. Представители: ромашка непахучая, пастушья сумка, подмаренник цепкий. Такие виды, как ярутка полевая, василек синий, рыжик мелкоплодный, могут иметь яровые и зимующие формы.

Двулетние (дициклические) сорняки проходят полный цикл развития за два года. В первый год развивается стебель и незначительно листья в нижнем ярусе. В это же время развивается корневая система, в которой накапливаются питательные вещества в виде углеводов. На второй год в этих растениях развиваются соцветия, и оно плодоносит. Представители: донники.

Многолетние сорные растения

По способу вегетативного размножения и строения корневой системы они делятся на биогруппы.

Корнеотпрысковые сорняки размножаются в основном вегетативно и в некоторой степени семенами. Корневая поросль появляется из почек корневой системы, образуя отпрыски. При расчленении корневой системы рабо-

чими органами почвообрабатывающих орудий образуется поросль, отпрыски, которые развиваются как самостоятельные растения. При систематическом подрезании надземных органов прекращается ассимиляция питательных веществ, корневая система истощается, что может привести к гибели растения. Представители: осот полевой, вьюнок полевой, сурепка обыкновенная.

Корневищные сорняки размножаются вегетативно и семенами. Корневища – это видоизмененные стебли с многочисленным количеством корневых утолщений (место накопления питательных веществ) и спящих почек. В почве основная масса корневищ произрастают горизонтально на глубине 8–14 см; их измельчение усиливает образование поросли, обладающей высокой жизнеспособностью. Представители: пырей ползучий, хвощ.

Стержнекорневые сорняки имеют мощный стержневой корень, проникающий в глубину почвы до нескольких метров. Отрезки главного корня длиной более 5 см, могут давать новые побеги. Растения этой группы могут размножаться сеянками, снабженными летучками, которые помогают им распространиться. Представители: полынь горькая, щавель кислый, одуванчик лекарственный.

Мочковатокорневые сорняки лишены специальных органов вегетативного размножения, имеют мочковатые корни. Способны к сменному размножению. Представители: лютик едкий, подорожник большой.

Ползучие сорняки в качестве органов вегетативного размножения имеют стеблевые побеги (усы, плети и т. д.), стелющиеся по земле, укореняющиеся в узлах и образующие розетки. Размножение семенами у этих сорняков, хотя и имеет подчиненное значение, выражено сильно. Представители: лютик ползучий, лапчатка гусиная, будра плющевидная.

Клубневые сорняки образуют на корнях или подземных стеблях утолщения, которые после перезимовки дают начало новому растению. Способны размножаться семенами. Представители: чистец болотный, сныть круглая.

Луковичные сорняки размножаются семенами, а также луковичками, образующимися в нижней части стебля у основания материнской луковички. Представители: луки.

Паразитные и полупаразитные сорняки

Паразитные сорняки живут за счет растения-хозяина и не способны к фотосинтезу. У них вместо корней сильно развита впитывающая система в виде присосок. Семена паразитов прорастают под действием корневых выделений растения-хозяина. Различают корневые паразиты – они присасываются к корню (заразиха) и стеблевые, которые прикрепляются к стеблю растения – хозяина (повилики).

Полупаразитные – это растения способные к фотосинтезу, но частично питаются за счет готовых питательных веществ растения-хозяина. При отсутствии растения-хозяина эти сорняки наряду с фотосинтетическим аппаратом развивают и свою корневую систему. Они прикрепля-

ются к корням (погремок большой, зубчатка поздняя) и стеблю (омела белая).

Ботаническая классификация. Кроме производственной существует ботаническая классификация всех растений, в том числе и сорных, объединяющая их в отдельные классы.

Класс однодольные включает в себя многие виды сорных растений, которые объединены в семейства мятликовых, осоковых и лилейных. К семейству мятликовых относятся пырей ползучий, куриное просо и другие. В семейство лилейных входят лук круглый и лук полевой. Такие злостные сорняки, особенно часто встречающиеся на орошаемых землях, как сыть круглая, осоки относятся к семейству осоковых.

Класс двудольных сорняков состоит из большего количества семейств. Обширным является семейство астровые: бодяк полевой, полынь горькая и другие. К семейству маревых относятся марь белая, солянка обыкновенная. Семейство капустные включает в себя горчицу полевую, пастушью сумку, сурепку обыкновенную. К семейству бобовых принадлежит донник желтый и белый. Гречишка вьюнковая, щавель курчавый и другие относятся к семейству гречишных. Такие злостные сорняки, как вьюнок полевой и повилика полевая относятся к семейству вьюнковых; заразиха подсолнечниковая — к семейству заразиховых; виды паслена, белена черная, дурман обыкновенный — к семейству пасленовых; виды щирицы — к семейству амарантовых; куколь посевной и звездчатка средняя — к семейству гвоздичных; подмаренник цепкий — к семейству мареновых; погремок большой, очанка короткая, зубчатка поздняя — к семейству норичниковых.

6.6 Учёт и картирование засоренности

Целенаправленная и эффективная программа защиты культурных растений от сорняков невозможна без данных о распространении, флористическом и количественном обилии их по каждому полю и участку угодий. Для этого проводится картографирование сорняков.

В земледельческой практике обычно различают систематическое и оперативное обследования.

Сплошное (систематическое, основное), обследование должно проводиться на всех угодьях хозяйства для получения наиболее полных сведений о видовом составе, количестве и распространении сорняков. Целесообразно этим обследованием охватить и земли несельскохозяйственного пользования (территории машинного двора, технических мастерских, горючехранилищ, зернотоков, животноводческих ферм, площади отчуждения ЛЭП и т. д.).

В виду трудоемкости этих работ обследования проводятся периодически (обычно один раз в 2-3 года). Время сплошного обследования выбирают так, чтобы наиболее полно охватить весь видовой состав и количественное обилие сорняков в обследуемой культуре или на угодье: в зерновых — фаза полного колошения, в других культурах сплошного посева — за 2-3 недели

до уборки, в пропашных — середина вегетационного периода, в многолетних травах — начало цветения бобового компонента, на несельскохозяйственных угодьях — полное цветение растений семейства капустных.

Оперативное обследование проводят перед началом полевых работ по защите от сорняков на конкретных полях и сельхозугодьях. Поэтому его выполняют незадолго до осуществления истребительных мер в следующие фазы роста культур: яровых зерновых — в начале полного кущения, озимых зерновых — в конце осенней вегетации и весной после отрастания, зернобобовых — при высоте до 8 см, льна-долгунца — в фазе елочки (высота 3—10 см), пропашных культур — перед междурядными обработками, многолетних трав — до кущения злаков или в начале отрастания бобового компонента, на чистых парах — при массовом появлении сорняков.

Единицей обследования является поле (или отдельный участок), занятое одной культурой, однородное по рельефу, плодородию и применяемой агротехнике. На каждом таком поле предварительно намечают маршрут движения обследователя. Наиболее рационален маршрут по наибольшей диагонали, состоящий из двух-трех параллельных проходов вдоль поля с относительно компактной формой или из одного зигзагообразного прохода на узком поле неправильной конфигурации. На маршруте намечают места учета сорняков (*станции*), которые располагают на одинаковом удалении друг от друга.

Методы учета засоренности посевов: глазомерный, количественный, количественно-весовой.

В основу *глазомерного* метода учета засоренности положена 4-балльная шкала:

1 балл — засоренность слабая; сорные растения встречаются единично и занимают до 5% стеблестоя культурных и сорных растений;

2 балла — засоренность средняя; сорняков — до 25% стеблестоя произрастающих растений;

3 балла — засоренность сильная; сорняков — свыше 25% стеблестоя растений; сорных растений много, но их меньше, чем культурных;

4 балла — засоренность очень сильная; сорные растения преобладают над культурными.

Учет засоренности полей *количественным* (инструментальным) методом проводят по следующей методике.

Поле или участок проходит по наибольшей диагонали и через равные расстояния накладывают рамку 50 x 50 см (0,25 м²). На полях площадью до 50 га ее располагают в 10 точках, от 50 до 100 га — в 15 и на полях более 100 га — на каждые 50 га дополнительной площади количество мест увеличивается на единицу.

Внутри каждой рамки подсчитывают количество сорных растений отдельно по каждому виду. После окончания обследования полей вычисляют среднее количество сорняков по каждому виду и среднее количество всех сорняков в расчете на 1 м².

Материалы основного обследования после обобщения целесообразно использовать для составления карты засоренности полей и других угодий. Ее основой служит схематическая карта земельной территории хозяйства, которая должна содержать следующие сведения: границы, размеры участков, вид угодья или возделываемой культуры, название севооборотов.

В настоящее время в связи с развитием точного земледелия создаются и используются электронные карты засоренности полей с использованием систем глобального позиционирования.

Полученные материалы будут служить основой для планирования и разработки всей системы мероприятий по уничтожению, подавлению и снижению вредоносности сорняков.

7 ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ОТ СОРНЯКОВ: ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Научными и практическими принципами защиты от сорняков в современном земледелии является комплексная (интегрированная) система действий, представляющих собой сочетание разнообразных методов защиты культурных растений, направленных на регулирование численности сорняков до уровня экономических порогов вредоносности.

7.1 Самоочищение почвы

В почве прорастает большое количество семян сорняков, поверхность ее достигает только часть их, остальные погибают. Некоторые сорняки прорастают на большой глубине и проростки их не могут пробиться на поверхность. Другие погибают от недостатка влаги в верхнем слое почвы, высоких температур, повреждаются вредителями, болезнями и т. д. Происходит ***самоочищение почвы*** от сорных растений. В почве погибает 50-80% проростков сорняков. В посевах культурных растений от числа появившихся всходов погибает еще до 50% сорняков. К моменту уборки урожая вегетирует обычно 3-19% сорняков от числа проросших в почве семян.

7.2 Концепции защиты от сорных растений

В настоящее время существуют две стратегии планирования защиты от сорняков.

Концепция борьбы «любой ценой». Целью данной концепции является удержание численности сорняков на возможно низком уровне, чтобы минимизировать потери урожая и предупредить потенциальное увеличение засоренности. Эта концепция носила глобальный характер до середины прошлого века, имеет место быть и сейчас. Термин ***«борьба с сорняками»*** отражает суть этого направления производственной деятельности. Несмотря на современное развитие техники, возможности этой стратегии ограничены.

Концепция экономического порога вредоносности. В основе данной концепции лежит экономический порог вредоносности: потери урожая сельскохозяйственных культур в стоимостном выражении равны стоимости затрат на предотвращение этих потерь. При этом следует учитывать, что ***защита от сорняков*** не должна преследовать цель полного их уничтожения; необходимо лишь снизить их численность до определенного уровня.

7.3 Классификация методов защиты от сорняков

Все методы защиты от сорняков можно разделить на две группы: предупредительные и истребительные мероприятия (табл. 13).

Таблица 13 – Система защиты от сорняков

Защита от сорняков	Предупредительные мероприятия	Карантинные
		Организационные
	Истребительные мероприятия	Агротехнические
		Биологические
		Механические
		Физические
		Химические
		Экологические

7.4 Предупредительные мероприятия

Предупредительные мероприятия – это выявление, локализацию и ликвидацию источников, очагов сорных растений и уничтожение путей их распространения. Эта группа включает карантинные и организационные методы защиты.

Задача **карантинных** мероприятий, проводимых в государственном масштабе, не допустить завоза из других стран семян сорняков, которых нет в России (внешний карантин), или предупредить распространение опасных сорняков из одних районов в другие (внутренний карантин).

В группу сорняков *внешнего карантина* входят: бузинник пазушный, ипомея плющевидная, ипомея ямчатая, паслен каролинский, паслен линейнолистный, подсолнечник реснитчатый, стриги, череда волосистая, череда дважды перистая.

Внутренний карантин распространяется на амброзию многолетнюю, амброзию полыннолистную, амброзию трехраздельную, горчак ползучий, паслен трехцветковый, все виды повилики, цехрус длинноколючковый.

Карантинные сорняки распространяются, как правило, вместе с семенами культурных растений при их перемещении в форме посевного материала, продовольственного и фуражного зерна внутри страны и из-за рубежа.

Чаще всего источниками распространения карантинных сорняков служат участки несельскохозяйственного использования, дороги, оросительные и осушительные системы, ветры, пыльные бури и другие.

При обнаружении очага данного сорняка в хозяйстве устанавливают карантин и используют все доступные средства для их уничтожения.

Для предупреждения распространения карантинных сорняков следует соблюдать следующие правила:

- хранение и очистку засоренной сельскохозяйственной продукции производить в отдельно отведенных помещениях;
- запрещается вывозить семенной материал в другие хозяйства без соответствующих документов;
- семенные посевы не разрешается размещать на участках, где выявлены очаги карантинного сорняка;

- отходы после очистки можно применять только в размолотом и запаренном виде, а непригодные для кормовых целей надо сжигать;
- солому и сено, засоренные карантинными сорняками, разрешено использовать только в тех хозяйствах, где они получены;
- органические удобрения складировать в отдельные бурты и применять только в перепревшем состоянии;
- необходимо строго следить за чистотой зернохранилищ, тары, машин и орудий.

Организационные мероприятия улучшают общее фитосанитарное состояние сельскохозяйственных угодий конкретной земельной территории и включают культуртехнические и мелиоративные работы; подготовку и хранение органических удобрений, кормов к скармливанию; очистку посевного материала; снижение засоренности при орошении, при уборке урожая; уничтожении сорняков на участках несельскохозяйственного использования и другие.

Мероприятия по снижению засоренности органических удобрений. Известно, что семена и плоды сорных растений, пройдя через желудочно-кишечный тракт животных, не теряют всхожести и накапливаются в навозе. Установлено, что в 1 т навоза КРС содержится 43-56 тысяч жизнеспособных семян сорняков, в курином помете — 120-412 тысяч, в свином - почти миллион. Опасным источником повышения засоренности является торф: в 1 т насчитывают 10-37 тысяч семян сорняков. Всхожесть семян, выделенных из навоза и торфа, достигает 25-84%. В процессе хранения навоза жизнеспособность семян сорняков значительно снижается, но полностью не теряется даже при высоких температурах. Кроме того, органические удобрения стимулируют прорастание старолежащих семян, находящихся в глубоком покое.

Чтобы не допускать засорения полей, навоз следует вносить в почву в перепревшем виде; при этом засоренность снижается на порядок.

Наиболее высокого снижения жизнедеятельности семян сорняков достигают при «горячем» способе приготовления удобрений. Этот способ заключается в том, что вначале навоз укладывают в штабеля или навозохранилище рыхлыми слоями, а затем уплотняют. В результате усиления микробиологической деятельности в процессе разложения навоза его температура повышается до 60-70°C, что приводит к гибели зачатков сорняков.

При термическом способе обработки семян сорняков в курином помете на специальных установках их жизнеспособность снижается на 90-100%.

Очисткам семенного материала. При хранении семенного материала на зерноскладах жизнеспособность семян многих сорняков не снижается в течение 3-10 и более лет. Поэтому для получения семян, чистых от сорняков, под семенные участки отводят малозасоренные поля.

Очистка посевного материала на зерноочистительных машинах основана на использовании различий в физико-механических свойствах семян культурных и сорных растений: размеры (ширина, толщина, длина), аэродинамические свойства, особенности поверхности, удельная масса и т. д.

Существуют три способа очистки семян: предварительная (первичная), основная и специальная. Предварительная очистка заключается в удалении из семенного материала легкоотделимой крупной и мелкой примесей. Задача основной очистки состоит в удалении семян и плодов сорняков, оставшихся после предварительной очистки. Для предварительной и основной очистки семян используют комплексы зерноочистительных агрегатов, а также зерноочистительные поточные линии. Для получения классного семенного материала в поточные линии включены сортировальные машины. При получении семенного материала, засоренного трудноотделимыми семенами сорняков, применяют специальную обработку.

При очистке семенного материала используются следующие методы: калибровка, очистка на триерах, очистка на пневмогравитационных установках, выделение семян в электрическом или электромагнитном поле, гидросепарация семян и другие.

Мероприятия по снижению засоренности при орошении. Поливы повышают засоренность в десятки и сотни раз, причем количество побегов сорных растений увеличивается с возрастом норм полива. Надежным методом снижения засоренности орошаемых земель в севооборотах является сочетание поливов, вызывающих массовое прорастание семян сорняков, с мероприятиями по уничтожению их проростков и всходов. Такие поливы называют провокационными. Важно своевременно уничтожить проростки и всходы сорняков, не дав им укрепиться и развиваться.

До посева культур лучшим временем для уничтожения сорняков является период, когда в почве происходят массовое их прорастание (фаза белой ниточки) и появление их всходов. Сорные растения хорошо уничтожаются при предпосевной обработке почвы. На орошаемых землях активную борьбу с сорняками продолжают при уходе за выращиваемыми культурами: довсходовом и после всходов боронованиях, междурядных обработках, окучивании и т. д.

Своевременная и правильная уборка урожая. Ко времени уборки сельскохозяйственных культур в их посевах созревают семена и плоды большинства сорняков.

При своевременной уборке зерновых основная масса семян сорняков попадает в бункер комбайна и лишь меньшая часть — в почву.

В настоящее время распространены технологии уборки урожая с оставлением измельченной соломы на поле в качестве удобрения. Однако нельзя забывать, что в соломе и мякине может содержаться большое количество семян сорняков.

Засоренность почвы, соломы и половы семенами и плодами сорных растений в значительной мере зависит от выбора способа уборки зерновых культур. Уборка урожая в сжатые сроки прямым комбайнированием позволяет предотвратить осыпание и засорение почвы сорняками, при раздельном способе большое количество семян сорняков осыпается.

На зерновых колосовых недопустимо оставлять высокую стерню (более 10 см), и нескошенные огрехи, так как это способствует улучшению условий роста и развития сорняков. Например, при высоте среза 15 см на одном гектаре остается до 300 млн. сорняков, 10 см – 45 млн.

Во время уборки урожая надо стремиться к тому, чтобы плоды и семена сорняков не распространялись с уборочными машинами, транспортными средствами и тарой. Для этого уборочные машины снабжают устройствами для предотвращения потерь семян.

При своевременной уборке силосных культур и ботвы корнеплодов и картофеля с помощью ботво- и силосоуборочных машин основная масса семян и плодов сорняков удаляется с поля с зеленой массой; в дальнейшем в процессе приготовления силоса они теряют жизнеспособность.

По окончании уборочных работ ходовые части тракторов, уборочные машины и почвообрабатывающие орудия тщательно очищают от приставших семян сорняков, налипшей земли и корневищ.

Транспортные средства при перевозке зерна снабжают брезентом, препятствующим просыпанию семян через щели.

Подготовка кормов к скармливанию. При заготовке кормов (сено, силос, сенаж, солома, полова, фураж и т. д.) необходимы меры по предотвращению засорения их семенами и плодами сорняков. Зерновые отходы перед скармливанием следует запаривать, поскольку до этого не удастся полностью избавиться от семенных зачатков сорных растений, в том числе и при размывании. Жизнеспособность семян в различных кормах может сохраняться длительное время. В сенаже и измельченном сене семена сорняков могут иметь всхожесть в течение всего срока хранения. Даже в силосе, где образуется губительная для семян сорняков уксусная кислота, всхожесть сохраняется до 30 дней у семян мари белой, щирицы, пикульников, а у вьюнка полевого, проса куриного, бодяка, донника — от 3 до 18 месяцев.

Немало семенных зачатков сорняков в готовых комбикормах и фуражном зерне, поступающих на комплексы и птицефабрики. В связи с тем, что концентрированные корма привозят из разных районов страны и стран мира, в них могут содержаться различные виды семян сорняков, в том числе карантинные. При использовании кормов с высоким содержанием семян сорняков необходимо проводить мероприятия по снижению их жизнедеятельности, а также можно применять гербициды.

Технология внесения гербицидов довольно проста и не требует больших расходов. Подстилочный навоз и твердую фракцию жидкого навоза после равномерного распределения по полю навозоразбрасывателями обрабатывают с помощью штанговых опрыскивателей раствором гербицидов так же, как и при обычном внесении по культурам или под культивацию. Однако дозу расхода увеличивают на 20-25%. После внесения гербицидов органические удобрения заделывают в почву.

Уничтожение сорняков на участках несельскохозяйственного использования. Опасным источником засорения полей становятся территории не-

сельскохозяйственного пользования. Сорняки, заселяющие огрехи, межи, обочины дорог, пустыри у линий электропередач, газопроводов, в населенных пунктах, полевые защитные лесные полосы и т. д., очень быстро переходят на поля. С таких участков семена сорняков с летучками даже при небольшом ветре перемещаются с материнского растения на расстояние до нескольких километров. Мелкие семена сорняков прилипают к орудиям, тракторам, машинам, животным и заносятся на поля.

При тщательном уходе за указанными территориями, своевременном уничтожении сорняков путем скашивания, применения гербицидов засоренность близлежащих полей существенно уменьшается.

8 ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ОТ СОРНЯКОВ: ИСТРЕБИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Истребительные мероприятия направлены на уничтожение вегетирующих сорных растений на полях и сельскохозяйственных угодьях, а также органов их генеративного и вегетативного размножения, находящихся в почве. Эти мероприятия можно разделить на:

- агротехнические;
- биологические;
- механические;
- физические
- химические;
- экологические.

8.1 Агротехнический метод защиты от сорняков

Агротехнические приёмы сдерживания засоренности дешевле, чем другие методы и средства. Их достоинство состоит также в том, что каждый из них, кроме уничтожения сорняков, выполняет и другие важные задачи: регулирование водно-воздушного, теплового и питательного режимов, борьбу с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур и т. д.

Севооборот — важный фактор агротехнического оздоровления почвы и посевов. Возделывание на одном месте одной и той же культуры влечет за собой усиление роста и размножения специализированных и злостных многолетних сорняков. Например, длительное выращивание на одном и том же поле озимых зерновых, как правило, приводит к распространению ромашки непахучей; яровых зерновых — мари белой, подмаренника цепкого. В севооборотах же засоренность этими сорняками снижается в разы.

Норма высева семян культурных растений. Уровень засоренности посевов во многих случаях зависит от созданной густоты стеблестоя культуры, формирование которого обуславливается нормой высева. Её уменьшение приводит к резкому повышению засорённости посевов.

Способ посева. Более равномерное распределение семян по площади позволяет растениям культуры, благодаря лучшему использованию условий жизни, оказывать заглушающее влияние на сорняки. В этом плане, например, для зерновых культур, льна-долгунца перекрёстный или узкорядный посев предпочтительнее сплошного рядового. В тоже время способ посева определяет возможность ухода за посевами. Если рядовой посев исключает, то широкорядный и ленточный подразумевает применение междурядных обработок, которые позволяют снизить засоренность.

Удобрение. С повышением уровня минерального питания засоренность в почвах может возрасти в 1,5-2 раза, а масса сорняков — в 2-4 раза. Нарушение технологии выращивания культур превращает удобрения в средство

увеличения количества и массы сорняков, накопления запасов их органов размножения в почве.

Сорняки по-разному отзываются на вносимые виды удобрений.

К сорнякам, положительно реагирующим на улучшение азотного питания (нитрофилы), относятся марь белая, лебеда раскидистая, редька дикая.

Благоприятно отзываются на фосфорсодержащие удобрения крапива жгучая, фиалка полевая, торица полевая.

К калиелюбивым сорнякам (калиефилы) относятся подмаренник цепкий, ярутка полевая, осот полевой.

Хотя такая группировка относительна, она позволяет заранее наметить меры защиты культурных растений от сорняков.

Известкование почв. Способствует существенному (в 2 раза) снижению количества сорняков в посевах, одновременно в 1,5-2 раза увеличивает их флористический состав. Последнее потенциально повышает опасность усиления засоренности последующих посевов. По этой причине необходимо принимать во внимание реакцию различных сорняков на данный агроприём.

Почвы с реакцией среды от сильно- до слабокислой предпочтительны для щавеля малого, торицы полевой, ромашки непахучей, редьки дикой.

На почвах от слабокислой до слабощелочной реакции развиваются овсюг, лебеда раскидистая, осот полевой, ярутка полевая.

Индифферентны к реакции почвенной среды марь белая, пастушья сумка, куколь посевной, пикульники, тысячелистник.

8.2 Биологический метод защиты от сорняков

Собственно биологический метод — это целенаправленное использование живых организмов: вирусов, бактерий, грибов, насекомых, клещей, нематод, рыб, птиц, грызунов, растений - для избирательного уничтожения сорняков.

Ниже приведен исторический пример. Один мексиканец переехал в Австралию и обзавелся небольшим участком земли, где стал разводить овец. На память о своей родине переселенец прихватил с собою мексиканский кактус опунцию. И этот кактус так разросся, что вытеснил все растения на площади в 24 миллионов гектаров и вызывал отравление домашнего скота. В 1925 г. нашли решение при помощи бабочки огневки. Гусениц распыляли с самолета над зарослями опунций и они полностью уничтожили кактус. Закончив свою полезную работу, все гусеницы погибли, так как могли питаться только кактусом. Австралийцы воздвигли памятник гусенице бабочки-огневки за то, что она уничтожила кактусы. Это пока единственный в мире памятник полезному насекомому.

По сравнению с другими методами у этого метода есть преимущества: при относительно невысоких первичных затратах он дает значительный экономический эффект в течение продолжительного времени благодаря длительному действию организмов на растения.

Для защиты от сорных растений могут быть использованы несколько агентов.

1. *Использование насекомых, питающихся сорными растениями (фитофагов).* Во второй половине XX столетия было установлено, что мушка фитомиза поражает заразику, паразитирующую на подсолнечнике, томате, конопле и других культурах. Это насекомое питается завязями, семенами и тканями заразики. За одно лето она дает до 4 поколений, повреждает 80-95% цветоносов, снижая семенную продуктивность сорняка и вызывая его гибель.

В борьбе с амброзией можно использовать амброзиевую совку, гусеница которой питается только листьями амброзии полыннолистной, не повреждая других растений.

Щавелевый листоед в природе является монофагом; он ограничен в питании преимущественно только двумя видами щавеля.

2. *Применение фитопатогенных организмов, а также вирусов,* которые вызывают заболевания сорных растений. Например, бодяк полевой можно уничтожить, заразив его грибом пущинией, горчак ползучий – горчаковой ржавчиной. Массовая гибель заразики отмечена в посевах подсолнечника и от гриба рода фузариум (такой же эффект вызывают некоторые антибиотики). Выделены штаммы гриба *Alternanacus cutacidae*, поражающие повилики. Через 12-20 дней после опрыскивания засоренных повиликой посевов водной суспензией гриба сорняк полностью уничтожается.

3. *Применение продуктов биосинтеза организмов, бактерий и грибов,* являющихся безопасными для культурных растений и человека.

4. Проведены испытания одного из видов *нематоды* для борьбы с горчаком ползучим. Личинки ее весной попадают в пазухи листьев, а впоследствии питаются тканями стебля, образуя там большое количество галл. В результате на следующий год 50-60% сорняка гибнет, а вредоносность оставшихся растений снижается.

5. *Использование животных и птиц.* Например, в США достаточно широко распространено использование гусей. Наиболее эффективны молодые гуси (шесть-восемь недель от роду). Они хорошо работают при удалении сорняков (свинорея пальчатого, сыти круглой, амброзии высокой) между растениями в рядах. Гуси используются на следующих культурах: хлопок, земляника, кукуруза, фруктовые сады, картофель, лук, сахарная свекла, ежевика, декоративные растения.

Любимой пищей дикой утки служит зерно проса рисовидного, поэтому в некоторых странах после уборки урожая культуры плантации используют для кормления этих птиц.

6. *Использование некоторых видов рыб* для борьбы с водной сорной растительностью. Например, толстолобик и белый амур питаются клубнекамышом приморским, водяным орехом, рогозом узколистным, тростником обыкновенным, осоками.

В целом, биологические агенты перспективны в защите от сорняков, занесенных из других мест, так как в новых условиях отсутствуют их естественные враги.

Недостаток биологических мер состоит в их узкоизбирательном действии. Кроме того, завоз патогенных организмов может стать опасным для других полезных видов естественных и культурных растений.

Использование промежуточных культур – это тоже один из биологических методов защиты от сорняков, широко распространенный в настоящее время. При их применении засоренность последующих посевов снижается на 40-50%. Оздоровляющее действие промежуточных культур объясняется тем, что своим густым стеблестоем они подавляют сорняки, а после заделки в почву развивается микрофлора, которая оказывает угнетающее действие на их семена.

Аналогичным характером воздействия на засоренность обладают *сидеральные культуры*.

8.3 Механический метод защиты от сорняков

Механический метод – это подрезание, вырывание и повреждение сорняков сельскохозяйственными машинами, главным образом орудиями обработки почвы, или вручную. Применяется на полях, засоренных представителями всех биологических групп.

В группу механических приёмов входят:

- ручная прополка;
- ручное мотыжение;
- обработка почвы;
- скашивание.

Цель всех этих приёмов – сокращение запаса семян и вегетативных органов размножения сорных растений в почве.

Ручная прополка проводится на небольшой площади; семеноводческих посевах; когда сорняков мало и они рассеяны по территории; при присутствии специализированных сорняков; на газонах, спортивных площадках, приусадебных и подобных участках.

Ручное мотыжение проводится с помощью простейших инструментов в тех же случаях, что и прополка.

Обработка почвы – механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий с целью создания благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных растений. Одновременно это воздействие затрагивает сорняки.

Обработка почвы объединяет различные приёмы уничтожения и подавления сорняков: провокация семян к прорастанию, истощение, удушение, высушивание, вымораживание и т.д.

Провокация семян сорняков к прорастанию — создание благоприятных условий для их быстрого и одновременного прорастания (обычно, когда поле свободно от посевов) с последующим уничтожением проростков и всходов.

Если преобладает малолетний тип сорняков, то комплекс мероприятий состоит из следующих приёмов: 1) для провокации прорастания — лущение или дискование; 2) для уничтожения проростков — лущение, культивация, вспашка.

Если поле свободно от посевов длительное время как в чистом пару, можно применять метод провокации несколько раз, создавая каждый раз благоприятные условия для прорастания сорняков, находящихся в той или другой части пахотного слоя почвы. Метод провокации широко применяют в системе зяблевой, паровой и предпосевной обработки почвы.

Еще одним методом очищения полей от жизнеспособных семян сорняков является *глубокая заделка их в почву*. В этом случае семена или совсем не прорастут, или их проростки гибнут, не достигая поверхности почвы вследствие полного использования имеющихся в эндосперме семени питательных веществ. Этот метод можно использовать для того, чтобы лишить семена сорняков жизнеспособности или, по крайней мере, предупредить появление всходов в течение ближайших лет до следующей обработки на ту же глубину.

Значительная часть семян сорняков при глубокой заделке в почву теряет жизнеспособность семян через 4-5 лет, а семена некоторых специализированных сорняков (костер полевой, куколь обыкновенный) отмирают в почве за 1-2 года. Следовательно, глубокая вспашка на 30 см через каждые 4-5 лет при нормальной или мелкой обработке почвы в остальные годы позволяет лишить их жизнеспособности. Семена с продолжительным периодом покоя следует запахивать в подпахотный горизонт на длительное время (9-10 лет). На окультуренных почвах семена отмирают за более короткий срок.

Истощение — регулярное подрезание вегетативных органов сорных растений для увеличения расхода запасных питательных веществ корневой системы на отрастание новых побегов. Когда эти запасы будут полностью исчерпаны, корневая система со всеми подземными органами вегетативного размножения отмирает. Применяется на полях, засоренных многолетними (в первую очередь корнеотпрысковыми) и двулетними сорняками с глубоким залеганием корневой поросли и корневищ.

Способ истощения с успехом можно применять в поле черного пара путем многократных культиваций и с меньшей эффективностью в системе ранней зяблевой обработки. В последнем случае применяют 2 лущения с увеличением глубины обработки и глубокую зяблевую вспашку.

Для окончательного уничтожения частично уцелевших, но ослабленных корневых систем рекомендуется высевать пропашные или озимые культуры. Междурядной обработкой пропашных культур завершается работа по ликвидации вегетативных органов размножения многолетних сорняков. Озимые же культуры сильно затеняют ослабленные всходы сорных растений,

резко снижают продуктивность их ассимиляции и также способствуют массовому отмиранию корневых систем.

К недостаткам способа истощения можно отнести значительные затраты и длительность.

Удушение — измельчение орудиями обработки подземных органов многолетних (в первую очередь корневищных) сорняков на основной глубине залегания их корневой системы с последующей глубокой запашкой отрезков (шилец) в почву.

Способ теоретически разработан и предложен для уничтожения корневищ пырея ползучего. Повышенная побегообразовательная способность отрезков корневищ и корневых отпрысков в свое время служила причиной отказа от применения дисковых орудий на полях, где имеются корневищные и корнеотпрысковые сорняки. Между тем, в каждом отрезке имеется несколько меньше пластических веществ для питания проростков по сравнению с неразрезанными корневищами и корневыми отпрысками. Прорастание корневищ пырея ползучего уменьшается с увеличением глубины заделки и почти прекращается при заделке глубже 20 см, предварительное проращивание отрезков с последующей их заделкой еще больше снижает отрастание. Чем меньше отрезки, тем быстрее расходуется содержание в них пластических веществ при побегообразовании и тем хуже они отрастают второй раз при глубокой заделке. Эти биологические закономерности и используются при способе удушения. Практически удушение осуществляется в системе зяблевой обработки или при осенней обработке черного пара перекрестным дискованием на глубину 10-12 см и последующей глубокой вспашкой плугом с предплужником во время массового появления всходов сорняков.

Во время дискования горизонтально расположенные корневища и корневые отпрыски разрезаются на отрезки длиной 10-12 см. Эти отрезки через 10-12 дней дают дружные всходы. В это время проводят глубокую вспашку, устанавливая предплужники несколько глубже дискования. Заделанные отрезки вегетативных органов размножения дают вторичные проростки, которые, не достигнув поверхности, погибают.

Способ удушения дает положительные результаты только при своевременном уничтожении или достаточно глубокой заделке проростков. При запоздалой обработке корневищные и корнеотпрысковые сорняки образуют новые корневища и отпрыски и снова размножаются.

Вычёрпывание — извлечение вегетативных органов размножения сорняков пружинными рабочими органами. Приём эффективен для очищения почвы от корневищ с большой прочностью на разрыв и расположенным в верхней части пахотного слоя (пырей). При этом способе находящиеся в верхнем слое корневища и отпрыски извлекают из почвы многократными обработками вдоль и поперек поля. Извлеченные корневища собирают и удаляют с поля, например, сжигаются. К недостаткам этого способа относится неполное удаление из почвы корневищ (80-85%). Оставшиеся мелкие отрезки корневищ растаскиваются сельскохозяйственной техникой по всему полю. В

хорошо разрыхленной почве создаются благоприятные условия для быстрого их прорастания и быстрого размножения сорняка. Другим недостатком этого способа является значительные затраты на обработку и излишнее разрыхление почвы.

Способ скашивания. Прост, но эффективен. Мгновенно прекращает или затормаживает рост и развитие сорняков, в том числе их обсеменение. В определенной степени заменяет междурядные обработки пропашных культур. При использовании скашивания сорняков важно не опоздать со сроками его проведения, то есть не дать возможность сорнякам завязать семена. При этом необходимо принимать во внимание способность некоторых сорняков формировать семена даже при уборке сразу после цветения. На значительной площади для технического воплощения приёма можно использовать косилки различного типа, на небольшой – эффективно использование триммеров.

8.4 Защита от сорняков в системе основной обработки почвы

В системе механических мероприятий по защите от сорной растительности особое место принадлежит зяблевой отвальной обработке почвы, первым приемом которой является лущение.

Лущение – это разновидность поверхностной обработки после стерневых культур. Глубину лущения, сроки его проведения, орудия обработки выбирают в зависимости от почвенных условий, степени засоренности, видового состава сорняков. Лучший результат достигается, если прием осуществляют одновременно с уборкой культуры или сразу после нее. В процессе лущения уничтожаются низкорослые сорняки, имеющиеся в посевах зерновых и обычно сохраняющиеся при уборке. Для проведения лущения используют лемешные и дисковые лущильники, тяжелые дисковые бороны, дискаторы.

Эффективность лущения в провоцировании прорастания семян сорняков зависит от влажности почвы: если верхний слой пересушен, то прорастание и появление всходов задерживаются. При благоприятных погодных условиях лущение почвы обеспечивает прорастание 30-40% семян сорняков, находящихся в слое обработки орудия.

Поля, засоренные многолетними корнеотпрысковыми сорняками, лущат на глубину 10-12 см, чтобы ослабить их рост. Примерно через 2-3 недели после появления всходов сорняков проводят глубокую отвальную обработку - вспашку плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. Применение такой технологии позволяет снизить засоренность многолетними сорняками до 70-75%.

На полях, засоренных корневищными сорняками, лущат вслед за уборкой урожая в два-три следа вдоль и поперек на глубину 8-12 см. Через 10-15 дней побеги и отрезки корневищ запахивают плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя.

Эффективность лущения в значительной степени зависит от глубины обработки. В зависимости от засоренности, гранулометрического состава,

влажности почвы, наличия послеуборочных остатков её глубина колеблется от 6 до 14 см.

В Нечерноземной зоне эффективно двукратное лушение, например, первое дисковыми луцильниками на глубину 6-8 см, второе тяжелыми дисковыми боронами (лемешными луцильниками) на глубину 12-14 см. Этот метод в сочетании со вспашкой способствует снижению засоренности на 80-90%.

После многолетних трав проводится **дискование** - поверхностная обработка на глубину 10-14 см с использованием тяжелых дисковых борон, дискаторов.

В борьбе с сорняками особенно велика роль глубокой отвальной обработки - **вспашки**, эффективность которой зависит от сроков проведения и глубины обработки. Запоздывание с её проведением приводит к тому, что сорняки (особенно многолетние) развивают мощную корневую систему, запасают больше пластических веществ, а это затрудняет борьбу с ними.

Вспашку под посев яровых культур можно проводить в позднелетний-осенний период (*зяблевая вспашка*) или весенний (*весновспашка*).

При пожнивном лушении с последующей зяблевой вспашкой плугом с предплужниками семена сорняков перемещаются из верхних слоев почвы в более глубокие. Наибольшее количество семян (55-70%) сосредотачивается на глубине от 8 до 16 см, где они прорастают, но не дают всходов.

В борьбе с сорняками в системе основной обработки почвы для районов Нечерноземной зоны высокоэффективный прием - вспашка двухъярусным плугом. Принцип работы этого плуга мало отличается от обычного, но он обеспечивает полное оборачивание пахотного слоя, более глубокую заделку семян сорняков и лучшее качество вспашки, что позволяет в 2-2,4 раза повысить эффективность органических удобрений и сильно уменьшить засоренность посевов.

После раноубираемых культур для борьбы с сорной растительностью эффективна *полупаровая обработка почвы*. Сущность ее заключается в том, что вслед за вспашкой проводят поверхностные обработки, что создает благоприятные условия для интенсивного прорастания сорняков осенью, которые уничтожаются последующими обработками и в зимний период.

В целях минимализации полупаровой обработки почвы вспашку с несколькими культивациями можно заменить лушением почвы с несколькими дискованиями. Эффективность этих приемов не снижается даже при уничтожении такого злостного сорняка, как пырей ползучий.

В современном земледелии в ряде регионов наблюдается переход на плоскорезные и поверхностные способы обработки почвы вместо вспашки. Последние в первую очередь внедряют на эродированных и потенциально подверженных эрозии почвах.

С одной стороны, переход на ежегодную безотвальную обработку приводит к усилению засоренности отдельных культур на 60-80%, ухудшению

режима питания, снижению урожайности, аккумуляции основной массы семян в верхнем слое почвы.

С другой стороны, вспашка в меньшей степени снижает запасы семян сорняков в почве по сравнению с безотвальной. Это объясняется тем, что при запашке созревших семян они не уничтожаются, а, наоборот, сохраняются и лишь затем выпаживаются в верхний слой. При систематической поверхностной обработке почвы потенциальный запас всхожих семян, находящихся в глубоких слоях, со временем теряет всхожесть.

В настоящее время считается, что задача земледельца состоит в том, чтобы освободиться от засоренности в верхнем (0-10 см) слое почвы, с которой бороться легче, чем с засоренностью всего пахотного слоя.

При системе основной обработки почвы в севообороте, основанной на вспашке, как правило, в сорном фитоценозе преобладают малолетние, особенно яровые, сорняки. При замене вспашки на поверхностную обработку преобладают многолетние сорняки, особенно корневищные и корнеотпрысковые. При этом на склоновых землях развивается фитоценоз, значительно отличающийся от фитоценоза равнинных земель. Количество сорняков увеличивается вниз по склону; в нижних элементах сильно возрастает засоренность многолетниками.

Наиболее полно освободить пахотный слой от семян малолетних сорняков и вегетативных зачатков многолетников позволяет использование паров.

Технология обработки чистого пара состоит из послеуборочного лущения и зяблевой вспашки плугом с предплужником осенью, а с весны будущего года — системы весенне-летнего ухода. Обычно под чистые пары отводят наиболее засоренные поля. При лущении учитывают тип засоренности: при малолетнем типе засоренности достаточно однократного лущения на глубину 5-7 см; при наличии корнеотпрысковых сорняков целесообразно проводить двукратное лущение луцильниками, культиваторами-плоскорезами или дисковыми боронами на глубину 6-8 и 10-14 см; на полях, где преобладают корневищные сорняки, следует осуществлять двукратное продольно-поперечное лущение на глубину 10-14 см.

После вспашки почвы под пар на поверхность выворачиваются семена сорняков, которые в следующем году после прорастания уничтожаются поверхностными обработками. Особенно эффективна послойная обработка лемешными луцильниками на глубину от 6-8 до 8-14 см. При этом верхний слой очищается от семян малолетних сорняков, а корневая система многолетних сорняков сильно истощается. В то же время чистые и занятые пары не обеспечивают полного очищения почвы от зимующих сорняков.

В системе основной обработки почвы часто применяют чередование глубокой вспашки с обычной или мелкой, что позволяет уменьшить засоренность на 35-40%.

Судить об эффективности того или иного приема в земледелии необходимо после длительного и тщательного изучения, так как положительные и

негативные последствия иногда проявляются не сразу, а в течение нескольких лет. Это особенно относится к засоренности как биологическому фактору плодородия.

8.5 Защита от сорняков в системе весенней и предпосевной обработки почвы

Важное место наряду с основными задачами предпосевной обработки почвы (разрыхление верхнего слоя на глубину посева семян, выравнивание поверхности поля, обеспечение мелкокомковатого строения пахотного слоя, создание уплотненного ложа на глубине посева семян, заделка внесенных удобрений, сохранение влаги в посевном и пахотном слоях, улучшение микробиологической деятельности и пищевого режима почвы, создание условий для производительной работы сельскохозяйственных машин) принадлежит очищению почвы от сорняков.

Эффективность предпосевной обработки почвы определяется, в том числе, интенсивностью прорастания и появления всходов сорняков и их уничтожением последующими обработками. Чем лучше проведена предпосевная обработка почвы и больше спровоцировано и уничтожено сорняков, тем выше урожай и меньше затраты сил и средств на прополку и уход за посевами.

Семена большинства сорных растений прорастают в течение длительного времени и неодновременно. С весны до посева ранних яровых культур прорастает около 20% семян от общего количества. После посева наблюдаются массовое прорастание и появление всходов ранних и поздних яровых сорняков (прорастает 20-70%), остальные сорняки прорастают в течение вегетационного периода, вплоть до заморозков.

Ниже представлены основные требования и процедура предпосевной обработки почвы под яровые культуры, посев которых, как правило, проводят в период, когда большинство ранних яровых сорняков (пикульники, марь белая, горцы, редька дикая, горчица полевая и другие) прорастают и легко уничтожаются. Обработка может быть проведена по схеме: культивация → культивация с боронованием и прикатыванием или первая культивация → вторая культивация → культивация с боронованием и прикатыванием. На засоренных почвах важно, чтобы между указанными обработками был возможен больший период для прорастания большего количества семян и отрастания побегов многолетников (минимум 7-10 дней), которые затем могут быть уничтожены последующими обработками почвы. Для повышения эффективности предпосевных почвообработок в защите от сорняков сразу после первой культивации, когда верхний слой подсыхает, поверхность почвы можно прикатать. Это создает лучшие условия для прорастания семян сорных растений. На прикатанном поле сорняки появляются на 4-6 дней раньше и в 2-3 раза в большем количестве за счет лучшего контакта семян с почвой и повышения температуры верхнего слоя.

Увеличение глубины культивации способствует повышению интенсивности прорастания семян сорняков, их вегетативных зачатков за счет хорошей аэрации почвы.

В системе предпосевной обработки почвы важная роль принадлежит пропашным культурам как средству борьбы с сорняками. На полях, сильно засоренных многолетними, корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, первую весеннюю обработку начинают с ранневесеннего закрытия влаги на глубину 10-12 см. Затем по мере отрастания сорняков проводят вторую, а при необходимости и третью послойную культивацию на глубину посева семян. Такая система обработки почвы приводит к истощению корневой системы многолетних сорняков.

Обычными культиваторами обработку на глубину пахотного слоя провести трудно. Для этих целей используют чизель-культиваторы или чизельные плуги. При применении этих орудий на предпосевной обработке почвы наряду с уничтожением сорняков устраняются негативные последствия уплотнения почвы от проходов тракторов, комбайнов и других машин по полю, одновременно этот приём резко повышает всхожесть семян сорняков.

Проведение допосевного прикатывания почвы способствует более равномерной заделке мелкосемянных культур (лен, овощные, многолетние травы) и ускоряет появление их всходов, а также усиливает прорастание семян сорняков.

При проведении нескольких последовательных обработок почвы не избежать её уплотнения. По этой причине для предпосевной обработки целесообразно использовать комбинированные агрегаты, так как это создает лучшие экологические условия для роста и развития выращиваемых культур и вызывает снижение засоренности. При этом затраты на дополнительные проходы тракторов и орудий по полю, а также затраты труда уменьшаются в 1,5-2 раза, а производительность повышается в 1,6-2,2 раза.

8.6 Защита от сорняков при уходе за посевами

Механические меры защиты от сорняков с момента посева и в течение вегетации выполняются обычно в процессе ухода за культурами. Основные применяемые приемы в это время: прикатывание, боронование, междурядные рыхления, окучивание. Сроки их проведения определяют по состоянию культурных и сорных растений, когда сорняки наиболее чувствительны к механическим воздействиям, а возможные повреждения посевов не вызовут снижения урожая.

На засоренных полях вскоре после посева яровых культур, в начале весенней вегетации озимых, с наступлением положительных температур появляются всходы малолетних, а также двулетних и многолетних сорняков. В Нечерноземной зоне наибольший вред яровым культурам причиняют сорняки, которые вырастают в весенне-летний период, и многолетники; озимым — озимые и зимующие сорняки, взошедшие осенью. Поэтому борьба с ними

должна вестись с первых дней весенней вегетации и сразу после посева яровых.

Для провокации к прорастанию основной массы семян сорных растений и последующего уничтожения их проростков довсходovým боронованием можно провести *послепосевное прикатывание* сразу же после посева. Эффективность его зависит от массы катков, гранулометрического состава, влажности и физической спелости почвы. На тяжелых и переувлажненных почвах этот приём может дать отрицательный результат.

После посева крупных семян на глубину не менее 5-6 см в довсходový период показано *довсходовое боронование*. При этом уничтожается до 80-90% проростков и всходов сорняков. Рыхлить надо на такую глубину, чтобы между зубьями бороны и проростками культурных растений оставалась прослойка не менее 0,5-1 см. Чем крупнее семена культурных растений и длительнее период появления всходов, тем чаще и глубже обрабатывают почву в довсходový период в целях снижения засоренности. При довсходovém бороновании необходимо соблюдать следующие требования:

- в целях меньшего повреждения культурных растений двигаться следует поперек направления рядов или под некоторым углом;
- оптимальный период обработки – фаза белой ниточки сорняков (4-5 день после посева);
- скорость движения агрегата по всходам не должна превышать 4 км;
- боронование лучше проводить в жаркое время дня при потере растениями тургора, благодаря чему они меньше повреждаются.

Для разрушения почвенной корки и при появлении всходов сорняков боронование проводят сетчатыми боронами. Боронование зубowymi боронами не всегда эффективно. Обычно это связано с состоянием почвы: отсутствует физическая спелость почвы, переувлажненные тяжелые почвы не рыхлятся, качество обработки низкое. Положительный результат от применения ротационных мотыг получают в годы поражения посевов озимых культур снежной плесенью. Гибель проросших сорняков от боронования в осенний период составляет 70-95%.

Для борьбы с сорняками и улучшения агрофизического состояния эффективно *весеннее боронование почвы под озимыми культурами*, так как к весне она сильно уплотняется и заплывает. Лучшие результаты дает боронование озимых при подсыхании почвы, когда она легко разрыхляется зубьями борон. Засоренные посевы, где озимые подвергались выпиранию, бороновать не следует, их надо прикатывать. Не рекомендуется бороновать озимые очень рано, когда почва не обладает физической спелостью, однако не следует и запаздывать, так как почва пересохнет и не будет рыхлиться.

Посевы яровых культур чаще всего засоряются ранними яровыми сорняками, а также корнеотпрысковыми и корневищными многолетниками. На поверхности почвы нередко образуется корка, отрицательно влияющая на всхожесть культурных растений, усиливающая испарение влаги, вызывающая изреживание всходов из-за недостатка кислорода в почве. Для ее разру-

шения и уничтожения сорняков можно провести *довсходовое боронование яровых культур* через 4-5 дней после посева. В посевах мелкосеменных культур (лен, овощные) довсходовое боронование проводить опасно, потому что даже применение легких, сетчатых борон вызывает сильное повреждение растений.

Послепосевное довсходовое боронование как прием защиты от сорняков особенно эффективно на пропашных культурах: кукурузе, картофеле, овощных. Из-за неравномерности роста всходов сорняков посевы *кукурузы* боронуют за 3-4 дня до появления всходов: на почвах с рыхлым слоем — легкими зубowymi или сетчатыми боронами, при небольшом уплотнении — средними, при сильном — тяжелыми боронами.

Для продолжения защиты от сорняков используется *повсходовое боронование* кукурузы в фазе двух-трех листьев; при этом целесообразно использовать легкие или средние зубовые бороны, чтобы уменьшить повреждение растений. Боронование кукурузы повторяют в фазе 4-5 листьев. При необходимости (в годы с продолжительным холодным весенним периодом, когда кукуруза растет медленно, а всходы сорняков быстро укореняются) проводят и четвертое боронование. Как довсходовое, так и послеvсходовое боронования кукурузы обеспечивают гибель малолетних сорняков на 90-95%.

Для защиты широкорядных, ленточных, гнездовых посевов от сорняков используются также *междурядные обработки*. Для этих целей используют культиваторы, пропашные бороны с пружинными или жесткими зубьями, ротационно-кольчатые бороны, ротационные диски, дисковые загортачи и другие приспособления. Междурядные обработки на *профилированных* посевах (посадках) можно начинать еще до появления культурных всходов, проводя *слепую междурядную обработку*. Чем раньше проводится междурядная обработка, тем меньшая может быть защитная зона.

В отличие от многих полевых культур *картофель* имеет длительный доvсходовый период (иногда более 30 дней). В условиях хорошей освещенности, достаточного количества влаги и питательных веществ в почве посадки картофеля за такой период сильно зарастают сорняками. Необходимым агроприемом в это время является боронование сетчатыми и легкими боронами через 6-8 дней после гладкой посадки картофеля. В это время семена сорняков (преимущественно малолетних) прорастают и боронование приводит к гибели основной их массы. При запаздывании с боронованием гибель сорняков снижается; одновременно сорняки развивают сильную корневую систему и их уничтожение бороной затруднительно и малоэффективно. Через 7-10 дней после первого боронования проводят второе, а затем третье. В период вегетации картофеля осуществляют не менее двух-трех междурядных обработок, которые наряду с усилением аэрации почвы повышают действие вносимых удобрений и интенсивность клубнеобразования, при этом уничтожаются и сорняки. Междурядные обработки могут сочетаться с *окучиванием растений* — их присыпание слоем почвы, что также является средством борьбы с засоренностью, в первую очередь малолетними сорняками.

Защита посевов корнеплодов (свёкла), посеянных широкорядными сеялками, кроме довсходового (5-7-й день после посева посевными или сетчатыми боронами) и послевсходового боронований, включает механизированную шаровку посевов (рыхление междурядий на глубину 4-6 см культиватором, оборудованным бритвенными лапами), прореживание культиваторами с последующим боронованием по букетам, междурядные обработки. Глубина последних зависит от состояния почвы и степени засоренности: первой — 7-8 см, второй — 8-10, третьей — 10-12, четвертой — 12-14 см.

8.7 Защита от сорняков в послеуборочный период

После уборки сельскохозяйственных культур наблюдается усиление роста и развития сорняков. Сразу после уборки можно провести лущение стерни или дискование многолетних трав. Глубину лущения, сроки его проведения, виды орудий выбирают в зависимости от почвенно-климатических условий, степени засоренности полей, видового состава сорняков.

В большинстве районов Нечерноземной зоны для снижения засоренности эффективна ранняя зяблевая пахота с последующей (через две-три недели) обработкой почвы лущильниками или культиваторами. Обработка культиваторами с пружинными лапами в агрегате с боронами на глубину более 10 см позволяет уменьшить засоренность злостными корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, особенно пыреем ползучим.

Система улучшенной зяби включает два-три дисковых лущения на глубину 6-7 и 8-10 см и вспашку на глубину 20-25 см (пахотного слоя).

В борьбе с многолетними (осотом розовым, полевым, вьюнком полевым) и другими сорняками эффективна система послойной обработки. Ослабить сорняки можно лишь, если спровоцировать многократное отрастание при помощи последовательно углубляющихся нескольких мелких обработок почвы, а затем глубокой вспашки.

8.8 Физический метод защиты от сорняков

Физический метод — это подавление засоренности различными способами физического воздействия.

Высушивание — использование воздействия солнечных лучей на предварительно извлеченные (например, способом вычёсывания) корневища сорных растений. Способ эффективен при длительной сухой и жаркой погоде, по этой причине в Нечерноземной зоне его приемлемость ограничена.

Вымораживание — извлечение на поверхность почвы при глубокой обработке подземных органов многолетних сорняков поздней осенью для того, чтобы при низких температурах они потеряли жизнеспособность. Применяется в районах с малоснежными морозными зимами.

В органическом земледелии имеется **термический способ** защиты от сорняков (способ выжигания, огневой способ). Для этого применяются меж-

дурядные пламенные (огневые) культиваторы, использующие воздействие температуры 1000-1200°C, достигаемой при использовании пропаново-бутановой смеси. Огневые культиваторы эффективны в первую очередь на медленно прорастающих культурах (морковь, лук, свёкла). Обработку проводят по всходам сорняков (до 5 см), но до всходов сельскохозяйственных растений. Цель такой операции не сжечь сорное растение, а повредить их клеточные мембраны, что вызовет обезвоживание и гибель растения через некоторое время. Для использования на небольшой площади создан портативный пламенный пропольщик.

У рассмотренного способа защиты от сорняков имеется узкое место: потенциальная пожароопасность при сухой погоде и наличии сухих растительных остатков. Разработаны не столь опасные варианты термического регулирования засоренности: инфракрасные нагреватели, горячеводные и паровые культиваторы.

Инфракрасный культиватор направляет пламя на металлическую или керамическую пластину, которая излучает высокую температуру на сорняки. Это может быть эффективно, но требует большей энергии, чем при использовании пламенных культиваторов.

Использование *горячеводных и паровых устройств* для подавления сорняков связано с транспортировкой больших объемов воды в поле (9000-11000 л/га) и не столь эффективно по сравнению с пламенными и инфракрасными культиваторами.

Мульчирование – это изоляция поверхности почвы от проникновения света, что препятствует нормальному росту сорняков. Материалы для мульчирования разнообразны: черная пленка, опилки, солома, сено, листья, измельченная кора и т.д. Этот приём препятствует иссушению почвы, появлению почвенной корки, стимулирует развитие почвенной биоты (что не всегда хорошо), исключает водную эрозию почвы. Но положительный эффект от мульчирования связан в первую очередь с необходимой толщиной слоя: для органических материалов она не может быть менее 5-10 см. Кроме того некоторые органические материалы (солома) обладают по отношению к сорнякам блокирующим аллелопатическим воздействием. На семена культурных растений это влияние не оказывается, так как они располагаются ниже зоны воздействия.

Электрический способ – это повреждение сорняков воздействием электрополя. Для этого созданы электропропольщики. Эти установки основаны на использовании однофазного переменного тока высокого напряжения и предназначены для защиты низкорослых культур: свёкла, соя – от более высокорослых сорняков. Воздействие тока вызывает испарение жидкости в их клетках, повреждение тканей. Чем больше засоренность, тем слабее эффективность этого приёма. По этой причине электроспособ рекомендован для применения при низкой засоренности, при которой другие сдерживающие мероприятия не применяются.

Использование слабого электромагнитного поля сверхвысокой частоты стимулирует прорастание сорняков, а сильного - уничтожает. Чем большую влажность имеет растение, тем сильнее воздействие. Этот принцип заложен в конструкцию специальных излучателей, для которых определен необходимый диапазон длин волн. Использование данного приёма может быть не только самостоятельным, но и комбинироваться с механическими приёмами: воздействием слабыми полями можно стимулировать прорастание сорняков, а затем культивацией их уничтожить.

Способ обеззараживания – распространенный приём дезинфекции почвы, почвогрунта, субстрата от различной инфекции, широко применяемый в защищённом грунте. Обеззараживание может быть проведено пропариванием, использованием специальных почвенных калориферов.

При пропаривании почву можно укрыть термостойкой пленкой, под которую по трубопроводам следует подать пар. Подачу пара продолжают до тех пор, пока на нужной глубине не будет достигнута необходимая температура. Другой вариант пропаривания - прокладка на необходимой глубине перфорированных труб, в которые опять же подается пар.

8.9 Экологический метод защиты от сорняков

В агрофитоценозе между культурным и сорным компонентами полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определенные взаимодействия.

Прямые влияния между растениями полевого сообщества выражаются через:

- паразитизм и полупаразитизм;
- механическое давление на стебли и корни культуры выходящих, цепляющихся и сильноветвящихся сорняков, сильно разрастающейся их мочковатой корневой системы;
- физиолого-биохимическое воздействие, проявляющееся в угнетении или стимулировании жизнедеятельности, конкуренции растений и т.д.

Косвенные влияния проявляются через:

- действие сорняков на формирование и состояние среды полевого растительного сообщества, которое определяет рост, развитие и состояние культурных растений;
- через почвенные условия;
- отзывчивость растений на внешние воздействия факторов - климатических (засуха, недостаток тепла, градобитие и т.д.), биогенных (развитие болезней, стравливание скотом, занос семян птицами и т.д.), антропогенных (обработка почвы, внесение удобрений, пестицидов и т.д.).

Действие фитоценологических мер проявляется через конкурентные взаимоотношения, аллелопатию, чередование культур, технологии возделывания и т.д.

Конкурентные взаимоотношения. В целом, культурные растения из-за своей высокой продуктивности обладают большей конкурентной способностью по сравнению с сорняками. Культуры сплошного посева сильнее подавляют сорняки, чем пропашные. По способности подавлять сорняки в посевах сельскохозяйственные культуры можно разделить на три группы.

В первую группу *высокой конкурентной способности* по отношению ко многим видам сорных растений следует отнести озимую рожь, озимую пшеницу, коноплю, земляную грушу, многолетние травы. Их можно назвать очистителями полей.

Ко второй группе *со средней конкурентной способностью* относят ячмень, овес, смесь овса с викой, горчицу, подсолнечник, кукурузу, люпин.

Третью группу составляют культуры, обладающие *слабой конкурентной способностью*: яровая пшеница, зерновые бобовые, картофель, корнеплоды, лен.

Эту группировку культур следует рассматривать как примерную, так как способность культуры подавлять в посевах сорняки определяется не только ее биологическими особенностями, но и условиями возделывания. Подбором наиболее конкурентоспособных культур можно существенно снизить засоренность посевов.

Аллелопатия. Взаимные отношения между культурами и сорными растениями в значительной мере регулируются биохимическим взаимодействием - аллелопатией. Ее сущность заключается в том, что вегетирующие растения, ризосферные микроорганизмы, продукты разложения послеуборочных остатков выделяют физиологически активные вещества, которые оказывают на другие растения в одних случаях стимулирующее, а в других — тормозящее влияние.

Так, выделения живых корневищ пырея ползучего в почву снижают рост растений озимой ржи в 1,5-2,0 раза и уменьшают её густоту стеблестоя в 2-3 раза. Торица полевая, горец щавелелистный, рыжик льняной уменьшают высоту льна-долгунца в 1,5-2 раза, а густоту его стеблестоя в 5-20 раз. На посевы ячменя отрицательное влияние оказывают торица полевая, горец щавелелистный, пикульник двурасщепленный. Посевы озимой пшеницы сильно страдают от выделений ромашки непахучей, василька синего. Рост кукурузы тормозят выделения редьки дикой, горчицы полевой, мари белой. Вытяжки из мари белой, торицы полевой снижают энергию прорастания и всхожесть семян озимой ржи, овса, льна-долгунца и клевера лугового в 1,3-4,0 раза. Водные вытяжки из листьев и корневых отпрысков осота полевого уменьшают всхожесть ячменя, проса и кукурузы.

Стерновые и корневые остатки пшеницы, заделываемые в почву, тормозят активность ростовых процессов кукурузы, пшеницы, овса; остатки озимой ржи угнетают пшеницу, тимофеевку луговую, клевер луговой.

9 ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЗАЩИТА ОТ СОРНЯКОВ: ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД

Подавление сорняков механическими, физическими, агротехническими, биологическими, экологическими способами не всегда дает желаемые результаты. В таких случаях используют химический способ защиты от сорняков, подразумевающий использование гербицидов.

9.1 Понятие о гербицидах

Гербициды — разновидность пестицидов, применяемые для уничтожения сорняков. Они получили свое название от латинских слов *herba*— трава и *caedo*— убивать. Гербициды, применяемые для уничтожения деревьев и кустарников, называются также *арборициды*, а вещества, служащие для борьбы с водорослями, - *альгицидами*.

Список гербицидов, разрешенных для применения в Российской Федерации, ежегодно уточняется и публикуется.

Гербициды были известны и применялись в производстве с конца XIX века. Для этих целей в основном использовались неорганические соединения (сульфат меди, железный купорос, азотнокислая медь, сульфат аммония, нитрат натрия, серная кислота, арсенит натрия, порошкообразный каинит, цианамид кальция). Из-за существенных недостатков: необходимости применения их в большом количестве на единицу площади, сильным корродирующим действием на опрыскивающую аппаратуру, высокой токсичности, слабой эффективности - они не получили широкого распространения вплоть до 40-х годов XX столетия, когда были синтезированы органические соединения, характеризующиеся физиологической активностью и эффективностью при относительно небольших нормах расхода и материальных затратах.

Применение гербицидов в нашей стране связано с такими именами как Иван Исидорович Гунар и Мендель Яковлевич Березовский (ТСХА) и относится к концу пятидесятых-шестидесятым годам XX века.

Со временем гербициды стали неотъемлемой частью технологий, предусматривающих всестороннюю химизацию производства продукции растениеводства.

Однако при химической защите от сорняков до сих пор имеются нерешенные проблемы:

- нежелательное накопление устойчивых сорняков;
- недостаточная селективность;
- отсутствие необходимых препаратов;
- длительная инактивация;
- отрицательное последствие гербицидов;
- загрязнение окружающей среды.

9.2 Классификации гербицидов

В настоящее время нет универсальной классификации гербицидов. В зависимости от основных практических целей их группируют по целому ряду признаков: химическому составу, характеру действия, способам применения, степени опасности для человека и теплокровных животных, способности загрязнять продукцию и окружающую среду.

По **химическому составу** гербициды подразделяются на *органические* (основная масса препаратов) и *неорганические* (цианамид кальция).

По **характеру действия** на растения выделяются гербициды сплошного действия и селективные.

Гербициды *сплошного действия*: раундап, торнадо, ураган, глифосат - уничтожают все виды сорных и культурных растений. Они применяются на полях во время отсутствия посевов, а также для уничтожения сорняков там, где они нежелательны: на обочинах дорог, вдоль заборов, линий электропередач, местах стоянки сельскохозяйственной техники, спортивных площадках и т.д.

Селективные гербициды – это препараты избирательного действия: 2,4- Д, аврора, грэнч, хармони. Они поражают одни объекты и не влияют на другие. Их можно применять в посевах большинства культурных растений. Многие из селективных препаратов поражают значительное количество видов сорняков, то есть обладают широкой избирательностью; некоторые воздействуют на ограниченное число видов сорняков или даже только один сорняк — имеют узкую избирательность; некоторые – двудольные сорняки, не действуя на однодольные.

Это деление в известной мере условно, так как многие гербициды с повышением их дозы (или концентрации в препарате) свою избирательность утрачивают.

По **месту проникновения в растения** гербициды можно подразделить на листового, почвенного и почвенно-листового действия.

Листовые гербициды поступают в растения через листья; *почвенного* – через корневую систему из почвы, *почвенно-листовые* – обоими путями.

Определенной устойчивостью к почвенным гербицидам обладают растения с глубокой корневой системой. На этом основано применение указанных препаратов в многолетних насаждениях. Они уничтожают многие сорняки, корни которых сосредоточены в верхнем слое почвы, но не поражают плодовые растения, саженцы древесных пород, корневые системы которых расположены на значительной глубине.

По **особенностям воздействия на растения** гербициды избирательного действия можно разделить на контактные и системные.

Контактные гербициды повреждают только надземные части растений в местах непосредственного соприкосновения, вызывая ожоги листьев, разрушение хлорофилла и увядание растений; корни при этом не повреждаются. К ним относятся: реглон, лассо, секатор, грэнч. При использовании контакт-

ных гербицидов нередко наблюдается последующее отрастание новых побегов.

Системные гербициды проникают в ткани растения, могут передвигаться внутри них, вызывают различные нарушения. Это гербициды группы 2,4-Д, 2М-4ХП, банвел-Д, бетанал, трефлан, эптам, луварам, лонтрим, фенфиз, гисталан, флирт, реджио.

В свою очередь системные гербициды можно разделить на две подгруппы.

Системные, с типичным росторегулирующим действием. Вызывают нарушение роста и деления клеток, разрастание тканей, деформацию стеблей и листьев, образование воздушных корней. В оптимальных концентрациях проявляют высокую избирательность, подавляя двудольные и не действуя на злаки.

Системные, без типичного росторегулирующего действия. Проникают в растения, влияют на фотосинтез и другие жизненно важные процессы. У поврежденных растений изменяется окраска листьев, они постепенно увядают и отмирают.

По месту действия на органы растений гербициды объединяют в четыре группы.

1. *Листового действия*, оказывающие преимущественно контактное действие в местах нанесения на растение.

2. *Листового действия*, перемещающиеся по растению после нанесения на листья, оказывающие системное действие на растительные ткани на расстоянии от места нанесения.

3. *Почвенные гербициды*, передвигающиеся после поглощения корневой системой в надземные органы и оказывающие действие в корнях или в надземных органах растений.

4. *Гербициды, оказывающие действия при нанесении на листья и при внесении в почву*, поступающие в растение как через листья, так и через корни, действующие в листьях и корнях. К ним относятся трефлан, эптам, зенкор, гезагард, трофи, харнес, рейсер.

По срокам применения гербициды подразделяют также на четыре группы.

1. Препараты, применяемые *до посева или посадки* культуры; до всходов сорняков, в основном почвенного действия, или используемые для обработки всошедших сорняков — гербициды контактного листового действия, а также обладающие почвенным и листовым действием.

2. Препараты, вносимые *одновременно с посевом* методом сплошного опрыскивания или ленточно, в зоне рядка и в защитной зоне междурядья, не обрабатываемой культиватором при выращивании пропашных культур.

3. Препараты, применяемые *после посева семян растений, до появления их всходов* и всходов сорняков, в основном почвенного действия; применяемые после всходов и всходов сорняков — препараты системного или контактного действия.

4. Препараты, применяемые *после всходов* культурных растений.

Токсичность гербицидов для человека и животных неодинакова. Она измеряется величиной $ЛД_{50}$, то есть летальной дозой, приводящей при попадании в желудок к гибели 50% теплокровных животных. Выражается она в миллиграммах на 1 кг живой массы организма.

По степени токсичности гербициды делят на 4 группы:

- сильнодействующие - $ЛД_{50} < 50$ мг/кг;
- высокотоксичные - $ЛД_{50} = 50-200$ мг/кг;
- среднетоксичные - $ЛД_{50} = 200-1000$ мг/кг;
- малотоксичные - $ЛД_{50} > 1000$ мг/кг.

Большая часть гербицидов, применяемых в сельском хозяйстве, малотоксична и при соблюдении правил техники безопасности безвредна для людей и животных.

9.3 Механизм действия гербицидов

В большинстве случаев токсичное действие системных гербицидов на растение вызывает взаимодействие 4 причин:

- ингибирование процесса фотосинтеза;
- нарушение ростовых процессов;
- нарушение дыхания и обмена веществ;
- нарушение процессов прорастания семян.

Системные гербициды действуют на один или несколько физиологических и (или) метаболических процессов в растении, свободно перемещаются от клетки к клетке через плазмодесмы, проникают через мембраны и оказывают токсическое действие на элементы клеточной структуры и органеллы клетки.

Механизм действия контактных гербицидов сводится к нарушению целостности клеточных мембран, увеличению их проницаемости и дальнейшему разрушению.

В результате растения изгибаются, листья скручиваются, тургор теряется, нижняя часть стебля и верхняя часть корня израстают (образуются галлы – вздутия), растение обезвоживается и гибнет.

9.4 Чувствительность растений к гербицидам

По реакции на применяемые гербициды культурные растения и сорняки делят на *чувствительные*, которые практически полностью уничтожаются, *среднечувствительные* — отмирают не полностью или только угнетаются и *устойчивые* — не угнетаются.

Чувствительность культурных растений зависит от фазы их развития. Из биологических групп к гербицидам более чувствительны малолетники. Многолетние сорняки устойчивее, что объясняется наличием мощной корне-

вой системы. Многие виды сорняков обладают повышенной чувствительностью к гербицидам в раннем возрасте, особенно в фазе проростков.

9.5 Избирательность гербицидов

Причины различного воздействия гербицида на различные растения можно объединить в 4 группы.

1. Различия в анатомо-морфологическом строении сорных и культурных растений: разная смачиваемость, положение и ориентация в пространстве листьев; размер листовой пластины; положение точки роста – у злаковых она защищена, у двудольных открыта).

2. Различия в биологии у культурных и сорных растений, разные скорости роста, разные фазы развития, разная глубина заделки.

3. Различия в характере протекания физиологических процессов у сорных и культурных растений. Разные растения характеризуются разной способностью поглощать гербицид. Ферментативные системы по-разному разлагают токсикант.

4. Применение направленной обработки, когда сорные растения меньше, чем культурные. Это особенно часто используется при применении контактных гербицидов.

9.6 Сроки применения гербицидов

В зависимости от особенностей гербицидов практикуют их использование в разные сроки:

- предпосевное внесение в почву с заделкой культиваторами или бородами: эптам, трефлан, триаллат;
- послепосевное внесение в почву без заделки или с одновременной заделкой: прометрин;
- довсходовое опрыскивание поля за несколько дней до появления всходов культурных растений (картофель, кукуруза, морковь), но при появлении всходов сорняков (2,4-Д, 2М-4Х);
- послеवсходовое опрыскивание культурных растений;
- послеуборочная обработка; она необходима для уничтожения сорняков, оставшихся или проросших после уборки; для этого применяют почвенные или листовые гербициды, которые теряют активность к сроку посева следующей культуры;
- в периоды массового отрастания сорняков.

Предпосевное и довсходовое внесение гербицидов весьма эффективно, так как препараты подавляют сорняки в самые ранние фазы развития культурных растений, когда они наиболее чувствительны к засоренности.

При послевсходовом внесении гербицидов особенно важно правильно установить сроки обработки и нормы расхода препаратов, чтобы не повре-

дить культурные растения и уничтожить сорняки в раннем возрасте, когда они более чувствительны.

9.7 Способы применения гербицидов

Основной способ внесения гербицидов – опрыскивание. Оно может быть проведено наземным путем, а также авиационным.

Обработка посевов или почвы гербицидами может быть сплошной, рядковой, ленточной и очаговой.

При *сплошной обработке* препарат равномерно распыскивают по всей площади. Такую обработку используют на посевах всех культур и на полях, свободных от посевов.

Рядковую и ленточную обработки применяют на полях пропашных культур. При этом опрыскивают только ряды или ленты, а междурядья обрабатывают культиваторами.

Очаговое внесение гербицидов практикуют для уничтожения куртин карантинных и особо злостных сорняков. Для этого чаще всего используют гербициды сплошного действия.

9.8 Формы гербицидов

Гербициды имеют следующие основные препаративные формы:

- порошки, растворимые в воде и образующие в воде устойчивые суспензии (толкан, голтикс, гексилур);
- водные растворы (2,4-Д, базагран, глиалка);
- водорастворимые концентраты (лонтрим, галакси);
- концентраты эмульсии, дающие в воде устойчивые эмульсии разной концентрации (октапон, гисталан, трофи);
- водно-диспергируемые гранулы – гродил, линтур;
- водно-гликоевый раствор – прессинг, ковбой.

9.9 Нормы расхода гербицидов

Норма расхода гербицидов имеет исключительно важное значение, так как превышение нормы может вызвать повреждение культуры и снижение урожайности, а уменьшение её ведет к снижению эффективности гербицидов в подавлении сорняков, что также снижает урожайность и увеличивает засоренность.

Для всех гербицидов установлены оптимальные нормы расхода применительно к разным культурам, определены сроки и способы их внесения.

Доза гербицида зависит от видового состава сорняков, степени засоренности, гранулометрического состава почвы, содержания в ней органического вещества. Необходимо также учитывать погодные условия во время

применения гербицидов и возможное остаточное их действие на последующие культуры в севообороте.

Дозы расхода гербицидов даются в килограммах (литрах) препарата (технического продукта) на 1 га (чаще) или в килограммах (литрах) действующего вещества на 1 га (реже).

Дозу технического препарата на 1 га, если она не указана в документах изготовителя, определяют по формуле:

$$Дт = 100 Дo / A \quad (9),$$

где Дт – доза технического препарата, кг/га; Дo – рекомендуемая норма действующего вещества, кг/га; А – количество действующего вещества в препарате, %.

При применении гербицидов важно знать и норму расхода жидкости. Она зависит от природы действия гербицидов и от применяемых машин и аппаратуры. Более высокие нормы расхода жидкости устанавливают для контактных гербицидов почвенного действия.

При использовании самоходных, тракторных навесных и прицепных опрыскивателей нормы расхода жидкости более высокие по сравнению с авиационными обработками.

Для наземных тракторных опрыскивателей примерные нормы составляют: для контактных гербицидов 200-250 л, системных – 100-150 л, для гербицидов почвенного действия 150-200 л/га.

Для авиационных обработок расход жидкости значительно меньше – в пределах 25-50 л/га.

В последнее время имеются рекомендации по возможности ультрамалообъемного опрыскивания с расходом жидкости 2-5 л/га.

9.10 Условия применения гербицидов

Большое влияние на качество опрыскивания оказывают метеорологические условия.

Ветер нарушает равномерность распределения жидкости на площади, увеличивает ее испарение и снос. Капли диаметром 100 мкм и менее сносятся при скорости ветра 3,6 м/с. При увеличении капель снос уменьшается, а при достижении их диаметра 325 мкм – прекращается. Оптимальные условия работы наземных штанговых опрыскивателей создаются в безветренную погоду, а аэрозольных генераторов авиаопрыскивания – при скорости ветра не более 2 м/с. Если на соседних полях находятся культуры, чувствительные к гербициду, то граничащую с ними полосу шириной 5-10 м, а при ветреной погоде и больше, обрабатывать нельзя. При использовании аэрозольных генераторов защитная полоса расширяется до 100 м, а при авиаопрыскивании и направлении ветра в сторону соседнего поля – до 2000 м.

При отсутствии осадков опрыскивать следует утром и вечером. В полуденные часы восходящие токи воздуха будут поднимать мелкие капли раствора и переносить их на большие расстояния. Нежелательны атмосферные

осадки при применении гербицидов на базе солей 6-12 часов после опрыскивания, для эфиров - 1-2 часа. К тому же смытый с сорняков в почву гербицид может оказать токсичное действие на защищаемые растения, проникая в корни, которые были более чувствительны к гербицидам, чем надземные органы.

С повышением температуры воздуха и почвы чувствительность растений к гербицидам возрастает, так как при более высокой температуре значительно быстрее осуществляется поглощение и перемещение гербицидов в растениях. Большинство гербицидов, применяемых в фазу всходов максимально токсичны при температуре воздуха 15-25°C, при температуре 8-10°C действуют слабо, при высокой — увеличиваются испарение раствора и опасность повреждения чувствительных культур на соседних полях. При пониженной температуре, в основном при обработке озимых зерновых культур, эффективно действуют на сорную растительность гербициды группы 2,4-Д, действие которых в меньшей степени зависит от температуры. В жаркие сухие дни опрыскивание посевов гербицидами лучше проводить в утренние и вечерние часы, а в холодные — днем.

Активность почвенных гербицидов зависит от влажности и температуры верхнего слоя почвы. В сухой почве действие ряда гербицидов ослабляется, медленнее происходит детоксикация. Это увеличивает опасность повреждения высеваемых в последующие годы сельскохозяйственных культур, чувствительных к данному гербициду. При высокой влажности почвы и обильных осадках некоторые препараты проникают в глубь почвы, быстро инактивируются, а в верхнем слое, освобожденном от гербицида, будут прорастать сорняки. Гербициды, испаряющиеся или разрушающиеся под влиянием солнечных лучей (триаллат, трефлан), необходимо заделывать в верхний слой почвы.

При повышенном содержании в почве илистой фракции или гумуса адсорбция гербицида усиливается. В этом случае следует увеличить его дозу. На песчаных и супесчаных почвах, бедных органическим веществом, ее уменьшают.

Условия эффективного применения почвенных гербицидов имеют свои особенности:

- объем воды для раствора должен быть достаточный для смачивания поверхности почвы; приемлем принцип: чем больше, тем лучше;
- почва должна иметь мелкокомковатый поверхностный слой;
- нельзя допустить пересыхания верхнего слоя почвы; лучше, если он увлажнен;
- для отдельных гербицидов необходима прослойка безгербицидного слоя между гербицидным экраном и семенами культуры;
- если препарат летуч или существует опасность сильного пересыхания верхнего слоя почвы, необходимо обеспечить заделку гербицидов путем поверхностной обработки (боронования, культивации);
- сочетании гербицидов листового и почвенного действия.

9.11 Повышение эффективности применения гербицидов

Исследование возможности повышения эффективности гербицидов проводят последующим направлениям:

- изменение сроков химической прополки;
- усиление действия гербицидов с помощью смеси гербицидов;
- усиление действия гербицидов с помощью других пестицидов, минеральных солей, удобрений;
- снижение дозы гербицидов путем использования различных добавок;
- применение новых гербицидов, обладающих более широким спектром действия и уменьшенной дозой применения;
- разработка и освоение систем гербицидов, то есть применение химического метода применительно ко всему севообороту как единому целому.

Современные системы применения гербицидов позволяют:

- наиболее полно использовать севооборот;
- усилить действие систем обработки почвы и удобрений на сорняки как регулирующие факторы их обилия;
- использовать влияние каждого гербицида с учетом действия и последствия;
- сократить применение гербицидов за счет положительного взаимодействия всех элементов системы;

Системы применения гербицидов в полевых севооборотах определяются составом культур, типом почвы, особенностями зоны.

Например, на дерново-подзолистых почвах в 8-польном севообороте: 1— занятый пар, 2— озимая пшеница, 3 — ячмень + многолетние травы, 4-5— многолетние травы, 6—озимая пшеница, 7— картофель, 8— ячмень - гербициды использовали только на четырех полях (озимая пшеница, картофель и ячмень). Гибель сорняков в севообороте составила 80-95%. Одновременно от ротации к ротации возрастала продуктивность севооборота.

За последние 50 лет видовой состав сорняков в Западной Европе сократился на 20-40%, а потенциальная засоренность (запасы семян сорняков в почве) упала с 30-50 тыс. до 1-5 тыс. шт./м². Сокращение видового состава было вызвано упрощением, или специализацией севооборотов, высокими дозами азотных удобрений и загущенными посевами, а снижение запаса сорняков в почве – введением эффективных технологий возделывания культур. С точки зрения экологии эта тенденция в эволюции сорной популяции скорее негативная. Сорняки в определенной мере обеспечивают биодиверсификацию агрофитоценоза, поскольку с каждым растением ассоциируется много других организмов; выполняют определенные полезные функции:

- защиту почвы от эрозии и дефляции;
- за счет развитой корневой системы способствуют возврату в пахотный слой вымытые элементы питания;
- способствуют пополнению запасов органического вещества в почве;
- являются источником корма для сельскохозяйственных животных;

- консервируют элементы питания;
- являются средой обитания для микроорганизмов, насекомых и животных;
- восстанавливают биологическое разнообразие.

Наличие экологического понимания роли сорняков является основой построения эффективных методов управления в земледелии. Но, несмотря на это, сорняки были и остаются существенной проблемой в агрономии.

10. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СЕВООБОРОТОВ

10.1 Понятие о предшественнике

Севооборотом называется научно-обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистого пара во времени и на территории.

Севооборот разрабатывается на основе структуры посевных площадей. **Структурой посевных площадей** называется соотношение площадей под различными сельскохозяйственными культурами и чистыми парами к общей площади пашни.

Структура посевных площадей строится с учётом специализации хозяйства, почвенно-климатических условий и потребностей рынка. Являясь наиболее динамичным элементом системы земледелия, структуры посевных площадей находятся в постоянном совершенствовании и развитии.

В севообороте указывается перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования. Чередование культур во времени означает правильную смену одних растений другими на данном поле, а чередование культур на территории заключается в том, что каждая культура и пар проходят через все поля севооборота. Период, в течение которого культура и пар проходят через каждое поле в последовательности, установленной севооборотом, называют ротацией. По длительности ротация равна количеству полей.

Перемещение культур по полям представляют в виде таблицы, которую называют ротационной. Предположим, что спроектирован севооборот: 1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – лён; 4 – кукуруза на силос; 5 – озимая рожь.

Расположение культур по полям на год освоения может быть любым, по годам надо соблюдать чередование культур согласно севообороту (табл. 14).

Таблица 14 – Ротационная таблица пятипольного севооборота

Номер поля	Год ротации				
	1	2	3	4	5
1	лен	кукуруза	рожь	пар	пшеница
2	пшеница	лен	кукуруза	рожь	пар
3	пар	пшеница	Лен	кукуруза	рожь
4	рожь	пар	пшеница	лен	кукуруза
5	кукуруза	рожь	Пар	пшеница	лен

В севообороте поля должны быть примерно равновеликие. В каждом поле севооборота обычно высевает одну культуру, что облегчает уход за ней.

Иногда на одном поле высевает две культуры, сходные по своим требованиям к внешним условиям и агротехнике (например, озимая пшеница, и озимая рожь). Поле, на котором высевает две культуры и более, называется **сборным**.

Если при чередовании указывают не культуры, а группы, к которым они относятся, то это будет **схема севооборота**. Выше предложенное чередование можно представить в виде следующей схемы: 1-пар; 2-озимые зерновые; 3-технические; 4-пропашные; 5-озимые зерновые. Смена культур в севообороте может проходить ежегодно и периодически.

Если в севообороте одна и та же культура высевается несколько лет подряд, то посев культуры на второй год на том же поле называют **повторным**. Многолетние кормовые травы — бобовые, злаковые и их смеси — обычно занимают севооборотные поля в течение двух-трех и более лет. Но они не относятся к повторным посевам, так как их жизнедеятельность не прерывается, и каждый год их нахождения на поле существенно отличается от предшествующего по составу травостоя и его использованию.

Если культуру высевают на одном поле в течение длительного времени, то посевы называют **бессменными**.

Если в хозяйстве возделывают одну культуру, то её называют **монокультурой**.

Кроме основных культур, занимающих поле большую часть периода вегетации, в севообороте могут выращиваться промежуточные.

10.2 Промежуточные культуры

Промежуточные культуры – это культуры, которые занимают поле в то время, когда оно не занято основной культурой.

В зависимости от периода произрастания растения, сроков посева и уборки промежуточные культуры делятся на пожнивные, озимые, подсевные и поукосные.

Поживные культуры высеваются летом, сразу после уборки основной культуры и дают урожай зеленой массы или другой продукции осенью того же года.

Озимые промежуточные культуры также высеваются летом-осенью после уборки основных культур, но дают урожай и убираются на корм весной следующего года. Например, озимая рожь на зеленый корм. После них высевают поздние яровые основные культуры севооборота, например гречиху.

Подсевные промежуточные культуры высеваются весной под покров основной культуры и убирают осенью в год посева. Например, райграс однолетний подсевают весной под покров ячменя, после уборки которого он вегетирует и за поживный период дает урожай зеленой массы.

Поукосные культуры возделывают на полях, рано освобождающихся после уборки многолетних, однолетних трав и других кормовых культур и убирают на корм в те же сроки, что и поживные и подсевные промежуточные культуры.

10.3 Пары

Среди предшественников особое место занимают различные виды паров.

Пар – это поле, свободное от возделывания растений в течение определенного периода.

Все пары делят на два типа — чистые и занятые.

Чистым паром называется поле, свободное от возделываемых растений в течение вегетационного периода. В период парования пахотный слой поддерживается в необходимом по рыхлости или плотности состоянии, и почва очищается от сорных растений. Такие поля в течение года продукции не дают.

Чистые пары подразделяются на черные и ранние.

Черным паром называют чистый пар, в котором основную обработку почвы (на всю глубину пахотного слоя) проводят осенью после уборки предшественника накануне парования поля.

Ранним паром называют чистый пар, в котором основную обработку почвы проводят весной, в год парования поля.

Черный и ранний пары могут быть кулисными парами

Кулисный пар представляет разновидность чистого пара, на котором создаются кулисы из высокостебельных растений. Кулисы служат для задержания снега, борьбы с эрозией почвы.

Занятый пар – это поле, засеянное с весны растениями, рано освобождающими поле. Время, которое остается от уборки урожая парозанимающей культуры до конца вегетации используют для обработки почвы, как и на чистом пару.

Занятые пары подразделяются на пары сплошного посева, пропашные и сидеральные

Занятые пары сплошного посева занимают вико-овсяной, горохово-овсяной и другими смесями однолетних культур. Их называют однолетними травами и убирают на корм в фазе бутонизации — начала цветения бобового компонента.

Занятые пропашные пары занимают скороспелыми пропашными культурами — ранним картофелем и т.п.

Сидеральный пар – это занятый пар, засеянный растениями для заделки в почву на зеленое удобрение.

Чистые пары выполняют очень важные агротехнические функции: накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги; мобилизация питательных веществ в почве; борьба с сорными растениями, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. Такие пары применяются в первую очередь в засушливых условиях. При переходе от засушливых к условиям достаточного увлажнения экономическая целесообразность чистых паров снижается в пользу занятых.

Эффективность занятых паров повышается за счет урожайности парозанимающих культур. Но положительная роль занятых паров проявляется лишь при условии своевременной уборки последних и качественной обработки почвы.

10.4 Почвоутомление

Накопленный опыт в земледелии свидетельствует о том, что возделывание культур в севообороте практически всегда имеет преимущество по сравнению с монокультурой. В последнем случае рано или поздно *наступает почвоутомление*.

Теория выделения корневой системой растений токсинов является самым первым объяснением сущности явления утомления почвы. Все растения выделяют токсические вещества, сохраняющиеся некоторое время в почве. Они вредны для растений одного и того же вида, тогда как представители других видов менее чувствительны к ним или вовсе не чувствительны. Таким образом, под влиянием токсинов при бессменных посевах культурного растения оно всё больше повреждается и происходит падение урожайности; при соответствующем плодосмене можно избежать вредного влияния накапливающихся в почве токсинов. Чередование культур должно быть таким, чтобы чувствительность каждого возделываемого растения к токсинам своего предшественника была как можно меньше.

Еще Либих, исходя из теории минерального питания, считал, что все полевые сельскохозяйственные культуры истощают почву. В связи с этим необходимо чередовать культуры с различной потребностью в зольных элементах питания.

Далее было установлено, что плодосмен улучшает физические свойства почвы за счёт накопления перегноя, замедляет ее истощение, так как чередуются культуры, не только истощающие, но и обогащающие её плодородие.

Прянишников объединил все причины почвоутомления в четыре группы:

- химические, касающиеся синтеза и разложения органического вещества, питания растения зольными элементами и азотом;
- физические, обусловленные различным влиянием сельскохозяйственных культур и условий их возделывания на физические свойства почвы;
- биологические, связанные с почвоутомлением, различным отношением культурных растений к сорнякам, вредителям и болезням;
- экономические, обуславливаемые структурой посевных площадей и их размещением на территории хозяйства.

В конкретных условиях проявляется доминирующая роль той или иной группы. Ведущее значение отводится тем, которые действуют на фактор жизни растений, находящийся в данных условиях в минимуме.

Как показывает современная практика, в первую очередь снижение урожайности в бессменных посевах происходит вследствие биологических

причин: возрастающей засоренности и поражения растений болезнями и повреждения вредителями сельскохозяйственных культур. Особенно это остро проявляется в интенсивном земледелии.

10.5 Размещение полевых культур и пара в севообороте

Каждая полевая культура оставляет почву вследствие процессов своего развития, потребления почвенных запасов влаги и питательных веществ, остающихся после уборки поукосных остатков (корни, стерня, листья) и различных других особенностей в совершенно определенном состоянии, которое может весьма различно влиять на последующие полевые культуры. В зависимости от почвы, климата, поступления и выноса питательных веществ, мероприятий по уходу, сроков и способов уборки, влияние предшественников может быть весьма различным. Вследствие этого не существует никаких абсолютно хороших или плохих предшественников, а только такие, которые при учете перечисленных факторов в определенных местообитаниях являются для отдельных полевых культур в большей или меньшей степени благоприятными или неблагоприятными.

Действием предшественника называется влияние, оказываемое определенной предшествующей культурой на последующие культуры.

Понятием «ценность в качестве предшественника» характеризуется влияние различных предшественников на определенную последующую культуру.

Влияние предшественников сказывается на последующих культурах исключительно через то состояние почвы, в котором они ее оставляют. При этом необходимо различать непосредственное влияние предшественника, то есть его влияние на первую и на последующие культуры, то есть его долгосрочное влияние на почву, на ее плодородие.

Так, например, хорошо известно, что картофель, удобренный навозом, оказывает очень хорошее непосредственное влияние на большинство полевых культур. Однако, вследствие интенсивной обработки почвы эта культура сильно снижает содержание гумуса и азота в почве, ее кумулятивное действие тем неблагоприятнее, чем больше доля картофеля в севообороте и чем меньше вносят органических удобрений. Из результатов опытов по изучению предшественников следует, что картофель, всегда считавшим хорошим предшественником, только в том случае оказывают действительно хорошее непосредственное влияние, если под них вносится навоз. Без удобрения навозом непосредственное действие картофеля является не более чем удовлетворительным.

Полевые культуры по их кумулятивному действию в качестве предшественников, в особенности по их влиянию на гумусовый и азотный баланс пахотных почв, можно разделить на четыре группы.

1. Пропашные культуры, выращиваемые при высокой интенсивности обработки и вследствие этого сильно снижающие содержание гумуса и азота в почве.

2. Колосовые культуры, выращиваемые при незначительной интенсивности обработки и меньше снижающие содержание азота в почве по сравнению с пропашными культурами.

3. Однолетние бобовые, которые обогащают почву азотом и не расходуют запасов гумуса.

4. Многолетние кормовые растения, выращиваемые на пахотных землях при наименьшей интенсивности обработки и обогащающие почву гумусом и азотом.

Решающее влияние на ценность предшественника оказывает количество и качество пожнивных остатков полевых культур, особенно корней, значение которых более и менее известно в деле повышения содержания гумуса в почве. Наибольшее улучшение структуры почвы происходит под многолетними травами, далее идут озимые и яровые зерновые. Слабее происходят процессы образования структуры под пропашными культурами, в почве чистого пара, если на эти поля не вносят органические удобрения.

Различные культуры и приёмы их возделывания создают неодинаковые условия для развития сорняков. Например, важная роль в борьбе с сорняками принадлежит пропашным культурам. Междурядная обработка способствует уничтожению сорняков в посевах, очищению верхнего слоя почвы от семян и вегетативных органов размножения многолетних сорняков и уменьшает опасность засорения последующих культур.

Не меньшую опасность при бессменном возделывании многих культур представляют вредители и болезни. При отсутствии правильных севооборотов сильно размножаются почвообитающие вредители: проволочники, хлебная жужелица и другие.

Многие культуры при бессменном их возделывании и даже при частом возвращении на прежнее место сильно поражаются различными болезнями, вызываемыми грибными, бактериальными и вирусными возбудителями. Например, озимая пшеница сильно поражается ржавчиной и корневыми гнилями, картофель – фитофторозом.

Прянишников писал, что с истощением почвы мы можем бороться внесением удобрений, с потерей её должностного строения, внесением органического вещества, правильной обработкой, с размножением паразитов очень часто нельзя справиться без должного севооборота.

Предшествующие растения в процессе жизнедеятельности выделяют вещества, оказывающие отрицательное воздействие на последующие культуры (колины) или подавляющие развитие микроорганизмов (фитонциды). Микроорганизмы, развивающиеся в ризосфере культурных растений, выделяют вещества, подавляющие жизнедеятельность последующих растений (маразмины) или других микроорганизмов (антибиотики). Неблагоприятные

сочетания этих сложных процессов признается в настоящее время основной причиной почвоутомления, вызывающего падение урожая культур.

По характеру влияния на почву и последующие культуры все растения и пары в порядке убывания их ценности как предшественников можно расположить так: чистые пары, занятые пары, многолетние травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, технические непропашные культуры, зерновые культуры, промежуточные культуры.

10.6 Бессменные посевы и севообороты

В 1842 году в Англии были заложены длительные опыты, продолжающиеся и в настоящее время, в которых изучают возможность бессменных посевов различных культур. Их урожай сопоставляют с урожаем таких же культур, возделываемых в четырёхпольном севообороте: клевер, озимая пшеница, мангольд, ячмень. Цель этих опытов – изучить возможность повторных посевов на фонах различной удобряемости.

Подведение итогов этих опытов, признанных в агрономической литературе классическими показало, что за 73 года, когда схема строго выдерживалась, клевер и мангольд переставали давать урожай, как без удобрений, так и по удобренному фону. По-иному вели себя озимая пшеница и ячмень.

Без удобрений в бессменных посевах урожай озимой пшеницы составил в среднем 8,5 ц/га, а в севообороте – 16,5 ц/га. При ежегодном же внесении 35 т навоза в бессменных посевах было получено 24,6 ц/га, а по фону полного минерального питания – 22,1 ц/га. Урожай же озимой пшеницы при тех же удобрениях, но в севообороте достиг 75 ц/га, то есть был в 3,0-3,5 раза выше, чем в бессменных посевах. Аналогичная картина была и по ячменю.

Подобные длительные опыты проводились и в ТСХА (табл. 15).

Таблица 15 – Урожайность различных культур в севообороте и бессменных посевах с 1912 по 1970 годы на опытном поле ТСХА

Культура	Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая в севообороте	
		Севооборот	Бессменный посев	ц/га	%
Озимая рожь	Без удобрения	14,1	7,3	6,8	93
	С удобрением	21,9	12,2	9,7	79
Овес	Без удобрения	13,9	7,9	6,0	76
	С удобрением	18,5	11,7	6,8	58
Картофель	Без удобрения	88,4	76,2	12,2	16
	С удобрением	160,1	154,2	6,4	4

Основные виды сельскохозяйственных культур имеют различную реакцию на бессменные посевы и севооборот. Все культуры по этому признаку условно можно разделить на три группы.

Первая группа — культуры, которые не выдерживают повторных и тем более бессменных посевов. К ним относятся лен, горох, вика, бобы, клевер, томат, перец, баклажан, капуста, огурец.

Вторая группа — культуры, которые можно возделывать повторно без заметного снижения урожайности. К ним относятся пшеница озимая и яровая, рожь озимая, ячмень, овес, просо, гречиха, картофель, морковь, зеленные овощи.

Третья группа — культуры, которые слабо реагируют на севооборот и могут возделываться бессменно. К ним относятся кукуруза, конопля.

10.7 Принципы построения севооборотов

В основу разработке схем севооборотов положены указанные ниже принципы их построения.

Принцип адаптивности. Предусматривает соответствие культур, возделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим условиям и перспективной структуре посевных площадей конкретного хозяйства.

Принцип биологической и хозяйственно-экономической целесообразности. Определяет возможность использования в севообороте озимых или яровых форм зерновых культур, чистых или занятых паров, одновидовых или много видовых посевов однолетних или многолетних трав и т.д.

Принцип плодосменности. Этот принцип предполагает ежегодную смену культур из разных хозяйственно-биологических групп, существенно различающих их по биологии и технологии возделывания.

Принцип периодичности. Предусматривает возможность возврата одной и той же культуры на прежнее место возделывания через определенное время. Этот период в зависимости от культуры разный (табл. 16).

Таблица 16 – Периоды возврата на прежнее место выращивания

Культура	Минимальный период возврата, лет
Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес)	1-2
Гречиха	2-3
Кукуруза	1
Зерновые бобовые (горох, вика, чина)	3
Картофель	1-2
Люпин	4-5
Лен-долгунец	5-6
Многолетние травы	3
Корнеплоды	2-3
Рапс	3-4

Принцип совместимости и самосовместимости. Определяет возмож-

ность или невозможность использования для основных культур предшественников одной и той же хозяйственно-биологической группы или повторных их посевов. Этот принцип не допускает размещения культур одного семейства друг после друга. Но бывают исключения. Например, пшеницу после пшеницы лучше не размещать, а рожь после пшеницы можно; ячмень после яровой пшеницы нежелателен, а овес – возможен. Как возможны после хороших предшественников повторные посевы и посадки ржи, кукурузы, картофеля.

Принцип уплотненного использования пашни. Предполагает включение в севообороты посевов промежуточных культур с целью увеличения коэффициента использования пашни. Например, с целью повышения плодородия почвы во время сводное от возделывания основных культур севооборота, можно выращивать культуры на сидеральные цели.

Принцип специализации. Предусматривает возможность предельного, научно обоснованного насыщения севооборотов и одной или несколькими культурами из одной хозяйственно-биологической группы. Этот принцип успешно реализуется в условиях интенсивного земледелия для построения специализированных зерновых, картофельных и других севооборотов.

Правила построения севооборотов

1. Ведущая культура севооборота размещается по лучшим предшественникам. Например, озимые зерновые по занятым парам.

2. Под пары отводят менее плодородные и более сложные в фитосанитарном состоянии поля. Не следует их размещать по пропашным и бобовым культурам.

3. Между колосовыми культурами по возможности размещаются пропашные и бобовые культуры.

4. Повторный посев ведущей зерновой культуры допускается после лучших предшественников.

5. При наличии многолетних трав лучшей культурой для подсева является яровой ячмень.

10.8 Предшественники для различных культур

Для озимых и яровых зерновых культур хорошими предшественниками являются пары, зернобобовые культуры, ранние пропашные, однолетние и многолетние травы. Озимая рожь и овёс выдерживают повторные посевы или размещение по другим зерновым культурам.

Для льна к лучшим предшественникам относятся озимые и яровые зерновые, нестарые многолетние травы.

Зернобобовые можно размещать после зерновых культур, картофеля и корнеплодов.

Хорошими предшественниками для картофеля и корнеплодов являются озимые и яровые зерновые, зернобобовые, пары.

Для рапса в качестве предшественников пригодны зерновые и зерно-

бобовые культуры, пропашные, однолетние травы.

Для кукурузы хорошими предшественниками выступают озимые и яровые зерновые и зернобобовые культуры. Она хорошо переносит повторные посевы и даже бессменные.

Хорошо развитые, нестарые, чистые от сорняков посевы многолетних трав и их травосмесей являются хорошими предшественниками для большинства культур. Они обогащают почву органическими веществами и улучшают ее физические свойства. Велико и противоэрозионное значение многолетних трав, поэтому особенно большая роль отводится им в почвозащитных севооборотах. Обычно в полевых и кормовых севооборотах многолетние травы размещают после ярового ячменя, подсеявая под покров последнего.

10.9 Классификация севооборотов

В основу классификации севооборотов положены два основных признака:

- главный вид растениеводческой продукции, производимой в севообороте (зерно, корма, техническое сырье, овощи и т.д.);
- соотношение основных групп сельскохозяйственных культур, различающихся по биологии и технологии возделывания, их влиянию на плодородие почвы (зерновые культуры, многолетние травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, технические культуры сплошного посева, а также чистые и занятые пары) (табл. 17).

Таблица 17 - Классификация севооборотов

Тип	Подтип	Вид
Полевые	универсальные	зернопаровые, зернопаропропашные, зернопропашные, зернопаротравяные, зернотравяные, зернотравянопаропропашные, плодосменные или зернотравянопропашные, травянопропашные, пропашные, паропропашные, сидеральные
	специализированные (зерновые, льняные, картофельные, технические)	зернопаровые, зернопаропропашные, зернотравяные, плодосменные, пропашные, травянопропашные и др.
Кормовые	прифермские	плодосменные, пропашные, травянопропашные, травянозерновые
	сенокосно-пастбищные	травопольные, травянозерновые, травянопропашные
Специальные	овощные, овощекормовые, овощебахчевые, бахчевые	пропашные, травянопропашные, паропропашные, зернопаропропашные
	конопляные	пропашные, плодосменные, зернопаропропашные
	земляничные, плодопитомниковые	травянопропашные, паропропашные, сидеральные
	лекарственные, эфирномасличные	зернопропашные, плодосменные, паропропашные
	почвозащитные	травопольные, травянозерновые

По первому признаку определяются типы севооборотов: полевые, кормовые и специальные. Они могут подразделяться на подтипы.

По второму признаку определяются виды севооборотов, различающихся по структуре посевных площадей — соотношению основных групп сельскохозяйственных культур. Они могут относиться к различным типам и подтипам севооборотов.

Помимо типа и вида севооборот характеризуется количеством полей, площадью поля и общей площадью пашни. Количество полей в севообороте может быть от 2 до 12.

Полевым называется севооборот, предназначенный для производства зерна, технических культур и кормов. Их подразделяются на два подтипа: универсальные и специализированные.

В полевых *универсальных* севооборотах большая часть пашни обычно занята зерновыми культурами, остальная — техническими и кормовыми.

Специализированным называется севооборот с предельно допустимым насыщением посевами одной культуры или культур одной группы. Например, в специализированных зерновые севооборотах доля зерновых и зернобобовых культур может достигать 75-85%.

Кормовым называется севооборот, предназначенный для производства преимущественно грубых, сочных и зеленых кормов. Поэтому большую часть площади в них отводят под посевы различных видов кормовых культур.

Кормовые севообороты в зависимости от их места расположения делятся на два подтипа: прифермские и сенокосно-пастбищные.

Прифермским называется севооборот, предназначенный для производства сочных и зеленых кормов и поля которого расположены вблизи животноводческих ферм.

Сенокосно-пастбищным называется кормовой севооборот, предназначенный для производства сена, сенажа и выпаса скота. В таком севообороте возделывают многолетние и однолетние травы.

Фуражное зерно производят во всех типах севооборотов.

Специальным называется севооборот, предназначенный для возделывания культур, требующих специальных условий и особой агротехники. К таким культурам относятся овощи, бахчевые, конопля, лекарственные, эфиромасличные растения и др. Специальные севообороты подразделяют на восемь подтипов.

Особое место среди специальных севооборотов занимают *почвозащитные севообороты*. Их назначение — защита почвы от эрозии при одновременном производстве продовольственной, технической или кормовой продукции. В Нечерноземной зоне в этих севооборотах возделывают лишь многолетние и однолетние травы (травопольные севообороты) или посевы трав сочетают с посевами зерновых, в первую очередь озимых культур (травяно-зерновые севообороты).

Рассмотренные типы и подтипы севооборотов могут относиться к различным видам.

Зернопаровым называется севооборот, в котором преобладают зерновые, культуры сплошного посева и имеется поле чистого пара:

- 1 — чистый пар,
- 2 — яровая пшеница,
- 3 — яровая пшеница,
- 4 — овес.

Зернопаропропашным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, чередующиеся с чистым паром и пропашными культурами. Доля зерновых культур в таких севооборотах может достигать 70%:

- 1 — чистый пар,
- 2 — зерновые,
- 3 — зерновые,
- 4 — пропашные,
- 5 — зерновые,
- 6 — зерновые.

Зернопропашным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры, чередующиеся с пропашными культурами. Распространены в НЗ:

- 1 — картофель ранний,
- 2 — озимая рожь,
- 3 — люпин на зерно,
- 4 — картофель,
- 5 — овес.

Зернопаротравяным называется севооборот, в котором преобладают посевы зерновых культур, а также имеются чистые пары и многолетние травы. В таких севооборотах могут быть и поля технических непропашных культур — льна-долгунца. Волоколамское восьмиполье:

- 1 — чистый пар,
- 2 — озимые зерновые с подсевом клевера,
- 3- 4 — клевер,
- 5 — яровые зерновые или лен-долгунец,
- 6 — чистый пар,
- 7 — озимые,
- 8 — яровые зерновые.

Зернотравяным называется севооборот, в котором преобладают зерновые культуры сплошного посева, а остальная площадь пашни занята посевами многолетних и однолетних трав:

- 1 — занятый пар, 2 — озимые,
- 3 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав,
- 4 — 5 — многолетние травы
- 6 — озимые, 7 — яровые зерновые.

Зернотравянопаропропашным называется севооборот, в котором посе́вы зерновых культур чередуют с чистым паром, многолетними травами и пропашными культурами:

- 1 — чистый пар,
- 2 — озимая пшеница,
- 3 — картофель,
- 4 — ячмень с подсевом многолетних трав,
- 5 - 6 — многолетние травы,
- 7 — озимая пшеница,
- 8 — овес.

Плодосменным называют севооборот, в котором зерновые культуры занимают до половины площади пашни и чередуются с пропашными и бобовыми культурами:

- 1—2 — многолетние травы,
- 3 — озимые зерновые,
- 4 — картофель,
- 5 — яровые зерновые или зернобобовые,
- 6 — озимые зерновые,
- 7 — кукуруза на силос,
- 8 — яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

Травопольным называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами многолетних трав. Оставшаяся часть обычно занята однолетними травами, иногда зернофуражными культурами:

- 1—5 — многолетние травы,
- 6 — однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Травянозерновым называется севооборот, в котором половина или большая часть пашни занята многолетними и однолетними травами, а остальная часть — зерновыми культурами:

- 1—4 — многолетние травы,
- 5 — озимая пшеница,
- 6 — овес,
- 7 — ячмень,
- 8 — однолетние травы с подсевом многолетних.

Травянопропашным называется севооборот, в котором пропашные культуры чередуются с посевами многолетних трав:

- 1—2 — клевер,
- 3 — корнеплоды,
- 4 — кукуруза на зерно,
- 5 — зернобобовые,
- 6 — картофель,
- 7 — ячмень с подсевом клевер.

На овощных плантациях распространены специальные *овощекормовые* севообороты:

- 1—2— многолетние травы,
- 3 — капуста,
- 4 — столовые корнеплоды,
- 5— картофель,
- 6— лук,
- 7— столовые корнеплоды,
- 8— однолетние травы с подсевом многолетних трав.

Пропашным называется севооборот, в котором большая часть пашни занята посевами пропашных культур:

- 1 — однолетние травы, 2— кормовые корнеплоды и картофель,
- 3 — кукуруза на силос, 4 — подсолнечник на силос.

Сидеральным называется севооборот, в котором одно или несколько полей отводят для выращивания сидеральных культур:

- 1 — люпин на зеленое удобрение (сидерат),
- 2— озимая рожь + пожнивный сидерат,
- 3 — картофель,
- 4— овес.

10.10 Порядок составления севооборота

Вся ротация многопольного полевого севооборота может быть представлена в виде отдельных звеньев, соединенных между собой.

Звеном севооборота называется часть севооборота, состоящая из двух-трех разнородных культур или из пара и одной-двух культур. Звено начинается с лучшего предшественника для важнейшей культуры.

Построение любого севооборота начинают с разработки севооборотных звеньев. После определения общего количества полей из числа культур, входящих в состав структуры посевных площадей, выделяют поля с наиболее важными культурами. Под них выбирают лучшие предшественники. Полученные таким способом звенья становятся основой будущего севооборота.

Полевые севообороты могут включать паровые, зерновые, пропашные и травяные звенья.

Основой **парового звена** является чистый или занятой пар. Наиболее распространены следующие паровые звенья: пар — озимые - озимые; пар — озимые - яровые зерновые; пар - яровые зерновые - яровые зерновые; пар - озимые; пар - яровые зерновые.

Основой **зернового звена** севооборота является ведущая продовольственная культура и предшественник из числа зернобобовых или крупяных культур сплошного посева: горох - озимая пшеница, горох — яровая пшеница, люпин -озимая рожь, гречиха-яровая пшеница, гречиха - ячмень и т.д.

Основой **пропашного звена** являются пропашные культуры, которые в полевых севооборотах идут как предшественники зерновых, зерновых бобо-

вых, крупяных культур: картофель - ячмень; кукуруза – горох - озимая пшеница; кукуруза на силос - озимая пшеница; корнеплоды - ячмень и т.д.

Сочетание этих трех звеньев с различным количеством полей зерновых, зерновых бобовых и крупяных культур и с дополнением их полями технических, кормовых культур предоставляет неограниченные возможности для реализации в полевых севооборотах самых разных структур посевных площадей.

Основой *травяного звена* являются посевы многолетних трав — клевера и его смесей с тимофеевкой и другими многолетними мятликовыми травами. Многолетние травы в полевых севооборотах обычно используют на корм и семена в течение 2-3 лет. В Нечерноземной зоне они широко распространены как хорошие предшественники для озимых зерновых, льна-долгунца: 1 - 2 — многолетние травы, 3— озимые; 1 - 2—многолетние травы, 3 — лен-долгунец. Но так как последствие пласта многолетних трав проявляется два-три года, то могут быть четырехлетние варианты: 1—2 — многолетние травы, 3— озимые, 4 — лен - долгунец. Часто оборот пласта многолетних трав используют для размещения пропашных культур: 1—2 — многолетние травы, 3 — озимые, 4 - пропашные.

В первый год жизни многолетние травы развиваются слабо и их практическое использование не целесообразно. Поэтому принято их высевать под покров других культур, после уборки которых травы могут продолжать развитие. Лучшими покровными культурами выступают яровые зерновые (из них лучший ячмень), озимые зерновые (лучше озимая рожь), однолетние яровые смеси на зеленый корм, однолетние травы, озимые промежуточные культуры на зеленый корм.

Особое место занимают выводные поля севооборота. *Выводным полем* называют поле севооборота, временно выведенное из общего чередования и занятое несколько лет одной из культур севооборота. Обычно необходимость в таком поле определяется хозяйственной целесообразностью длительного использования посевов многолетних трав.

Необходимо отличать выводное поле от запольного участка. Если выводное поле выводят из севооборота на несколько лет и потом обязательно возвращают в севооборотное чередование, то запольный участок исключают из севооборотных площадей на длительный период. Запольные участки используют для длительных бессменных посевов топинамбура, кукурузы на силос, для возделывания многолетних кормовых культур, многолетнего люпина и т.д. Запольные участки часто дополняют кормовые прифермские севообороты и являются элементом зеленого конвейера.

10.11 Внедрение севооборота

Процесс внедрения нового севооборота имеет три этапа: проектирование, введение и освоение. На этапе *проектирования* разрабатывается сево-

оборот и проводится его экспертиза. Разработка включает подготовительные (сбор различных сведений об объекте) и проектные работы.

Этап **введения** севооборотов включает перенесение проекта на территорию.

Этап **освоения** — период, в течение которого реализуется план освоения вводимых севооборотов. Освоенным называется севооборот, в котором размещение культур по полям полностью соответствует принятой схеме, соблюдаются их чередование и границы полей. Как правило, период освоения длится несколько лет. На это время составляется план освоения севооборота в виде переходной таблицы.

При разработке переходной таблицы следует соблюдать указанный ниже порядок.

1. Таблица должна охватывать период, начиная с первого года до полного освоения.

2. Ежегодное размещение культур по полям начинают с культур, посеянных в прошлые годы под урожай текущего года (многолетние травы, озимые).

3. После этого размещают наиболее ценные продовольственные и технические культуры по лучшим предшественникам.

4. Яровые культуры размещают в порядке убывания их ценности.

5. Определение поля для подсева многолетних трав, для чистых паров и посевов промежуточных культур.

6. Поля, разделенные несколькими предшественниками, необходимо укрупнить.

7. При наличии сборных полей разместить в них наиболее близкие по биологии и технологии возделывания культуры (ранние яровые с ранними яровыми, озимые с озимыми, пропашные с пропашными и т. д.).

11 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

11.1 Краткая история орудий и теорий обработки почвы

Уже в первобытном обществе человек знал, что растения лучше растут на разрыхленной, свободной от сорняков почве, чем на необработанной. Первые орудия для обработки почвы имеют возраст почти 10000 лет. Первым орудием была заостренная палка, которая в дальнейшем превратилась в лопату и мотыгу. Следующий шаг – изобретение деревянного плуга – сохи, которую тянули в начале люди, а затем прирученные домашние животные: во-лы, лошади. Борозды заделывали вручную или, таская по полю суковатую ветку – прообраз современной бороны. В древней Греции, а затем Риме появился примитивный плуг типа рала. Толчком к изобретению плуга как мы его понимаем (с отвалом и полозом) послужило завоевание Римом Галлии.

Плужное земледелие подняло сельское хозяйство на новый уровень. Преимущество плужного земледелия перед мотыжным настолько очевидно, что по представлениям древних людей плуг – это изобретение и дар богов: у египтян – Осириса, у греков – Афины, у индийцев – Агни, у китайцев – Шен-пунгу.

Первый плуг с железными частями (Роттердамский плуг) появился в Англии в 1730 году. В этой же стране, а затем и в Бельгии в самом конце XVIII века появился железный плуг.

Первый чугунный плуг был создан в самом конце XVIII века в США. В 1830-х годах американский кузнец Джон Дир изобрел стальной плуг.

В 1863 году немецкий крестьянин-кузнец Р. Сакк создал плуг с пред-плужниками. В этом же году был изобретен первый плуг на колесах, что позволило вести обработку почвы на заданную глубину.

С развитием промышленности в середине XIX века началось серийное производство железных плугов. Изобретение плуга с двигателем, впоследствии от которого произошел трактор, со всеми его навесными и прицепными орудиями положило основу прогресса в земледелии, который не обошел и Россию.

До появления железного плуга глубина обработки почвы находилась в пределах 10-12 см, а с появлением железного плуга обработка стала возможна до 30 см. Уже тогда стали применять «двойную вспашку», когда в одной борозде идут два плуга – один за другим.

Теоретическое обоснование плужной обработки началось ещё в начале XVIII века в Англии. В нашей стране распространение получила теория отвальной обработки В.Р. Вильямса (30-е годы XX век), положения которой долгое время были незыблемыми. По Вильямсу в течение сезона почва теряет структуру и для её восстановления необходима ежегодная вспашка.

В самом конце XIX-начале XX веков появились исследования, в которых необходимость ежегодной вспашки ставилась под сомнение. В нашей стране эту идею развивали И. Овсинский, А. Лебединцев, а затем Л. Барсу-

ков, Н. Тулайков, А. Бараев, Т. Мальцев. Развитие теории бесплужной обработки нашло свое отражение в работах Жана во Франции, Ф. Ахенбаха в Германии, Э. Фолкнера в США. Согласно новой теории, почву не надо пахать, а нужно рыхлить. Начался период поиска новых способов обработки почвы и орудий для их проведения.

Дальнейшее совершенствование почвообрабатывающих машин в связи с разработкой энергосберегающих технологий пошло по пути создания плоскорезных и безотвальных орудий. Такие типы орудий в значительной степени сохраняют стерню на поверхности поля, что является защитным буфером от дефляционных и эрозионных процессов. Крошащее действие безотвальных и плоскорезных орудий в зоне прохода стойки и между стойками неодинаково при различной влажности в пахотном слое и в целом хуже по сравнению с отвальным плугом.

По современным представлениям после обработки почвы в ней начинается дифференциация по плодородию и по технологическим свойствам. Плодородие уменьшается сверху вниз, поэтому самый плодородный – это верхний слой до 10 см (по Вильямсу слой 10-20 или 10-30 см). Темпы дифференциации прямо связаны с условиями увлажнения: во влажных (например, в Нечерноземной зоне) – ускоряется, в сухих – замедляется. Дифференциация пахотного горизонта на слои является научной основой оборачивания (вспашки), но сейчас считается, что почву следует пахать только тогда, когда это положительно сказывается на урожайности культур. Еще одним научным основанием для обработки является несоответствие равновесной и оптимальной плотности почвы: чем больше различия, тем сильнее почва нуждается в рыхлении или уплотнении.

Важный показатель качества обработки – агрегативный состав почвы. Высшему качеству обработки почвы соответствует 90-100%-ное содержание комков размером не более 50 мм и менее 5% пыли (частицы менее 0,25 мм), хорошему качеству, соответственно – 70- 90% комков и 5-10% пыли, удовлетворительному – 50-70% комков и 10-15% пыли.

При работе машин различных типов степень крошения почвы колеблется от 35 до 90%, однако вероятность обработки всего поля с требуемой степенью крошения составляет лишь 20-25% из-за широкого варьирования её физико-механических свойств. Действие рабочих органов большинства почвообрабатывающих орудий можно свести к работе двух- и трехгранного клина в почве, который в общем случае служит для разрушения почвы.

Плуг остается орудием, грубо крошащим почву, в то же время он в достаточной мере хорошо мобилизует то крошение, которое совершалось в почве под влиянием попеременного увлажнения, высыхания почвы, замораживания и оттаивания, работы землероев и червей, обитающих в почве, и деятельности корневых систем растений. Отрезая пласт почвы лемехом, поднимая его на кривую поверхность отвала, плуг сжимает пласт. При распределении сжатого и слегка перекрученного пласта на поле это дополнительное переуплотнение переводит почву в состояние, близкое к рыхлоструктурному.

11.2 Понятие обработки почвы

Обработка почвы - это механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий, с целью создания оптимальных условий для культурных растений путем направленного изменения ее водно-воздушного, теплового и питательного режимов, а также поддержания хорошего фитосанитарного состояния.

Обработка почвы имеет важное значение в повышении эффективного плодородия почвы, является одной из важнейших дорогостоящих производственных операций в земледелии.

С её помощью достигаются следующие цели:

- придание почве мелкокомковатого структурного состояния и оптимального для растений сложения почвы, при котором создавались бы благоприятные для роста растений и микрофлоры условия водного, воздушного, питательного и теплового режимов;

- поддержание хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов;
- предотвращение эрозионных и деградационных процессов в почве;
- сохранения потенциального плодородия почвы.

Правильная обработка почвы оказывает положительное влияние на сложение пахотного слоя, на водопрочность структуры, ее водный, воздушный и тепловой режимы, на биологические и биохимические процессы, способствует уничтожению сорной растительности, вредителей и болезней.

Нарушение технологии обработки почвы ведет к усиленным окислительным процессам и, в конечном итоге, к потере гумуса, вызывает уплотнение и переуплотнение почвы, формирование так называемой «плужной подошвы», разрушение структуры, а это вызывает изменение в неблагоприятную для культурных растений сторону водного, воздушного, теплового и питательного режимов. И все это приводит к явлениям эрозии и дефляции.

Механическая обработка почвы требует больших материальных и финансовых затрат. Поэтому совершенствование приемов и систем обработки почвы в разрезе зон с целью снижения кратности и глубины обработки является одной из важнейших задач земледелия.

При низком уровне интенсификации земледелия (недостаточном применении удобрений, пестицидов, мелиорантов, орошения и т.п.) доля обработки почвы в создании урожайности составляет 15-20%; при высоком - не превышает 8-12%. Следовательно, в последних условиях воздействие на почву можно минимализировать и роль обработки свести к технологическим функциям: заделка удобрений, мелиорантов, гербицидов, семян и т. д.; главная задача же будет заключаться в поддержании воспроизводства плодородия, регулировании водного режима и защите почвы от эрозии.

11.3 Основные задачи обработки почвы

Основными задачами обработки почвы являются:

- изменение строения пахотного слоя почвы и ее структурного состояния с целью создания благоприятного водно-воздушного и теплового режимов для роста и развития культурных растений;
- усиление биологической активности, пищевого режима почвы, круговорота питательных веществ путем извлечения их из более глубоких горизонтов;
- уничтожение сорных растений, очищение почвы от их семян и вегетативных органов размножения; вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур;
- заделка в почву растительных остатков, органических и минеральных удобрений;
- лишение жизнеспособности многолетней растительности при обработке целинных и залежных земель, пласта многолетних трав;
- создание условий для заделки семян культурных растений на оптимальную глубину и их дружного прорастания;
- защита почвы от эрозии и дефляции.

11.4 Способы механической обработки почвы

Способ механической обработки почвы – это характер и степень воздействия рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий на сложение, генетическую и антропологическую разнокачественность обрабатываемого слоя почвы в вертикальном направлении.

Различают четыре способа обработки почвы.

Отвальный способ – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на почву с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя, с целью изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением и перемешиванием, подрезанием подземных и заделкой надземных органов растений и удобрений в почву (табл. 18).

Таблица 18 – Преимущества и недостатки отвальной обработки почвы

Преимущества	Недостатки
• Качественное заделывание в почву органических и минеральных удобрений, растительных остатков, их быстрая минерализация, уничтожение инфекционных начал и вредителей • Интенсивная аэрация пахотного слоя почвы, что активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, которые своими продуктами угнетают патогенную микрофлору • Эффективная борьба с сорняками, в том числе с корневищными и корнеотпрысковыми • Эффективная борьба с вредителями, болезнями, мышевидными грызунами	• Нанесение вреда почвенным организмам животным • Ежегодный вынос на поверхность семян сорняков, которые усложняют фитосанитарное состояние почвы • Ухудшается водный режим почвы, что отрицательно сказывается на устойчивости растений к вредителям и болезням

Безотвальный способ – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий или машин на почву без изменения расположения генетических горизонтов и дифференциации обрабатываемого слоя по плодородию в вертикальном направлении, с целью рыхления почвы, подрезания подземных, сохранение надземных органов растений на поверхности почвы (табл. 19).

Таблица 19 – Преимущества и недостатки безотвальной обработки почвы

Преимущества	Недостатки
• На поверхности почвы остаются растительные остатки, которые предотвращают эрозию и дефляцию • Интенсивная аэрация обработанного слоя почвы активизирует деятельность почвенных сапрофитных микроорганизмов, которые своими продуцентами угнетают патогенную микрофлору • Накапливается в почве и подпочве большое количество продуктивной влаги, которая способствует нормальному ходу процессов метаболизма выращиваемых растений, что повышает их защитные функции в борьбе с вредителями и болезнями • Эффективная борьба с мышевидными грызунами	• Семена сорняков остаются в основном на поверхности почвы и в дальнейшем при проведении технологических операций по обработке почвы заделываются в нее и дают массовые всходы во время вегетации культур • В борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми сорняками проявляется низкая эффективность, иногда наблюдается даже увеличение их численности • Малоэффективно в борьбе с болезнями и вредителями. • Инфекция грибного и бактериального происхождения с растительных остатков распространяется на всходы культуры

При этом способе на поверхности почвы сохраняется стерня. Разновидностью этого способа является поверхностная обработка почвы (табл. 20).

Таблица 20 – Преимущества и недостатки поверхностной обработки почвы

Преимущества	Недостатки
• Семена сорняков остаются на поверхности почвы или в ее верхнем слое, что вызывает их массовые всходы и последующее уничтожение • Сохраняется микрофлора • Сохраняются дождевые черви • Наличие в почве большого количества влаги повышает устойчивость культуры к возбудителям болезней и вредителям • Частично или полностью предотвращает эрозию и дефляцию, что исключает занос семян и инфекции на соседние территории • Своевременное проведение обработки почвы и выполнение технологических операций в оптимальные сроки	• Сравнительно низкая эффективность в борьбе с корнеотпрысковыми сорняками • Малоэффективная борьба с вредителями и болезнями • Растительные остатки с инфекционным началом остаются в верхнем слое почвы и заражение патогенном происходит на ранних стадиях развития культуры • В борьбе с сорной растительностью обязательно применение гербицидов • Малоэффективная борьба с мышевидными грызунами

Перемешивающий (роторный) способ – воздействие на почву вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий или машин с целью устранения дифференциации обрабатываемого слоя по сложению и плодородию активным крошением и тщательным перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений, с образованием гомогенного (однородного) слоя почвы.

Комбинированные (отвально-безотвальные) способы – различные сочетания по горизонтам и слоям почвы, и также срокам осуществления безотвального, отвального и роторного способов обработки.

Применение того или иного способа обработки обусловлено ее задачами, погодными условиями, типом почвы и степенью ее окультуренности, требованиями возделываемых культур.

11.5 Технологические операции при обработке почвы

Механическое воздействие на почву почвообрабатывающими орудиями, в результате которого происходит подрезание пласта, крошение, разрыхление, уплотнение ниже лежащего слоя почвы, называют **технологическими операциями**.

Оборачивание почвы – это взаимное перемещение слоев (горизонтов) почвы в вертикальном направлении. Цель оборачивания – заделка в почву надземных остатков растений, дернины, удобрений, семян и вегетативных органов сорняков, болезнетворных начал, вредителей сельскохозяйственных культур.

Причиной оборачивания является дифференциация почвы пахотного слоя по плодородию, которая сильно выражена в увлажненных районах при низкой культуре земледелия.

Дифференциация происходит под воздействием осадков, солнечной инсоляции, передвигающейся по полю сельскохозяйственной техники. Как правило, верхняя часть почвы становится более распыленной и уплотненной по сравнению с нижней. При оборачивании эта часть почвы сбрасывается на дно борозды, а наверх перемещается нижний оструктуренный слой. Нижние слои почвы имеют лучшие физические свойства и практически не имеют семян сорняков. Верхние части пахотного слоя имеют большое количество питательных веществ, чем нижние. Попадая в нижние слои, питательные вещества верхнего слоя лучше используются корневой системой растения.

Частота оборачивания почвы и глубина перемещения пахотного и подпахотного слоев должны меняться в зависимости от природных условий, засоренности полей, особенно корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, и возделываемых культур.

Но оборачивание почвы не всегда полезно. В засушливых условиях в весенне-летнее время при перемещении более влажного слоя на поверхность почвы последняя быстро высыхает и легко поддается дефляции, что приводит к резкому снижению плодородия почвы.

Оборачивание почвы осуществляется отвальными орудиями: плугами, луцильниками.

Рыхление – это изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с образованием более крупных пор. Рыхление увеличивает пористость и аэрацию почвы. В разрыхленной почве улучшается водный и воздушный режимы, усиливается деятельность почвенной биоты, активнее идут процессы разложения органических веществ, в результате которых накапливаются в почве питательные элементы, доступные для растений.

Особое значение рыхление имеет для более глубокого проникновения корневой системы растений. При мощном развитии корневой системы растений в разрыхленном слое она способна в большем количестве и на большую глубину проникать в более плотные подпахотные слои почвы, что играет существенную роль в обеспечении растений водой и питательными веществами.

Каждая сельскохозяйственная культура требует определенной оптимальной рыхлости почвы. Пропашные культуры: свекла, кукуруза, картофель – требуют более разрыхленной почвы, культуры сплошного сева: пшеница, ячмень, овес – требуют более плотной почвы.

Выпадение осадков, передвижение по полю сельскохозяйственной техники способствуют уплотнению почвы, поэтому рыхление должно периодически повторяться, количество рыхлений зависит от типа почвы, ее гранулометрического состава, оструктуренности, степени и характера засоренности полей и возделываемых культур.

Рыхление почвы осуществляется плугами, дисковыми и зубовыми боронами, луцильниками, культиваторами, дискаторами, фрезами и другой сельскохозяйственной техникой.

Крошение – это разрушение крупных комков и глыб на более мелкие отдельности для меньшего испарения влаги, лучшего контакта с почвой семенного материала, лучшей аэрации почвы, предотвращения явлений дефляции и эрозии.

Крошение почвы происходит при работе практически всех почвообрабатывающих орудий. При интенсивной необоснованной обработке почвы крошение сопровождается образованием в большом количестве пылевидной фракции, которая легко выдувается и вымывается из почвы, то есть приводит к дефляции и эрозии.

Перемешивание – это изменение взаимного расположения почвенных отдельностей и всего, что в ней имеется: растительных остатков, органических и минеральных удобрений, гербицидов, - обеспечивающее однородное состояние обрабатываемого слоя почвы. Перемешивание создает в почве условия для лучшей минерализации органических веществ и более полного использования труднодоступных питательных веществ за счет активизации в пахотном слое деятельности микроорганизмов.

Перемешивание почвы не допускается на эрозионно- и дефляционно опасных полях, при оставлении после обработки стерни на поверхности поч-

вы, при послойном и локальном внесении органических и минеральных удобрений. Перемешивание почвы осуществляется фрезами, дисковыми лущильниками и боронами, культиваторами, плугами без предплужников и т.д.

Уплотнение – это процесс, необходимый для изменения взаиморасположения почвенных отдельностей с образованием мелких пор. В результате уплотнения почвы осуществляется более тесное размещение почвенных агрегатов, увеличивается капиллярная и уменьшается некапиллярная и общая пористость.

Уплотнение до посева культур, особенно мелкосемянных, эффективно в засушливых условиях, особенно на почвах легкого гранулометрического состава. С одной стороны, этот приём выравнивает поверхность почвы и обеспечивает заделку семян на одинаковую глубину. С другой стороны, уплотнением добиваются создание твердого ложа для семян сельскохозяйственных культур, что обеспечивает более благоприятные условия для их прорастания.

Послепосевное уплотнение способствует лучшему соприкосновению семян с почвенными частицами; в уплотненном слое создаются капилляры и за счет менисковых сил к семенам, лучше подтягивается влага, поэтому семена в таких условиях быстрее дают дружные всходы. Вследствие этого всходы культуры на несколько дней появляется раньше и увеличивается полевая всхожесть семян.

Уплотнение почвы проводят катками с различной рабочей поверхностью и другими орудиями.

Выравнивание - устранение неровностей поверхности почвы. При этом создаются условия для качественного посева и ухода за посевами. На поле с невыровненной поверхностью практически невозможно добиться равномерности заделки семян: одни заделываются глубоко, другие мельче или даже остаются на поверхности почвы. В таком случае появляются недружные всходы и изреженные, что уже заведомо ведет к недобору урожая. Гребнистая или глыбистая поверхность почвы испаряет влаги больше, чем выровненная. Поэтому при весенне-летних обработках почвы, особенно в засушливых условиях, одновременно с пахотой, культивацией или лущением необходимо проводить боронование, шлейфование или прикатывание. Выровненность поля и мелкокомковатое состояние почвы положительно влияет на ее тепловой режим.

Выравнивание осуществляют шлейфами, волокушами, боронами, катками; для этой цели могут быть использованы грейдеры, бульдозеры и планировщики.

Подрезание сорняков осуществляется обычно одновременно с рыхлением, оборачиванием и перемешиванием почвы при вспашке, лущении и других операциях или для этого используют специальные культиваторы.

Создание микрорельефа путем **профилирования** - нарезки борозд, гребней, гряд проводится в зоне избыточного увлажнения для отвода воды, регулирования воздушного, теплового и питательного режимов почвы, со-

хранения ее от эрозии, увеличения мощности пахотного горизонта. На тяжелых почвах при переувлажнении складываются неблагоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур – нехватка кислорода, избыток углекислоты, недостаток питательных веществ из-за замедленных микробиологических процессов. Переувлажненные почвы тяжелого гранулометрического состава весной долго остаются холодными, то есть плохо прогреваются. Поэтому нарезка борозд, гребней и гряд позволяет увеличить мощность пахотного слоя и коренным образом улучшить обеспеченность растений факторами жизни – водой, теплом, воздухом и питательными веществами.

Эти работы выполняют с помощью бороздоделателей, окучников, грядоделателей, приспособлений к плугам.

11.6 Приемы механической обработки почвы

Однократное воздействие на почву различными почвообрабатывающими орудиями тем или иным способом с целью осуществления одной или нескольких технологических операций на определенную глубину называют **приемом обработки почвы**.

В зависимости от глубины обработки почвы, выделены пять групп приемов. При этом следует принимать во внимание тот факт, что эта группировка носит относительный характер, а границы групп подвижны.

1. Приемы поверхностной обработки почвы до 8 см глубины.

Боронование осуществляет крошение, рыхление, перемешивание и выравнивание поверхности почвы, повреждение и уничтожение проростков и всходов сорняков.

Его применяют в системе предпосевной обработки почвы или как прием ухода за посевами культур, парами, пастбищами и многолетними травами. Боронование можно проводить отдельно или одновременно со вспашкой, культивацией, посевом и другими приемами. Например, предпосевное боронование чаще всего совмещают с культивацией и применяют его для рыхления и выравнивания почвы, заделки удобрений и подготовки ложа для семян.

Ранневесеннее боронование зяби и черного пара обеспечивает хорошее рыхление почвы и выравнивание поверхности пашни. В результате этого в верхнем слое почвы нарушаются капиллярные связи, создается рыхлый мульчирующий слой, который защищает воду от испарения.

Послепосевное довсходовое боронование уничтожает 70-80% всходов малолетних сорняков, разрушает почвенную корку, создает благоприятные условия для появления дружных всходов растений.

Ранневесеннее боронование озимых, повсходовое боронование пропашных культур и многолетних трав применяют для разрушения почвенной корки, улучшения аэрации и активизации микробиологических процессов в основном на почвах тяжелого гранулометрического состава. Этот прием хорошо уничтожает всходы малолетних сорняков.

Этот прием осуществляется различными видами борон: зубовыми, сетчатыми, игольчатыми, ротационными и другими.

Чтобы не повреждать растения, боронование всходов проводят в один след в дневные часы с использованием зубовых легких, средних и сетчатых борон. Зубовыми тяжелыми боронами рыхлят почву до глубины 8-10 см, средними — 4-6 см, а легкими посевными — 2-3 см. Лучшим сроком обработки является физическая спелость почвы, наступающая при влажности 60-80% НВ. Для лучшего рыхления и выравнивания почвы боронование проводят поперек рядков посева или по диагонали поля.

В районах ветровой эрозии при почвозащитной (плоскорезной) системе обработки почвы широко используют игольчатые бороны. Для неглубокого рыхления и разрезания дернины с целью улучшения аэрации почвы, заделки удобрений при уходе за лугами и пастбищами применяют навесные луговые и пастбищные бороны.

Культивация — это проведение крошения, рыхления, перемешивания, выравнивания и подрезания корней сорняков. Осуществляется прицепными и навесными культиваторами с различными рабочими органами: универсальными стрелчатыми, рыхлительными, плоскорезными, долотообразными, пружинными, штанговыми и другими лапами, игольчатыми дисками ит.д.

Культиваторы с универсальными стрелчатыми и долотообразными рабочими органами хорошо рыхлят почву, а с плоскорезными — подрезают сорняки. Пружинные культиваторы используют для рыхления почвы и вычесывания корневищ сорняков на поверхность. Культиваторы с игольчатыми дисками хорошо разрушают почвенную корку, рыхлят почву и уничтожают всходы сорняков.

В результате рыхления почвы, крошения глыб и крупных комков при культивации на поверхности создается рыхлый слой почвы. Это улучшает водный и воздушный режимы, ускоряет прогревание почвы, усиливает микробиологическую деятельность и создает благоприятные условия для накопления доступных растениям питательных веществ, роста культур.

Культивацию проводят на глубину 5-12 см, чаще с одновременным боронованием.

Сплошную культивацию осуществляют для предпосевной подготовки почвы, в системе зяблевой обработки почвы, по уходу за чистыми и кулисными парами, при обработке почвы в садах.

Предпосевная культивация обеспечивает заделку минеральных удобрений, гербицидов и создает семенное ложе. Операцию проводят на глубину посева семян (4-6 см) или с учетом усадки почвы несколько глубже, особенно при орошении. Ее осуществляют поперек направления вспашки, по диагонали поля или поперек направления предшествующих обработок.

В районах ветровой эрозии применяют противозерозионные культиваторы-плоскорезы с плоскорезными рабочими органами. Они обрабатывают почву на глубину 8-16 см с оставлением до 80% стерни и растительных остатков на поверхности поля, что позволяет уменьшить испарение почвенной

воды и защитить почву от выдувания. Такие орудия используют для предпосевной подготовки почвы, ухода за парами, для осенней безотвальной обработки на глубину 10-16 см. Широко применяются тяжелые противоэрозионные культиваторы, снабженные пружинными упругими стойками лап, которые во время работы вибрируют и хорошо рыхлят уплотненную почву и при этом не забиваются растительными остатками. Культиваторы-плоскорезы используют при подготовке почвы под озимые культуры, уходе за чистыми парами и в системе осенней обработки почвы.

Междурядную культивацию проводят для рыхления почвы и подрезания сорняков в междурядьях пропашных культур. Для междурядной обработки используют универсальные культиваторы-растениепитатели, которые одновременно с обработкой вносят в почву минеральные удобрения.

Шлейфование – выравнивание поверхности почвы орудиями, состоящими из нескольких рядов брусьев, соединенных цепочками с зубьями на переднем бруске или с ножом-скребком с регулятором наклона.

Шлейфование проводят весной для предпосевного выравнивания предварительно вспаханной почвы, весеннего боронования зяби с целью закрытия влаги, выравнивания почвы после культивации, в летне-осенний период по уходу за чистыми парами и в условиях орошения. На хорошо оструктуренных почвах оно заменяет боронование. Шлейфование осуществляют шлейфами, шлейф-боронами.

Дискование проводится дисковыми боронами с вращающимися сферическими дисками. Они крошат, рыхлят, частично оборачивают и перемешивают почву, подрезают сорняки и заделывают семена сорняков в почву. Эффективно на полях из-под многолетних трав, залежных землях, на тяжелых почвах. На переувлажненных почвах оно заменяет зяблевую вспашку.

Лушение – прием обработки почвы, обеспечивающий рыхление, перемешивание, частичное оборачивание, выравнивание и уплотнение поверхности почвы, а также подрезание сорняков.

При лушении заделывают часть стерни, а вместе с ней семена сорняков во влажный слой почвы и тем самым создают благоприятные условия для их прорастания. Всходы и проростки сорняков затем легко уничтожают последующими обработками. Лушением частично уничтожают вредителей, возбудителей болезней, обитающих на стерне. С помощью лушения на поверхности поля создают рыхлый, мульчирующий слой почвы, который защищает почвенную влагу от испарения. Лушение пересохшей плотной почвы после уборки зерновых культур обеспечивает хорошее качество последующей вспашки и облегчает ее проведение, не допуская дальнейшего иссушения.

Различают лушение жнивья, проводимое после уборки зерновых, зернобобовых и других культур сплошного посева, и лушение почвы. Для лушения жнивья используют дисковые луцильники с плоскими и сферическими (вогнутыми) дисками. Они хорошо разрезают горизонтально расположенные корневища и отпрыски корней многолетних сорняков, стимулируя их прорастание.

Глубина лущения зависит от типа засоренности, влажности почвы в момент обработки и предшественника. При засоренности малолетними сорняками глубина работы дисковых лущильников составляет 4-5 см, корневищными — до 8-10 см. Лущат жнивье поперек направления движения уборочных агрегатов.

Для лущения почвы полей, особенно засоренных корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, используют дисковые тяжелые бороны и лемешные лущильники. Они хорошо подрезают сорняки и оборачивают верхний слой почвы на большую глубину (до 12-16 см). Эти орудия применяют для предпосевной обработки почвы как прием ухода за чистыми парами, садами, а также в системе зяблевой и полупаровой обработок, на почвах тяжелого гранулометрического состава.

Прикатывание обеспечивает крошение глыб, комков, выравнивание и уплотнение поверхности почвы.

При иссушении почвы и снижении ее влажности ниже 60-70% ПВ в рыхлой почве преобладает интенсивное диффузное испарение. Оно приводит к потере влаги (до 30-40 т воды с 1 га ежедневно) на физическое испарение. Прикатывание создает уплотненную прослойку в верхнем слое почвы, которая прерывает капиллярность, а следовательно, и конвекционно-диффузный ток воды, что существенно снижает физическое испарение воды.

Предпосевное прикатывание уменьшает излишнюю рыхлость поверхностного слоя почвы, улучшает ее прогревание и обеспечивает равномерную глубину заделки семян мелкосеменных культур.

Послепосевное прикатывание в сухую погоду улучшает контакт семян культурных растений с твердой фазой почвы, увеличивает капиллярный приток влаги к семенам, ускоряя их прорастание. Всходы, например, зерновых на прикатанной почве появляются на 3—4 дня раньше по сравнению с неприкатанной.

Прикатывание защищает почву от выдувания; его используют для уничтожения ледяной корки на посевах озимых культур и при выпирании растений в начале весны.

Как самостоятельный прием прикатывание применяют до и после посева культур или в сочетании с различными приемами обработки почвы (вспашкой, культивацией, боронованием), при весенней перепашке зяби, обработке паров. Часто прикатывание почвы проводят одновременно с посевом культур, для уплотнения вспаханных торфяников и вновь осваиваемых земель, а также перед запахиванием сидератов.

Для прикатывания минеральных почв используют гладкие водоналивные катки, кольчато-зубчатые, кольчато-шпоровые, кольчатые и другие. Водоналивные гладкие катки сильнее уплотняют почву, поэтому для рыхления поверхностного слоя их агрегируют с легкими боронами. Кольчато-зубчатые катки хорошо выравнивают поверхность поля, уплотняют почву до глубины 7 см и одновременно рыхлят ее на глубину 4 см. Их можно применять для предпосевного прикатывания, а отдельные секции — в агрегате с

культиваторами, зерновыми сеялками. Для разрушения почвенной корки на посевах используют навесные борончатые катки.

Профилирование – нарезка борозд, гребней, гряд на поверхности почвы. Проводится окучниками-бороздорыхлителями, культиваторами-гребнеобразователями, бороздорезами-профелеобразователями, грядоделателями.

Окучивание – междурядная обработка пропашных культур с приваливанием к основанию их стеблей почвы рабочими органами культиваторов – окучников с целью борьбы с сорной растительностью и формированием культурными растениями дополнительных корней.

2. Приемы мелкой обработки почвы – это воздействие почвообрабатывающими орудиями на глубину 8-16 см.

Комбинированная агрегатная обработка почвы – совмещение в одном проходе агрегата нескольких технологических операций.

Например, агрегат АКП-2,5 (5) выполняет рыхление верхнего слоя почвы на глубину 6-8 см игольчатыми или дисковыми рабочими органами, рыхление нижнего слоя плоскорезом на глубину 10-16 см и подрезание сорняков, выравнивание поверхности и дробление глыб, а также уплотнение нижних и рыхление верхних слоев почвы катком-рыхлителем и волокушей; применяется для основной обработки почвы; требует предварительного лущения и предпосевной обработки почвы для уничтожения всходов сорняков.

Агрегаты РВК-3,6, РВК-5,4 и РВК-7,2 предназначены для совмещения операций предпосевной обработки почвы; рыхлят почву на глубину до 12 см, измельчают, выравнивают и уплотняют верхний слой.

Фрезерование — прием обработки почвы, обеспечивающий интенсивное рыхление, тщательное ее перемешивание. В основу работы фрезы положен роторный принцип: слои почвы захватываются ножами, укрепленными на горизонтально вращающемся барабане, и с силой отбрасываются к защитному кожуху. В результате почва крошится на мелкие комочки, хорошо рыхлится, перемешивается. За один проход фрезы можно качественно подготовить почву для посева, поэтому этой обработкой заменяют вспашку, культивацию и другие приемы рыхления почвы.

Глубина фрезерной обработки под пропашные культуры составляет 15-20 см, а под зерновые — 8-12 см. Фрезерование — эффективный прием для междурядной обработки садов, ягодников, пропашных культур.

Часто фрезерование совмещают с другими приемами: внесением удобрений, применением гербицидов, посевом культур, выравниванием и прикатыванием почвы. Примером может служить комбинированный посевной агрегат для зерновых культур КА-3,6 (фреза + зерновая сеялка).

Для фрезерования почвы используют садовые, полевые, болотные фрезы.

Этот приём при нормальной влажности почвы обеспечивает высокую степень крошения почвы без образования глыб, переувлажненной почвы перед посевом вызывает ее заплывание. Длительное применение фрезерной

обработки почвы в полевых севооборотах повышает засоренность посевов, особенно корневищными и корнеотпрысковыми сорняками.

3. Приемы обычной (средней) обработки почвы на глубину 17-24 см.

Безотвальное рыхление (безотвальная обработка почвы) - крошение и рыхление почвы без оборачивания. Этот прием производится обычными плугами со снятыми отвалами, плугами без отвалов, плугами-глубококорыхлителями, чизельными плугами, чизель-культиваторами с доло-тообразными лапами. Приём широко применяют в условиях недостаточного увлажнения, в районах, подверженных ветровой эрозии. При такой обработке почву рыхлят с оставлением до 50% стерни на поверхности поля.

Однако безотвальная обработка имеет и отрицательные стороны, в первую очередь это ухудшение фитосанитарного состояния почвы.

Вспашка – это прием отвальной обработки почвы, при которой происходит оборачивание, крошение, рыхление, частичное перемешивание почвы, подрезание сорняков и заделка в почву растительных остатков, удобрений, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей культурных растений.

Вспашка с оборотом почвы на 180° называется оборотом пласта; с оборотом 135° и укладкой пластов под углом 45° к горизонту – взметом пласта; вспашку плугом с культурной формой отвала и с предплужниками называют культурной.

Вспашка проводится обычными плугами: навесными, полунавесными, прицепными, оборотными.

Интенсивность крошения и степень оборачивания пласта зависят от конструкции корпуса плуга, формы отвала и скорости движения агрегата. Плуги с винтовыми и полувинтовыми отвалами наиболее полно оборачивают пласт, но слабо его крошат. Поэтому их применяют для вспашки тяжелых по гранулометрическому составу и задернелых почв, многолетних трав и вновь осваиваемых земель. Используемые для культурной вспашки старопахотных земель плуги хорошо крошат, оборачивают пласт и заделывают растительные остатки.

Существуют комбинированные агрегаты с функцией вспашки. Например, агрегат ПКА-2 состоит из навесного плуга, шлейф балки, установленной сбоку корпусов под углом к направлению движения плуга и катка-комкодробителя; агрегат предназначен для подготовки почвы под зерновые и пропашные культуры. При работе агрегата корпуса плуга оборачивают пласт. Шлейф-балка выравнивает гребнистую и глыбистую поверхность пашни и одновременно дробит малопрочные комья почвы. Каток-комкодробитель интенсивно дробит глыбы и уплотняет взрыхленную плугом почву. Активному дроблению способствует расстановка кольчатых дисков катка в шахматном порядке.

4. Приемы глубокой обработки – это периодическое воздействие почвообрабатывающими орудиями на почву на глубину 25-40 см.

Вспашка – прием отвальной обработки почвы, обеспечивающий оборот пласта, крошение, рыхление почвы, подрезание подземных и заделку в почву

надземных растительных остатков, удобрений, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей обычными плугами с предплужниками на глубину 25-35 см.

Плоскорезная обработка – прием безотвальной обработки почвы, обеспечивающий крошение, рыхление почвы и подрезание подземных органов растений на глубину до 25-30 см плоскорезами с сохранением на поверхности почвы до 80-90% стерни.

Приём чаще применяют в районах ветровой эрозии и в засушливых условиях.

Несмотря на высокую почвозащитную эффективность плоскорезной обработки, она усиливает засоренность и ухудшает фитосанитарное состояние почвы.

Вспашка с почвоуглублением – прием комбинированной обработки почвы, выполняющий те же технологические операции, что и обычная вспашка, но с дополнительным безотвальным рыхлением нижележащего слоя почвы с помощью почвоуглубительных стрельчатых лап на глубину 30-35 см (вспашка 20 см + рыхление 10-15 см).

Двухъярусная вспашка — глубокая (35-40 см) обработка почвы; имеет варианты:

- с оборачиванием верхней части пахотного слоя и одновременным рыхлением нижней части;
- взаимным перемещением в вертикальном направлении верхнего и нижнего слоев;
- рыхление верхней части пахотного слоя и оборачивание нижней.

Такая вспашка обеспечивает глубокую заделку сорняков, дернины, растительных остатков, что замедляет их разложение. При глубокой запашке семян сорняков, зимующих в стерне куколок, спор грибов пораженность культур снижается на 60-70%. Двухъярусную вспашку применяют при окультуривании дерново-подзолистых почв, распашке пласта многолетних трав, при подготовке почвы под технические культуры. Выполняют ее двух- и трехъярусными плугами, плугами с вырезными корпусами.

Чизелевание (глубокое безотвальное рыхление) - прием обработки почвы, обеспечивающий крошение, рыхление и частичное перемешивание без существенного нарушения генетического сложения почвы. Этот прием осуществляется чизельными плугами на глубину 35-45 см.

Кротование — агромелиоративный прием, обеспечивающий образование в подпахотных слоях на глубине 35—40 см дрен-кротовин диаметром 6-8 см на расстоянии 0,7-1,4 м друг от друга. Полости-кротовины служат для отвода лишней воды на переувлажненных почвах, улучшают аэрацию почвы, а на склоновых землях предотвращают сток воды и смыв почвы. Выполняют кротование одновременно со вспашкой специальными кротователями, установленными на корпусе плуга, или рыхлителями-кротователями. Этот прием эффективен на тяжелых переувлажненных почвах, при близком залегании грунтовых вод, на осушенных землях.

5. Приемы сверхглубокой обработки – это периодическое воздействие на почву специальными почвообрабатывающими орудиями с целью коренного изменения генетического сложения почвы и без его нарушения на глубину более 40 см.

Плантажная вспашка – прием двухслойной отвальной обработки с установкой рабочих органов в двух уровнях (например, 25+25), при котором происходит перемешивание верхней и нижней части обрабатываемого слоя почвы, крошение, рыхление, подрезание подземных и заделка в почву надземных растительных остатков, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей культурных растений, причем слои между собой могут не смешиваться. Проводится плантажными плугами на общую глубину до 50-60 см.

Плантажную вспашку проводят при окультуривании песчаных почв, под плодовые насаждения, лесопосадки. При этом создаются благоприятные условия для глубокого проникновения корней и роста растений. Для послойной обработки на плантажных плугах устанавливают почвоуглубители, вырезные корпуса, двойные корпуса на разных уровнях и другие глубокорыхляющие рабочие органы.

Трехъярусная вспашка — сверхглубокая обработка почвы на глубину 40-50 см с частичным или полным перемещением трех слоев (горизонтов): пахотный слой после оборачивания остается на поверхности, а подзолистый и иллювиальный горизонты меняются местами. Выполняется она трехъярусными навесными плугами. Корпуса этих плугов устанавливают в три яруса для послойной обработки трех слоев и в пахотный слой вовлекается почва нижних горизонтов. Такая обработка обеспечивает хорошее рыхление и крошение почвы при делении пласта на две части, глубокую заделку растительных остатков и семян сорняков. Это в 2-3 раза снижает засоренность поля, создает благоприятные условия для биологических процессов и накопления влаги. Применяют трехъярусную вспашку под технические культуры при окультуривании дерново-подзолистых почв.

Щелевание — глубокое прорезание почвы с помощью щелевателей с целью повышения водопроницаемости, накопления воды и улучшения аэрации. Щелевание — эффективный прием борьбы с водной эрозией на склоновых землях, так как уменьшает сток воды и смыв почвы. При движении агрегата поперек склона щелеватель нарезает в почве щели шириной 3-5 см, глубиной 40-60 см с расстоянием между щелями 70-140 см, а на пологих склонах до 2 м. Специально оборудованные устройства заполняют щели рыхлой почвой со стерней и одновременно образуют над щелью водозадерживающие валики. Это позволяет обеспечить хорошую сохранность щелей до весны. На посевах озимых культур, многолетних трав, пастбищах осеннее щелевание по мерзлой (до 5-7 см) почве предупреждает гибель растений от вымокания и существенно повышает урожайность. Щелевание можно проводить одновременно со вспашкой переоборудованными плугами, плоскорезами-глубокорыхлителями и другими орудиями.

11.7 Основная обработка

Основная обработка — это наиболее глубокая сплошная обработка почвы после уборки предшественника под определенную культуру, существенно изменяющая сложение большей части пахотного слоя. Её чаще всего выполняют тремя способами: отвальным с частичным или полным оборачиванием пласта; безотвальным с рыхлением почвы без оборота пласта; с перемешиванием почвы всего обрабатываемого слоя или его части. Для выполнения основной обработки почвы используют лемешное лушение, безотвальное рыхление, глубокую плоскорезную обработку, фрезерование, чизелевание, а чаще всего в Нечерноземной зоне различные варианты вспашки.

Наиболее часто основная обработка проводится в условиях избыточного увлажнения, более редко — в засушливых районах на хорошо оструктуренных, плодородных почвах.

Полная оценка качества вспашки включает следующие показатели: глубина пахоты и ее равномерность, гребнистость поверхности, крошение почвы и глыбистость, вспушенность, степень заделки минеральных и органических удобрений, растительных остатков культурных и сорных растений, степень оборачиваемости пласта, прямолинейность обработки, качество выполнения свального гребня и развальной борозды, качество запашки поворотных полос и краев поля.

Глубина вспашки зависит от зональных особенностей, мощности пахотного слоя и типа почвы, биологических особенностей культуры и от других причин. На дерново-подзолистых почвах вспашку проводят на глубину 20-25 см.

Срок проведения вспашки определяется почвенно-климатическими условиями, увлажнением почвы и особенностями возделываемых культур. Под яровые культуры зяблевую обработку проводят после уборки предшественников, весновспашку — при физической спелости почв, а при возделывании озимых — за 3-4 недели до посева.

Организация работы при вспашке поля включает подготовку поля, выбор направления вспашки, способы движения агрегата и работу агрегата при вспашке загона. Подготовка поля включает очистку от камней, соломы, растительных остатков стеблей, выравнивание поверхности поля, разбивку его на загоны (участки), отбивку поворотных полос, пропашку контрольных борозд и свальных гребней. Направление и способ движения агрегата при вспашке определяются размерами, конфигурацией поля, длиной гона, уклоном поля и другими условиями. На простых склонах пахут в направлении, перпендикулярном склоновому стоку, на сложных склонах — по контурам (контурная вспашка). На выровненных полях вспашку проводят в направлении, перпендикулярном предыдущей вспашке, а в районах ветровой эрозии — перпендикулярно господствующим ветрам. На почвах избыточного увлажнения при небольшом уклоне (1-2°) поля пахут вдоль склона, а при большем уклоне — по диагонали поля для более равномерного стока излиш-

ней воды. Перед вспашкой поле разбивают на загоны (участки) с параллельными сторонами, что позволяет обеспечить прямолинейное движение агрегата. Линию первого прохода агрегата отмечают вешками.

Ширину загона устанавливают в зависимости от длины гона, числа корпусов на плуге и способа движения агрегата. С учетом этих показателей ее определяют по справочным таблицам или по графику. На концах поля отбивают поворотные полосы для разворота агрегата. Для тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 с трехкорпусным плугом ширина составляет 9-12 м, для тракторов ДТ-75, Агромаш 90ТГ с четырехкорпусным плугом — 12-15, а для тракторов К-744 — 24-30 м. Далее последовательность работ определяется типом плуга: обыкновенным или оборотным. При использовании первого после разбивки поля на всех нечетных загонах проводят вспашку свального гребня. Чаще всего ее выполняют методом отпашки за три прохода агрегата. При первом проходе плуг настраивают так, чтобы первый корпус шел по поверхности поля, а последний пахал на заданную глубину. Для второго прохода все корпуса плуга устанавливают на заданную глубину и ведут его так, чтобы первый корпус шел по следу предпоследнего и частично засыпал открытую борозду при первом проходе. Третьим проходом пахотного агрегата формируют невысокий свальный гребень в соответствии с агротехническими требованиями. При вспашке поля чаще всего применяют следующие способы движения агрегатов: петлевой с чередованием загонов всвал и вразвал, комбинированный беспетлевой и беззагонно-круговой. Независимо от количества загонов на поле при петлевом способе нечетные загоны пахут всвал, четные — вразвал или наоборот. Если загон (участок) начинают пахать с середины, то в центре загона образуется свальный гребень, а по краям — борозды. Если вспашку начинают с периферии загона, то в середине загона образуется развальная борозда. При чередовании при вспашке загонов всвал и вразвал уменьшается количество свальных гребней и развальных борозд на поле.

На полях с короткой длиной гона применяют комбинированный беспетлевой способ движения агрегата, при котором первый загон пахут вразвал, пока возможен беспетлевой поворот, затем оставшуюся часть загона допахивают вместе с соседним загонем.

Беззагонно-круговой способ применяют на выровненных полях прямоугольной или квадратной формы площадью не менее 50 га. При этом способе вспашку проводят вкруговую, начиная с середины поля к периферии или наоборот. Вначале в центре поля отбивают загон, который пахут всвал. Затем при достижении ширины вспаханного загона 30-40 м его начинают пахать вкруговую с левым разворотом на углах загона. Этот способ вспашки обеспечивает ровную поверхность поля без свальных гребней и развальных борозд, высокую производительность агрегата при уменьшении расхода топлива. Ограничивают его применение сложность разбивки поля, неравномерность износа техники при постоянном левом развороте агрегата.

12 СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

12.1 Понятие о системе обработки почвы

В каждом отдельно взятом приеме обработки почвы выполняется одна или несколько технологических операций. Однако один прием не решает всех необходимых задач. Поэтому все приемы обработки почвы при возделывании культуры объединяют в системы.

Система обработки почвы - это совокупность приемов обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности и подчиненных решению ее главных задач применительно к почвенно-климатическим условиям. В зависимости от назначения, глубины воздействия и времени выполнения обработки подразделяют на три этапа: основную, предпосевную и послепосевную обработку.

Система обработки почвы видоизменяется в зависимости от ландшафтных условий (тип почвы, уклон поля, климат), засоренности полей, состояния почвы, вида предшественника и биологических особенностей культуры.

Все сельскохозяйственные культуры по срокам сева или посадки можно разделить на яровые и озимые. Для каждой из этих групп существует соответствующая система механической обработки почвы.

Система обработки под яровые культуры затрагивает однолетние культуры сплошного посева, пропашные культуры, сеяные многолетние травы, чистые или кулисные пары, промежуточные посевы.

Система обработки почвы под озимые культуры затрагивает чистые и занятые пары, непаровые культуры.

Системы обработки под отдельные культуры объединяют в более крупные единицы — технологические комплексы или системы обработки почвы в севообороте.

По способу основной обработки почвы под отдельные культуры системы подразделяют на отвальную, безотвальную, совмещенную, минимальную. Комбинированные системы включают два или более способа обработки. Например, если в севообороте применяют отвальную и чизельную обработки, но преобладает отвальная, то и систему называют отвально-чизельной. Если плоскорезная обработка почвы преобладает в севообороте и чередуется с отвальной, то систему следует называть плоскорезно-отвальной.

Изучение реакции культур на глубину основной обработки почвы в севооборотах и мощность пахотного слоя показало, что система обработки должна быть разноглубинной. Это обусловлено чередованием растений с разными мощностью и глубиной проникновения корневой системы, использованием влаги, питательных веществ и влиянием их на воспроизводство плодородия.

12.2 Принципы построения системы обработки почвы в севообороте

В основе построения системы обработки почвы в севооборотах лежат указанные ниже принципы.

Принцип разноглубинности обработки почвы. Он предусматривает обоснованное чередование глубокой, мелкой и поверхностной обработок в соответствии с условиями агроландшафта, биологическими требованиями культур, их отзывчивостью на глубину обработки и мощность создаваемого пахотного слоя. Так, культуры с мочковатой корневой системой (пшеница, рожь, тритикале, ячмень, овес), с преимущественным расположением её в верхних слоях недостаточно используют глубокие слои почвы и слабо реагируют на глубину обработки почвы. Поэтому при размещении этих культур в севооборотах, особенно на слабо засоренных многолетними сорняками землях, глубину обработки уменьшают до 10-12 см.

Растения со стержневой, глубокопроникающей корневой системой (горох, клевер, рапс, кормовые корнеплоды, картофель) хорошо отзываются на глубокую обработку. Они лучше используют подпахотные слои почвы, рыхляемые при глубокой обработке.

Следовательно, система обработки почвы в севообороте должна строиться на основе периодического чередования разноглубинных отвальных, чизельных и других обработок. При разноглубинной обработке хорошо рыхляется плужная подошва, поражаются семена и вегетативные органы размножения сорняков.

Принцип минимализации обработки почвы. Он применим в первую очередь на хорошо окультуренных, с высоким плодородием почвах с оптимальными для растений агрофизическими свойствами (плотностью сложения, аэрацией, хорошим структурным состоянием). К таким почвам можно отнести не только черноземные, каштановые, темно-серые, но соответствующие дерново-подзолистые почвы.

На хорошо оструктуренных почвах с высоким уровнем плодородия количество и глубину рыхлений можно сократить до минимума, а для борьбы с сорняками использовать гербициды. Мелкие и поверхностные обработки эффективны под озимые, яровые зерновые культуры и промежуточные посевы.

Лучшее качество предпосевной обработки предварительно вспаханной почвы обеспечивают комбинированные агрегаты, а при отсутствии вспашки — фрезы и фрезерные культиваторы.

При использовании комбинированных машин и орудий с различными рабочими органами (дисковыми, чизельными, роторными, плоскорежущими и другими) в сочетании с мульчированием почвы соломой и растительными остатками возможности минимализации существенно расширяются, особенно на эрозионно опасных агроландшафтах.

Минимализации обработки почвы позволяет уменьшить число проходов агрегатов по полю, сократить сроки выполнения работ, повысить производительность труда в 1,5-2 раза, а энергозатраты снизить на треть. Напри-

мер, уменьшение глубины основной обработки под озимые культуры с 20 до 10-12 см снижает расход дизельного топлива на 7-10 л/га.

Принцип почвозащитной целесообразности и экологической адаптивности приемов и технологий обработок почвы. Он направлен на предупреждение эрозии и защиту почвы, уменьшение до нормативных пределов отрицательного влияния эрозии на почву и окружающую среду. В его основе лежат экологическая оценка и выбор способов обработки почвы с высокой противоэрозионной эффективностью, особенно для эрозионных агроландшафтов. Например, на склоновых землях Нечерноземной зоны с уклоном поля 3-5° наиболее эффективна почвозащитная система основной обработки в севообороте, включающая отвальную обработку с щелеванием, с почвоуглублением, безотвальную разноглубинную или чизельную.

В степных агроландшафтах система обработки должна строиться на основе безотвальной, плоскорезной, мульчирующей с применением рыхлящих, но необорачивающих рабочих органов с сохранением 70-80% пожнивных остатков на поверхности почвы. При мульчирующей обработке устраняется перегрев почвы в летний период; она способствует накоплению и сохранению в почве влаги, предотвращает эрозионные процессы.

Интенсивное рыхление почвы, особенно при ежегодной вспашке, нарушает динамическое равновесие в экологической системе почва — растение — атмосфера. При усилении аэрации почвы ускоряется разложение гумуса, разрушается структура почвы и увеличиваются непроизводительные потери из нее питательных веществ. Например, непроизводительные потери углерода гумуса при формировании урожая составляют 40-50%. При применении безотвальной обработки процент минерализации гумуса снижается на 25-30%, что улучшает гумусонакопление и повышает противоэрозионную устойчивость почвы.

Принцип учёта особенностей агроландшафта. Проектирование технологий обработки почвы в севооборотах должно основываться на дифференциации приемов и способов обработки в зависимости от характеристики агроландшафта (типа и формы склона, уклона поля, свойств почвы и уровня плодородия, состояния поверхности поля (каменистость). Поэтому на склонах основную, предпосевную обработки и посев проводят по горизонталям рельефа, чтобы образуемые гребни и рядки растений располагались поперек склона и препятствовали стоку воды и смыву почвы.

Наряду с указанными принципами при построении системы обработки почвы в севооборотах учитывают биологические особенности культур, фитосанитарное состояние почвы, численность и видовой состав сорняков, предшественники, глубину предыдущих обработок и необходимость углубления пахотного слоя, увлажнение почвы.

12.3 Системы обработки почвы в севооборотах в Нечерноземной зоне

В зернотравяных, плодосменных и зерно-пропашных севооборотах широкое распространение имеют отвальная разноглубинная, отвальная с

почвоуглублением, комбинированная обработки, включающие сочетание отвальной с безотвальной, чизельной и другими способами основной обработки.

К *отвальной разноглубинной* системе обработки относятся послеуборочное лущение стерни в 1-2 следа на глубину 6-8 см, вспашка на глубину пахотного слоя под пропашные или в занятом пару, дисковое или лемешное лущение до 12-16 см под зерновые культуры в остальных полях севооборота.

При размещении озимых культур после многолетних трав проводят двукратное дискование пласта на 6-8 см для лишения жизнедеятельности дернины и последующую вспашку на глубину пахотного слоя с одновременным выравниванием поверхности почвы.

Система отвальной разноглубинной обработки эффективна на средне- и хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах, на землях с менее выраженным рельефом.

Периодичность вспашки в севооборотах Центральных районов Нечерноземной зоны составляет 2-3 года, а на хорошо окультуренных, слабо засоренных многолетними сорняками почвах — до 3-4 лет.

Лучшее место проведения вспашки в севообороте — под пропашные, парозанимающие культуры, под которые вносят органические удобрения. Эти культуры положительно реагируют на приемы глубокой обработки. Кроме того, вспашку целесообразно проводить под покровные яровые зерновые культуры, предназначенные для подсева многолетних трав, что обусловлено уплотнением почвы и повышенной засоренностью полей при двухлетнем использовании трав.

Глубокие осенние обработки в увлажненных районах вызывают переувлажнение почвы, что приводит к запаздыванию с посевом ранних яровых культур и зачастую к снижению урожайности. Поэтому на почвах избыточного увлажнения зяблевую вспашку заменяют дисковым лущением на 10-12 см или лемешным на 12-15 см.

Такая система эффективна и под пропашные культуры позднего срока посева, под которые весной можно вносить органические удобрения.

На почвах тяжелого гранулометрического состава, слабо окультуренных землях и засоренных полях целесообразна ежегодная отвальная обработка на 20-22 см с предварительным дискованием в 1-2 следа. Мелкая (10-12 см), или поверхностная (8 см), обработка вместо вспашки эффективна лишь на хорошо окультуренных почвах, не засоренных многолетними сорняками, под озимые культуры, размещаемые после зернобобовых, раннего картофеля, кукурузы на силос и однолетних трав, а также под овес после пропашных культур.

При поверхностной, или мелкой зяблевой обработке с помощью широкозахватных орудий уменьшается число проходов техники по полю, уплотнение почвы; можно на 3-5 дней раньше проводить полевые работы под культуры раннего срока посева и провести посев в кратчайшие сроки.

Комбинированная система обработки почвы в севообороте имеет много вариантов и основывается на принципах разноглубинности, минимализации и сочетании отвальных и безотвальных способов обработки. Она включает сочетание в севообороте периодической вспашки на глубину пахотного слоя (20-22 см) или безотвального глубокого рыхления на 27-30 см под пропашные культуры с поверхностной, или мелкой, обработкой на 8-10 см под культуры сплошного посева: озимые, овес, другие яровые зерновые культуры.

Глубокие обработки также целесообразно проводить под зернобобовые и парозанимающие культуры.

В Нечерноземной зоне получила распространение система, включающая **сочетание вспашки с чизельной обработкой**. Она предусматривает периодическое глубокое (на 30-40 см) рыхление почвы под пропашную культуру, вспашку под озимые, размещаемые после многолетних трав, и мелкую обработку под культуры сплошного посева. Такая система обработки эффективна на слабо окультуренных тяжелых дерново-подзолистых почвах, на склоновых землях, подверженных водной эрозии, и других землях с уплотненным подпахотным горизонтом.

Глубокое чизелевание разрыхляет уплотненные подпахотные слои почвы, улучшая ее агрофизические свойства, способствует переводу поверхностного стока во внутрипочвенный, увеличению влагозапасов на 40-87 м³/га, что положительно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.

При глубоком рыхлении корнеобитаемый слой освобождается от избытка влаги, что ускоряет наступление физической спелости почвы и предотвращает вымокание озимых культур при минимализации обработки почвы.

Лучшие результаты в борьбе с сорняками в севообороте обеспечивают отвальная разноглубинная и комбинированная системы, в которых вспашку чередуют с чизельной или мелкой обработкой. При разноглубинной обработке семена и вегетативные органы размножения сорняков с помощью вспашки заделывают на большую глубину, и, находясь в почве в течение продолжительного времени (2-4 года), они теряют жизнеспособность.

В технологиях возделывания культур Нечерноземной зоны находят применение экономичные, экологически обоснованные приемы минимализации обработки почвы, такие, как совмещение предпосевной обработки, внесения минеральных удобрений, посева зерновых культур и прикатывания почвы с помощью комбинированных агрегатов. Применение почвообрабатывающих посевных агрегатов на некаменистых почвах позволяет отказаться от вспашки под озимые культуры, размещаемые по занятым парам (кроме многолетних трав), и под яровые зерновые, идущие после пропашных.

На хорошо окультуренных почвах с оптимальной плотностью сложения возможен прямой посев специальными сеялками без предварительной обработки.

Постоянная безотвальная обработка почвы и приемы минимализации в севообороте сокращают темпы минерализации гумуса на 25-30% и существенно предотвращают эрозионные процессы. Однако при этом способе обработки затруднены заделка органических и минеральных удобрений, сидератов, пласта многолетних трав, качественная предпосевная обработка. Ухудшение фитосанитарного состояния часто приводит к снижению урожайности. Все это позволяет сделать вывод о целесообразности чередования в севообороте приемов отвальной и безотвальной обработок почвы в сочетании с приемами минимализации.

12.4 Минимализация обработки почвы

В современных условиях широкое распространение получают экономичные энергосберегающие технологии производства продукции. *Энергосбережение в земледелии* – это уменьшение затрат совокупной энергии на единицу продукции без ухудшения её качества и снижения урожайности при экологической сбалансированности систем и сохранении почвы от деградации.

Энергосбережение подразумевает грамотное распределение ресурсов во всех звеньях системы земледелия: в семеноводстве, системах севооборотов, использовании средств химизации, системах обработки почв и соответствующих им техники. По этой причине в настоящее время распространена минимальная обработка почвы.

Под *минимальной* понимают обработку почвы, обеспечивающую снижение энергетических и трудовых затрат путем уменьшения числа, глубины и обрабатываемой площади поля, а также совмещения и выполнения нескольких технологических операций (рыхление, уплотнение почвы, внесение удобрений, гербицидов, посев и другие) в одном рабочем процессе.

Мульчирующая, консервирующая и другие обработки объединяют различные по интенсивности и глубине технологии плоскорезной, чизельной обработок почвы с сохранением на поверхности поля стерни и растительных остатков. Растительная мульча сокращает потери влаги на испарение, предохраняет почву от перегрева и защищает ее от эрозии. Поэтому минимальную обработку считают и почвозащитной.

Необходимость минимализации обработки почвы обусловливается снижением энергетических и трудовых затрат на ее выполнение. В современных технологиях возделывания культур на обработку приходится до 40% энергетических и 25% трудовых затрат. Интенсификация земледелия предусматривает увеличение мощности тракторов, ширины захвата орудий, но вместе с этим возрастают их масса и давление на почву. Так, трактор К-744, имея массу 12 т, оказывает давление на почву ходовыми системами колес 1,7-1,8 кг/см². Допустимая же нагрузка на физически спелую почву при вспашке составляет 1,0-1,2 кг/см². Чрезмерное уплотнение почвы приводит к

ухудшению ее физических свойств, снижающих вследствие этого урожайность на 12-30%.

Применение в севооборотах интенсивной обработки с преобладанием ежегодной вспашки приводит к активизации деятельности микроорганизмов, ускоряющих разложение гумуса. Из-за этого усиливаются эрозионные процессы, особенно на склоновых землях. Поэтому минимальную обработку почвы следует рассматривать как важнейшее условие сохранения потенциального и повышения эффективного плодородия.

Наряду с этим она позволяет существенно сократить энергетические затраты на обработку и сроки выполнения полевых работ.

Важнейшими условиями эффективного применения минимальной обработки являются высокий технологический уровень выращивания культур в хозяйстве, качественное проведение механизированных полевых работ в оптимальные сроки; обеспеченность эффективными средствами защиты растений химизации; технической оснащенности хозяйства современными комбинированными агрегатами, совмещающими до 4-5 технологических операций (обработка почвы, внесение удобрений, гербицидов, посев и т. д.).

Минимальную обработку в Нечерноземной зоне в первую очередь необходимо применять на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах с благоприятными для растений агрофизическими свойствами и чистых от многолетних сорняков. Сократить число глубоких обработок можно на почвах, равновесная плотность которых совпадает с оптимальной для роста и не превышает 1,2—1,3 г/см³ для зерновых культур с содержанием воздуха не менее 13-15% объема почвы.

Пригодность почв для минимализации определяют по комплексу показателей плодородия: содержанию гумуса, водопрочной структуре, коэффициенту пористости, степени и виду засоренности поля. Пригодными считают, например, дерново-подзолистые почвы с содержанием гумуса не менее 2%, водопрочных агрегатов (частиц > 0,25 мм) более 25-30% и коэффициентом пористости более 0,9.

Основными направлениями минимализации обработки почвы являются:

- сокращение числа и глубины основных, предпосевных и междурядных обработок;
- замена глубоких основных обработок поверхностными и мелкими путем использования широкозахватных плоскорезных, чизельных, дисковых и других орудий, особенно под озимые и яровые зерновые культуры;
- совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов;
- применение прямого посева зерновых и других культур.

Выбор приемов минимализации зависит от уровня плодородия почвы, увлажненности зоны, биологических особенностей культуры и засоренности полей. Например, при повторном возделывании кукурузы на постоянных

участках вспашку целесообразно проводить лишь в первый год с заделкой органических удобрений, а в последующие три года ее можно заменить дискованием почвы на глубину 10-12 см.

Высокоэффективно совмещение операций при коренном улучшении лугов и пастбищ. Есть агрегаты, которые за один проход вносят удобрения, рыхлят почву, измельчают дернину, высевают семена трав и прикатывают почву в рядках. Совмещение операций ускоряет окультуривание лугов и пастбищ, повышает их продуктивность при одновременном снижении затрат труда и энергии.

Таким образом, минимализация обработки почвы имеет существенные достоинства:

- сдерживает минерализацию органического вещества и миграцию питательных веществ за пределы корнеобитаемого слоя;
- переводит земледелие на экологические пути развития;
- оптимизирует структурное состояние почвы;
- повышает биологическое разнообразие агроэкосистем;
- сокращает эмиссию углекислого газа в атмосферу;
- снижает расходы на ГСМ, амортизацию техники;
- экономит трудовые ресурсы;
- снижает и даже предотвращает эрозию почвы.

В тоже время не следует забывать, что минимализация приводит и к некоторым негативным явлениям:

- повышается засоренность, особенно многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками;
- ухудшается фитосанитарный фон;
- усиливается дефицит азота;
- повышаются расходы на минеральные удобрения и средства защиты растений;
- повышается плотность и твердость нижележащих слоев почвы;
- снижается водо- и воздухопроницаемость почвы, что снижает потенциальное плодородие;
- происходит дифференциация пахотного горизонта по элементам плодородия, что может привести к снижению урожайности;
- снижается качество заделки органических удобрений, дернины многолетних трав, сидератов, что снижает их роль в окультуривании почвы и повышении урожайности;
- на эрозионно опасных ландшафтах усиливается поверхностный сток.

12.5 Нулевая обработка почвы

Разновидностью минимальной обработки почвы является *нулевая* (No-Till). По этой технологии посев производится в необработанную почву. Семена и удобрения распределяются в неглубокие бороздки, созданные сошни-

ками сеялки. Против сорняков подразумевается активное применение гербицидов.

При использовании традиционных технологий выращивания растений основную долю затрат составляют горюче-смазочные материалы, амортизация техники, трудозатраты. No-Till позволяет минимизировать эти расходы, является ресурсосберегающей.

Основные принципы No-Till:

- для выращивания культур обработка почвы не обязательна;
- пожнивные остатки остаются на поверхности поля в виде мульчи;
- заделывание мульчи запрещается;
- почва должна иметь постоянное покрытие;
- акцент – на биологические процессы в почве;
- защита от вредных начал с помощью биологических методов;
- эрозия почвы вызывается неправильной её обработкой.

Достоинства и узкие места нулевой обработки обозначены в таблице 21.

Таблица 21 – Преимущества и недостатки нулевой обработки почвы

Преимущества	Недостатки
• Максимально сохраняется влага в почве • Уменьшается на 2/3 моторесурс тракторной нагрузки на гектар • На четверть снижается расход горючего на гектар • Снижается общая потребность в тракторах • Легче выдерживаются оптимальные сроки посева • Снижается эрозия • Улучшается качество воды, стекающей с полей (не содержит ила) • Накапливается органическое вещество в почве • Появляется дополнительное свободное время; • Повышенное содержание углекислого газа в приземном слое • Повышается устойчивость почвенных агрегатов • Активизация почвенной микробиоты и дождевых червей	• Существенно усложняется фитосанитарное состояние посевов • Обязательное применение гербицидов, инсектицидов, фунгицидов • Возможность применения на почвах оструктуренных высокоплодородных • Удобрения вносят только в верхний слой почвы

Причины, ограничивающие применение No-Till в Нечерноземной зоне:

- из-за большого количества осадков снижается значимость влагосберегающей направленности технологии;

- мульча из стерни понижает прогревание почвы, что осложняет тепловой режим почв;
- высокая засоренность из-за повышенного выпадения осадков;
- почвы зоны имеют невысокое содержание органического вещества, более высокую плотность, более низкую оструктуренность.

Поэтому в Нечерноземной зоне полное исключение вспашки такая же крайность, как и её ежегодное проведение.

13 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Обработка почвы под яровые культуры включает три этапа: основную (чаще летне-осеннюю), предпосевную (весеннюю) и послепосевную обработки. Иногда основная обработка заканчивается или происходит в весенний период.

13.1 Летне-осенняя обработка почвы

Обработку почвы в летне-осенний период под посев яровых культур следующего года называют *зяблевой*. Она может включать один или несколько приемов, выполняемых в определенной последовательности. Применяемые приемы обработки зависят от: предшественника и сроков его уборки, типа и гранулометрического состава почвы, мощности пахотного слоя, засоренности. Технологии зяблевой обработки могут быть различны: обыкновенная, полупаровая, улучшенная, послойная, почвозащитная с оставлением стерни на поверхности, минимальная, нулевая.

Для Нечерноземной зоны возможны варианты её проведения:

- послеуборочное лушение жнивья или дискование многолетних трав и зяблевая вспашка;
- зяблевая вспашка без предварительного лушения с последующими поверхностными обработками;
- послеуборочное лушение жнивья и безотвальное, чизельное рыхление;
- мелкое рыхление почвы без вспашки дисковыми, лемешными и другими орудиями.

Летне-осенняя обработка изменяет строение почвы и создает благоприятные условия для накопления влаги осенних и весенних осадков в почвенном профиле. С её помощью заделывают органические и минеральные удобрения, известь, растительные остатки. Улучшение аэрации почвы создает благоприятные условия для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, накопления доступных растениям питательных веществ.

После уборки хлебов на поверхности почвы накапливается значительное количество семян малолетних сорняков и в то же время создаются благоприятные условия для роста вегетирующих. Послеуборочное лушение, обеспечивая заделку семян сорняков во влажные слои почвы, измельчает вегетативные органы размножения многолетних, что стимулирует их к прорастанию. Проведение последующей зяблевой вспашки позволяет ликвидировать повышенную засоренность полей.

Проведенное лушение стерни, вспашка плугом с предплужником — эффективное средство уничтожения сорняков, инфекций болезней и вредных насекомых.

Почва, лишенная растительного покрова, испаряет в сухую погоду ежедневно до 40 т воды с 1 га. Поэтому одна из основных задач обработки —

не допустить иссушения почвы. В районах умеренного увлажнения этого достигают немедленным послеуборочным лущением жнивья или вспашкой.

На дерново-подзолистых почвах в увлажненных районах лущение проводят чаще всего на глубину до 5-6 см, вспашку — на 20-22 см.

В первую очередь обрабатывают засоренные поля и почвы тяжелого гранулометрического состава. При поздних сроках обработки и переувлажнении почва плохо крошится и быстро уплотняется. Почвы легкого гранулометрического состава обрабатывают в более поздние осенние сроки, так как повышенная аэрация их ускоряет разложение органического вещества и вымывание элементов питания.

В зависимости от предшественника технология летне-осенней обработки будет иметь особенности.

Обработка почвы после однолетних культур сплошного посева. Ряд однолетних культур сплошного посева (озимые рожь, пшеница, тритикале, ячмень; яровой ячмень, ячмень, горох) имеют ранние сроки уборки и рано освобождают поле.

В этих условиях главная задача обработки почвы — не допустить иссушения почвы, уничтожить вегетирующие сорняки и заделать во влажный слой осыпавшиеся семена сорняков.

Первым приемом обработки будет лущение стерни. Его проводят сразу после уборки культуры или одновременно с ней. При лущении подрезаются вегетирующие сорняки, заделываются в почву семена сорняков и создаются благоприятные условия для их прорастания. Одновременно уничтожаются паразитирующие на сорняках вредители и возбудители болезней. Наряду с этим создание мульчирующего слоя из почвы и стерни при лущении сохраняет почвенную влагу от испарения и снижает удельное сопротивление при последующей вспашке на 25-34%.

Глубина лущения зависит от типа засоренности поля, плотности почвы, ее влажности в момент обработки. Во влажных условиях при засоренности малолетними сорняками глубина лущения составляет 5-6 см, в засушливых — до 6-8 см; при высокой (более 15 см) стерне — до 10-12 см.

Для лущения используют дисковые лушильники, на тяжелых почвах — тяжелые дисковые бороны. Угол атаки у дисковых лушильников увеличивают до 30-35°. Лучшее качество обработки обеспечивается при совпадении направления лущения с направлением вспашки.

Поля, засоренные корневищными сорняками, лущат дисковыми лушильниками на глубину залегания корневищ вдоль и поперек участка: первый раз на 6-8 см, второй — на 8-10 см. Вторичное лущение проводят при массовом появлении проростков сорняков. Измельчение на отрезки корневищ многолетних сорняков стимулирует их прорастание и истощение запасных питательных веществ, так как у них отсутствует корневая система.

На тяжелых почвах дисковые лушильники плохо заглубляются и не полностью разрезают глубокозалегаемые корневища. Поэтому первое лущение проводят лемешными лушильниками на глубину 12-14 см для извлече-

ния корневищ на поверхность поля. Вторичное лушение выполняют дисковыми орудиями, которые хорошо измельчают корневища сорняков, включая тяжелые дисковые бороны.

Корнеотпрысковые сорняки имеют глубокое залегание корневых отпрысков. Поэтому для борьбы с ними почву обрабатывают лемешными лушильниками типа на 14-16 см, которые хорошо подрезают корни на большую глубину. При сильном засорении почву повторно дискуют на меньшую глубину.

При массовом появлении всходов сорняков проводят культурную вспашку плугами с предплужниками. Она позволяет заделать в почву сорняки, вносимые удобрения, мелиоранты и своевременно подготовить почву к раннему посеву яровых культур.

В Нечерноземной зоне эффективна ранняя зяблевая вспашка, при которой создаются благоприятные условия: для разложения растительных остатков, органических удобрений и накопления доступных растениям питательных веществ, — до 20 сентября.

Глубину осенней вспашки устанавливают в зависимости от мощности гумусового слоя, типа почвы, требований культуры, под которую обрабатывают почву, от видового состава сорняков. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах при наличии малолетних сорняков под яровые зерновые культуры пахут мелко — на 16-17 см, при засорении многолетними сорняками глубину вспашки увеличивают до 20-22 см.

Глубокие осенние обработки создают чрезмерную рыхлость почвы и вызывают ее переувлажнение, что приводит к запаздыванию с посевом ранних яровых зерновых культур. Поэтому на почвах избыточного увлажнения зяблевую вспашку заменяют мелкой обработкой на глубину 10-12 см с помощью тяжелых дисковых борон, лемешных лушильников. Такая обработка эффективна под культуры позднего срока посева и пропашные культуры, под которые проводят весновспашку.

В районах достаточного увлажнения вспашку осуществляют без боронования, чтобы почвенные гребни лучше прогревались, а в зимний период — промораживались.

Особенности обработки почвы после пропашных культур. Пропашные культуры (корнеплоды, картофель, кукуруза) имеют поздние, как правило, сроки уборки. Освободившиеся из-под них поля, находятся в относительно чистом от сорняков состоянии по сравнению с культурами сплошного посева, почва достаточно рыхлая и имеет благоприятный питательный режим. По всем этим причинам осеннюю вспашку после картофеля и корнеплодов можно заменить лемешным лушением на 10-14 см или безотвальным рыхлением.

Уплотненные колеи (дороги), образующиеся на поле при уборке урожая, дважды дискуют или запахивают. На почвах тяжелого гранулометрического состава, а также при сильном засорении многолетними сорняками проводят вспашку плугами с предплужниками.

После высокостебельных пропашных (кукурузы) на поле остаются грубые растительные остатки стеблей. Для их измельчения почву предварительно дискуют тяжелой дисковой бороной в 1-2 следа или применяют корне-стеблеизмельчители, фрезерные культиваторы. Затем поле пашут плугами с предплужниками.

На средне- и хорошо окультуренных почвах среднесуглинистого гранулометрического состава, а также на полях, слабо засоренных многолетними сорняками, вспашку под яровые зерновые культуры заменяют мелкой обработкой на 10-12 см, используя дисковые лулильники, тяжелые бороны, паровые тяжелые культиваторы, чизельные культиваторы.

Обработка почвы после сеяных многолетних трав. Почва после многолетних трав по своим агрофизическим и биологическим свойствам отличается от почв из-под однолетних культур. Верхний слой почвы, обильно пронизанный корнями, хорошо оструктурен и обладает повышенной связностью. Зачастую поля из-под многолетних трав засорены многолетними сорняками, а дернина способна к отрастанию. Поэтому главными задачами обработки таких полей являются лишение жизнеспособности дернины, улучшение аэрации почвы и создание благоприятных условий для ее разложения.

В Нечерноземной зоне при хорошем травостое снимают два укоса трав и сразу же начинают обработку почвы.

В районах с коротким вегетационным периодом поля после многолетних трав пашут плугами с предплужниками. Чтобы дернина хорошо засыпалась рыхлой почвой, предплужник устанавливают на глубину до 12-14 см. Во избежание сильного иссушения почвы и ускорения разложения дернины сразу после вспашки почву дискуют, выравнивают и прикатывают. Следует отметить, что ранние сроки заделки дернины ускоряют ее разложение.

Почвы тяжелого гранулометрического состава, а также засоренные многолетними сорняками перед вспашкой дискуют в двух направлениях на глубину 8-10 см, используя тяжелые дисковые бороны. Измельченные при обработке дернины корневища и корневые отпрыски сорняков прорастают. При массовом появлении проростков сорняков проводят немедленную вспашку плугами с предплужниками. Такая обработка на 80% очищает поле от многолетних сорняков и препятствует отрастанию дернины.

При размещении после многолетних трав яровых зерновых культур почву пашут на глубину 20-22 см, а под пропашные (картофель, капуста, овощные культуры) одновременно со вспашкой можно провести углубление пахотного слоя на 8-10 см.

На легких почвах при сильной аэрации растительные остатки быстро минерализуются. Чтобы избежать потерь питательных веществ, вспашку проводят в более поздние сроки.

Полупаровая обработка почвы. Под полупаровой обработкой понимают совокупность приемов сплошной обработки почвы после рано убираемых (июль-самое начало августа) непаровых предшественников, выполняемых в летне-осенний период. К таким предшественникам в Нечерноземной

зоне можно отнести озимую пшеницу, озимую рожь, ячмень, гречиху и другие.

Основными задачами полупаровой обработки являются: не допустить иссушения почвы и качественно ее обработать, очистить почву от семян и вегетативных органов размножения сорняков, накопить воду и доступные растениям питательные вещества в почве.

При построении полупаровой обработки почвы учитывают предшественник, увлажненность почвы, ее уплотнение, видовой состав сорняков и другие условия.

Наиболее распространенным вариантом полупаровой обработки в Нечерноземной зоне является вспашка плугами с предплужниками и последующие периодические поверхностные или мелкие обработки в течение всего послеуборочного периода.

При достаточном увлажнении почвы и слабой засоренности после уборки культур немедленно проводят вспашку на глубину пахотного слоя лучше с одновременным боронованием и прикатыванием. В этих целях лучше использовать комбинированные пахотные агрегаты, которые хорошо разрыхляют, выравнивают поверхность почвы и создают на некоторой глубине уплотненный слой почвы, препятствующий испарению влаги. После такой обработки сорняки дружно прорастают и уничтожаются при последующих культивациях. Количество последних устанавливают в зависимости от степени уплотнения почвы и прорастания сорняков.

Если почва сухая, то после уборки культуры лушат на 6-8 см с одновременным прикатыванием кольчато-шпоровыми катками, что ускоряет прорастание сорняков. При появлении всходов сорняков (через 2-3 недели) пахот с одновременным боронованием. В последующий период проводят несколько поверхностных обработок с помощью культиваторов, оборудованных зубowymi боронами, а в сухую погоду и катками.

В засушливые годы при сильном иссушении почвы при вспашке образуется большое количество глыб, что увеличивает испарение почвенной влаги. Поэтому вспашку после уборки культуры заменяют мелкой обработкой на 10-12 см с помощью тяжелых дисковых борон или лемешных луцильников с одновременным боронованием и прикатыванием.

Более полное послойное уничтожение корнеотпрысковых сорняков достигают двукратным лушением с одновременным прикатыванием. Первое проводят дисковыми луцильниками на глубину 8-10 см, второе — лемешными луцильниками на 10-12 см. При отрастании сорняков поле пахот плугами с предплужниками и проводят прикатывание. По мере уплотнения почвы и прорастания сорняков в течение летне-осеннего периода осуществляют несколько культиваций с выравниванием поверхности почвы.

При применении гербицидов для борьбы с сорняками число культиваций можно сократить.

13.2 Паровая обработка почвы

В Нечерноземной зоне паровые поля осенью обрабатывают плугами с отвалами.

Весной первую обработку чистых паров осуществляют зубовыми боронами.

На засоренных полях при появлении массовых всходов сорняков несколько раз обработку проводят культиваторами-плоскорезами на 8-12 см. Это способствует лучшему подрезанию многолетних и однолетних сорняков и сохранению влаги в почве. Мелкая обработка пара предохраняет почву от иссушения и в то же время позволяет вести эффективную борьбу с сорняками. При этом глубину каждой последующей обработки увеличивают на 1-2 см.

На полях, засоренных пыреем, в летний период проводят несколько культиваций, увеличивая глубину обработки до 12-14 см для подрезания и вычесывания корневищ.

Участки, засоренные сорняками с глубоким залеганием корневищ, весной пашут, извлекая корневища на поверхность. По мере отрастания их в летний период подрезают культиваторами или плоскорезами.

Для борьбы с сорняками в летний период на парах применяют гербициды. Это позволяет сократить число механических обработок пара до 1-2.

Последнюю обработку чистого пара проводят в августе-сентябре в зависимости от конкретной ситуации. На почвах легкого гранулометрического состава почву обрабатывают культиваторами-плоскорезами на небольшую глубину — 12-14 см, на тяжелых почвах глубину обработки увеличивают до 20-22 см.

13.3 Весенняя обработка почвы

Весенняя обработка - это совокупность приемов поверхностной или мелкой обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности от начала весенних работ до посева или посадки сельскохозяйственных культур.

Обычно, завершающий этап весенней обработки – **предпосевная весенняя обработка** — это совокупность приемов поверхностной или мелкой обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности непосредственно перед посевом или посадкой сельскохозяйственных культур. В зависимости от состояния почвы ее можно выполнять за один прием или совмещать с посевом.

Основные задачи весенней обработки почвы следующие:

- создание мелкокомковатого посевного слоя с оптимальным для прорастания семян сложением и выровненной поверхностью почвы с целью уменьшения испарения влаги;
- очищение поля от всходов сорняков;

- заделка в почву, если необходимо, минеральных удобрений, пестицидов, обеспечивающая сплошное или локальное их размещение в почве;
- создание уплотненного семенного ложа для обеспечения равномерной заделки семян на оптимальную глубину.

Подготовленная к посеву почва должна соответствовать следующим агротехническим требованиям: быть мелкокомковатой и хорошо разрыхленной до глубины посева семян, иметь уплотненное ложе для лучшего контакта семян с почвой и свободного доступа к ним воздуха, тепла и влаги. Глыбистость (доля комков диаметром 3 см и более) не должна превышать 15-20%. Поверхность почвы перед посевом должна быть хорошо выровнена. Несоблюдение этих условий приводит к неравномерной заделке семян при посеве, недружному появлению всходов и в результате к неодновременному созреванию хлебов и большим потерям при уборке.

Для весенней обработки почвы используют зубовые, дисковые, игольчатые и другие бороны, паровые культиваторы, катки, фрезы, культиваторы-плоскорезы, а также комбинированные агрегаты.

Обработанная с осени почва рано весной содержит наибольшее количество влаги, которую необходимо сохранить. Поэтому первым приемом весенней предпосевной обработки должно стать выравнивание поверхности почвы, придание верхнему слою рыхлого мелкокомковатого состояния - ***ранневесеннее закрытие влаги***. Рыхлый слой почвы препятствует подтоку воды к поверхности по капиллярным порам и уменьшает ее испарение. Почва хорошо рыхлится и сохраняет приданные ей обработкой свойства лишь при физической спелости (при влажности 60-80% ПВ). Поэтому опаздывать с рыхлением почвы не следует, так как потом она сильно иссушается и качество обработки снижается. Первую обработку начинают выборочно: раньше всех поспевают легкие почвы (песчаные, супесчаные), легко- и среднесуглинистые; на южных склонах.

Ранневесеннее закрытие влаги может быть проведено с помощью боронования. Оно выравнивает поверхность почвы, разрушает почвенную корку и повреждает молодые всходы сорняков. Для лучшего выравнивания поверхности почвы и хорошего крошения боронование следует проводить поперек направления зяблевой вспашки или по диагонали поля.

На легких почвах обработку проводят зубовыми легкими, средними боронами или шлейфами, а на тяжелых, глинистых, склонных к заплыванию используют тяжелые.

Лучшее рыхление почвы достигают при бороновании в два следа, за исключением очень рыхлых почв. Для боронования предпочтительны тракторы на гусеничном ходу, которые меньше уплотняют влажную почву. При использовании колесных тракторов на колеса ставят специальные уширители, применяют двойные колеса, а для рыхления уплотненной колеи применяют дополнительные долотообразные рыхлители.

В районах достаточного увлажнения на легких почвах под ранние яровые культуры после боронования ограничиваются одной предпосевной куль-

тивацией на глубину заделки семян (5-6 см) с боронованием и выравниванием поверхности почвы. В этих целях используют паровые культиваторы со стрельчатыми, пружинными и другими рыхлительными рабочими органами и оборудованные боронами.

На хорошо окультуренных супесчаных и среднесуглинистых почвах, слабо засоренных многолетними сорняками, эффективно двукратное боронование тяжелыми зубowymi боронами с немедленным посевом ранних яровых культур.

На тяжелых суглинистых и глинистых почвах для лучшей аэрации и прогревания рекомендуют более глубокое рыхление — на 10-12 см. В этих целях используют тяжелые дисковые бороны, тяжелые культиваторы, чизельные культиваторы и другие орудия.

На полях, засоренных корнеотпрысковыми сорняками, проводят лемешное лушение или мелкую вспашку на 16-17 см с боронованием и выравниванием поверхности почвы, а в засушливые годы и с прикатыванием.

Наиболее эффективной предпосевной обработкой полей после многолетних трав, вспаханных с осени, является дискование почвы с помощью тяжелых дисковых борон в агрегате с зубowymi боронами. Они хорошо рыхлят почву и не извлекают на поверхность дернину многолетних трав.

Лучшее качество предпосевной обработки и перемешивание почвы с удобрениями обеспечивают комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, а также фрезы и фрезерные культиваторы. За один проход эти агрегаты рыхлят почву, крошат глыбы, выравнивают и уплотняют поверхность.

Комбинированные агрегаты с пассивными рабочими органами хорошо работают на предварительно вспаханной почве; фрезерные же орудия могут работать на полях без предварительной обработки. Во влажные годы и на переувлажненных почвах фрезерные орудия применять нельзя из-за заплывания почвы и образования почвенной корки при сухой погоде.

Мелкосеменные культуры (лен, рапс, клевер), а также овощные культуры требуют более тщательного рыхления и выравнивания верхнего слоя почвы. Поэтому под эти культуры проводят все обработки одновременно с боронованием и прикатыванием или применяют комбинированные агрегаты, которые совмещают рыхление, выравнивание и прикатывание почвы.

Для оптимизации почвенных условий, ускорения прорастания семян и появления дружных всходов необходимо не допускать большого перерыва во времени между предпосевной обработкой и посевом культур, особенно раннего срока посева. В идеале этот промежуток времени не должен превышать 10-12 часов.

Весенняя обработка почвы под культуры позднего срока посева (гречиха) имеет свои особенности. Им необходимо, чтобы почва прогрелась до 10-12°C и была чистой от сорняков. После ранневесеннего закрытия влаги остается достаточно времени для проведения двух культиваций. Первую культивацию проводят на 8-10 см с использованием рыхлящих рабочих органов,

чтобы почва лучше прогревалась; при внесении минеральных удобрений глубину обработки увеличивают до 10-12 см.

Последующие культивации проводят на меньшую глубину в зависимости от уплотнения почвы и появления всходов сорняков. На супесчаных и легкосуглинистых почвах ограничиваются двумя культивациями. Для весеннего рыхления используют паровые культиваторы. Последнюю предпосевную культивацию осуществляют на глубину заделки семян. Все обработки проводят с одновременным боронованием зубowymi, посевными боронами или со шлейф-боронами. В сухую погоду предпосевную обработку дополняют прикатыванием. Проведенное кольчато-шпоровыми катками оно ускоряет прорастание сорняков и, что самое главное, создает в профиле почвы уплотненную прослойку, которая препятствует диффузному испарению влаги.

На легких почвах под картофель, овощные культуры органические удобрения целесообразно вносить весной. Поэтому после их внесения делают мелкую перепашку зяби на 16-17 см плугами без предплужников с одновременным боронованием, чтобы удобрения лучше перемешивались с почвой. Перепашка на глубину 16-17 см эффективна и на тяжелых почвах под пропашные культуры.

Хорошее предпосевное рыхление почвы и перемешивание ее с удобрениями обеспечивают применение фрез, фрезерных культиваторов и роторных плугов.

Если органические удобрения внесены осенью, то перед посадкой картофеля вместо перепашки проводят глубокое безотвальное рыхление почвы с помощью чизельных орудий, оборудованных стрельчатыми или долотообразными рабочими органами. После такой обработки на поверхности образуются гребни. Для выравнивания почвы чизельные агрегаты оборудуют специальными приспособлениями. Безотвальное рыхление можно провести также с помощью безотвальных орудий, плугов со снятыми отвалами, глубокорыхлителями. Для заделки органических удобрений и одновременного глубокого рыхления почвы наиболее эффективны плуги с вырезными отвалами.

Заслуживает внимания и совмещение предпосевной обработки почвы с посевом культур в одном агрегате, что уменьшает число проходов агрегата по полю и уплотнение почвы.

Подготовка почвы под промежуточные культуры. Промежуточные посевы занимают поле в свободное от возделывания основных культур время. Для обработки почвы зачастую остается ограниченный период времени. Поэтому основные задачи обработки почвы под эти культуры: не допустить иссушения почвы, хорошо разрыхлить и выровнять почву, чтобы заделать семена во влажный слой и получить дружные всходы.

Подготовка почвы под озимые и зимующие промежуточные культуры осеннего срока посева (озимая рожь, озимая вика) не отличается от обработки ее при возделывании этих культур на зерно. Ее строят с учетом предшественника, типа почвы и ее увлажнения, засоренности полей и других условий.

При размещении озимых после пропашных культур (картофель ранний, кукуруза на силос) вспашку заменяют мелкой обработкой; в этом случае схема обработки может выглядеть следующим образом: 1-2-кратное дискование на глубину 8-10 см и последующая культивация с боронованием. Предпосевная обработка под мелкосеменные культуры (озимый рапс, озимая сурепица) должна включать выравнивание и прикатывание почвы, по этой причине эффективно использование комбинированных агрегатов.

При размещении промежуточных культур после озимых и яровых зерновых почву лущат лемешными лущильниками на глубину 14-16 см с одновременным боронованием, а в сухую погоду — и прикатыванием. На тяжелых почвах и засоренных полях необходима мелкая вспашка на 16-17 см плугами одновременно с выравниванием.

На полях, слабо засоренных многолетними сорняками, эффективна фрезерная обработка почвы на глубину 8-10 см. Для этих целей используют фрезы и фрезерные культиваторы. Фрезерная обработка позволяет хорошо разрыхлить почву, перемешать ее с удобрениями и за один проход агрегата подготовить для посева без предварительной вспашки. Но во влажные годы такая обработка малоэффективна из-за чрезмерного заплывания верхнего слоя почвы.

В связи с ограниченным периодом вегетации, особенно поукосных и пожнивных культур, следует не допускать разрыва между уборкой предшественника, подготовкой почвы и посевом. Для сокращения сроков подготовки почвы и посева эффективно совмещение предпосевной обработки и посева с помощью почвообрабатывающих и посевных агрегатов (фреза-сеялка, культиватор-сеялка). Применение комбинированных фрезерных агрегатов позволяет без предварительной вспашки тщательно разрыхлить почву, внести минеральные удобрения, осуществить посев семян и прикатать почву. При совмещении обработки почвы и посева сокращаются число проходов машин по полю, сроки подготовки почвы и посева, улучшается качество выполнения работы.

В засушливых условиях отвальные обработки почвы малоэффективны из-за больших потерь влаги на испарение. В таких случаях, в первую очередь по стерневым предшественникам, предпочтение следует отдавать плоскорезной обработке с оставлением растительных остатков на поверхности поля, особенно при применении комбинированных агрегатов.

Для обеспечения равномерной заделки семян мелкосемянных культур (рапса, горчицы, редьки масличной), создания оптимального семенного ложа перед посевом проводят рыхление и выравнивание почвы. Для этого можно использовать паровые культиваторы одновременно с выравнивателями и катками.

Обработку почвы и посев однолетних трав после уборки озимых можно совмещать в одном агрегате, используя сеялки прямого посева без предварительной обработки почвы.

13.4 Послепосевная обработка почвы

Обработка почвы по уходу за посевами включает один или несколько приемов механического воздействия на почву в период от посева (посадки) до уборки культуры.

Основная задача послепосевной обработки состоит в поддержании почвы в рыхлом мелкокомковатом состоянии и чистой от сорняков. С помощью послепосевной обработки улучшают контакт семян с почвой, разрушают образовавшуюся почвенную корку, а вследствие этого улучшают аэрацию почвы. Она позволяет поддерживать посевной слой почвы в рыхлом состоянии с целью уменьшения испарения влаги и улучшения влагообеспеченности возделываемых культур.

Обработка почвы после посева до появления всходов культуры включает прикатывание и боронование, а после их появления — послевсходовое боронование, рыхление почвы в междурядьях пропашных культур, окучивание и прореживание растений.

Прикатывание проводят одновременно с посевом или после посева, до всходов культуры, в сухую погоду, особенно на почвах с рыхлым посевным слоем. С помощью прикатывания уплотняют почву посевного слоя и улучшают контакт семян с твердой фазой почвы. Чрезмерная рыхлость посевного слоя затрудняет поглощение семенами воды. При наступлении сухой погоды разрыхленный посевной слой быстро пересыхает, что снижает полевую всхожесть семян и замедляет появление всходов культур.

Послепосевное прикатывание уменьшает воздухосодержание в почве; в результате улучшается и ее прогревание. Всходы на прикатанной почве появляются на несколько дней раньше по сравнению с неприкатанной.

Прикатывание почвы после посева эффективно на посевах зернобобовых, которые при прорастании не выносят семядоли на поверхность, зерновых культур, а также трав при посеве их в сухую почву.

У бобовых культур, которые выносят семядоли на поверхность, почвенная корка затрудняет появление всходов. Поэтому прикатывание проводят в период предпосевной обработки или совмещают с посевом.

При посеве мелкосеменных культур (льна, рапса, трав) прикатывание почвы целесообразно совмещать с посевом, чтобы не повредить всходы и уменьшить число проходов машин по полю.

Послепосевное прикатывание лучше проводить гладкими катками с дополнительным рыхлением поверхности почвы легкими посевными боронами или шлейфами. Это создает на поверхности почвы рыхлый слой и предупреждает образование почвенной корки.

Довсходовое боронование проводят с целью разрушения почвенной корки, которая ухудшает газообмен между почвой и атмосферой и затрудняет появление всходов культурных растений. В таких условиях усиливается испарение воды из почвы, снижается её водо- и воздухопроницаемость.

Корка образуется после обильных осадков на слабо оструктуренных тяжелых почвах при их высушивании.

Почвенную корку разрыхляют легкими зубowymi, сетчатыми и прополочными боронками, легкими ротационными мотыгами.

На посевах зерновых колосовых культур боронование проводят до появления шилец культуры, на свекловичных полях — при длине проростка свеклы 1 см. Необходимо обратить внимание на то, чтобы зубья бороны не доходили до прорастающих семян и не повреждали проростки.

При послепосевном бороновании уничтожается до 70-80% всходов малолетних сорняков, которые находятся в фазе белой ниточки.

Особенно эффективен этот прием на посевах пропашных культур с продолжительным периодом от посева (посадки) до всходов культуры, позволяющий провести два боронования, например, на посадках картофеля.

Послевсходовое боронование проводят с целью рыхления почвы между растениями, разрушения корки и уничтожения всходов малолетних сорняков. Боронование улучшает воздушный режим верхнего слоя почвы и активизирует в ней микробиологические процессы. Своевременное боронование спелой почвы создает мульчирующий слой, снижающий испарение влаги, а также предохраняет почву от перегрева.

Сроки боронования определяют в зависимости от состояния почвы и посевов, а также погодных условий. На посевах яровых зерновых и озимых его проводят в фазе кущения при физической спелости, когда растения хорошо укоренятся, а почва легко рыхлится. На свекловичных полях боронование осуществляют в фазе первой пары настоящих листочков, на посевах кукурузы — в фазе 3 листьев.

Чтобы не повредить растения, обработку почвы ведут на небольших скоростях, не превышающих 4 км/ч. Важно, чтобы у борон пассивная сторона зуба была установлена в направлении движения агрегата. На культурах сплошного посева боронование проводят поперек рядков или по диагонали поля. Всходы зернобобовых, свеклы, картофеля боронуют после полудня, когда у растений ослабевает тургор и они не повреждаются.

Междурядную культивацию на посевах пропашных культур осуществляют с целью разрыхления уплотненной почвы, разрушения почвенной корки и подрезания всходов сорняков. Периодическое рыхление и выравнивание почвы в междурядьях усиливают аэрацию почвы, активизируют деятельность микроорганизмов и повышают доступность питательных веществ. Кроме того, они способствуют хорошей водопроницаемости почвы, лучшему поглощению воды атмосферных осадков, что улучшает влагообеспеченность растений в период вегетации.

Сроки междурядных рыхлений определяют по уплотнению почвы в рядках, по образованию почвенной корки или по времени появления проростков сорняков.

В увлажненные годы при частом выпадении осадков почва сильнее уплотняется, и ее рыхлят в междурядьях чаще; в засушливые годы она более рыхлая, и ее обрабатывают реже.

Глубина междурядных рыхлений зависит от фенофазы культуры, влажности почвы и степени ее уплотнения. Первое междурядное рыхление почвы в посевах пропашных культур проводят при появлении всходов и обозначении рядков растений. Его выполняют на небольшую глубину (4-6 см). Во избежание повреждения корневой системы растений вблизи рядов и строчек оставляют защитную зону шириной 10-15 см. Чтобы предотвратить повреждение растений, засыпание их почвой при обработке междурядий, культиваторы оборудуют защитными дисками с двух сторон рядка.

Для уничтожения сорняков и рыхления почвы в защитной зоне рядов на пропашные культиваторы ставят дополнительные рабочие органы: прополочные боронки, сдвоенные игольчатые ротационные диски или ротационные боронки и т.д.

Глубину второй культивации увеличивают до 8-10 см, а всех последующих - постепенно уменьшают до 4-5 см, чтобы не повреждать корневую систему растений и не иссушать почву. При этом защитную зону увеличивают до 15-20 см.

Для более глубокого рыхления почвы в междурядьях пропашные культиваторы оснащают рыхлящими долотообразными, стрельчатыми лапами, подкормочными ножами, лапами-отвальчиками, а для лучшего выравнивания почвы их дополняют игольчатыми ротационными дисками, прополочными боронками.

При ленточных посевах почву рыхлят лишь в широких междурядьях между лентами.

При применении эффективных гербицидов для борьбы с сорняками можно сократить число междурядных культиваций на пропашных культурах в период вегетации до одной-двух.

Еще совсем недавно при возделывании свеклы и некоторых овощных культур междурядную обработку почвы сочетали с нарезкой букетов из нескольких растений на одинаковом расстоянии в рядах. Механическое прореживание посевов, называемое *букетировкой*, обычно проводили пропашными культиваторами, оборудованными лапами-бритвами, поперек рядов посева. Букетировку свеклы осуществляли в фазе одной-двух пар настоящих листьев. При механическом поперечном прореживании посевов уничтожались прорастающие сорняки и одновременно обеспечивалась оптимальная густота стояния растений.

При возделывании картофеля применяют *окучивание*. Сущность его заключается в присыпании рыхлой влажной почвы к основанию стеблей растений; одновременно подрезаются подземные органы размножения многолетних сорняков в междурядьях. Присыпание стимулирует образование дополнительной корневой системы, столонов. В условиях избыточного увлажнения и при орошении окучивание устраняет переувлажнение почвы, обес-

печивает хорошую аэрацию и прогревание почвы, что способствует большому накоплению доступных питательных веществ. На ранних фазах развития культур этот приём применяют для защиты растений от весенних заморозков.

Количество окучиваний и время их проведения зависят от биологических особенностей культур, высоты растений и погодных условий. Чаще всего его проводят 1-2 раза после дождя или полива; первое - при высоте растений 15-20 см с одновременным рыхлением почвы; последнее – перед смыканием ботвы в рядах.

Выполняют его пропашными культиваторами, оборудованными рыхлительными лапами, окучниками, лапами-отвальчиками, дисковыми загортачами.

При недостатке влаги окучивание сильно иссушает почву, в таких условиях его проводить не следует.

Щелевание почвы как агротехнический прием применяют при уходе за посевами озимых и многолетних трав, размещаемых на склоновых землях. Оно предотвращает сток воды, а также смыв почвы и вынос с водой питательных веществ и способствует накоплению атмосферных осадков в профиле почвы.

На посевах озимых культур его проводят поздней осенью при замерзании верхнего слоя почвы, на многолетних травах — после скашивания второго укоса при сухой почве.

В этих целях используют щелеватели, которые с помощью ножейрезают почву на глубину 40-50 см. Этот прием особенно эффективен на посевах озимых культур, под которые проводили минимальную поверхностную обработку почвы.

14 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД ОЗИМЫЕ КУЛЬТУРЫ

Озимые колосовые культуры (пшеница, рожь, тритикале, ячмень), также рапс высевают в такие сроки, чтобы осенняя вегетация их продолжалась не менее 45-60 дней. До наступления морозов они должны хорошо развить корневую систему, раскуститься и накопить большое количество необходимых для перезимовки пластических веществ. Поэтому основными задачами обработки являются создание мелкокомковатого рыхлого посевного слоя с выровненной поверхностью и уплотненным семенным ложем, накопление достаточного количества влаги и доступных растениям питательных веществ, а также очищение полей от сорняков.

В Нечерноземной зоне озимые размещают в основном по двум группам предшественников: парам и непаровым предшественникам.

Обработку почвы под озимые культуры осуществляют с учетом предшественника, засоренности поля, степени проявления эрозии, типа почвы, ее свойств, погодных и других условий.

14.1 Обработка почвы в чистых парах

Чистые пары в Нечерноземной зоне – явление не частое, но при высокой засоренности вполне реальное.

Введение их в севооборот позволяет накопить и сохранить к моменту посева достаточное для получения дружных всходов культуры количество влаги, очистить поле от сорняков.

По времени основной обработки почвы чистые пары подразделяют на черные, если обработку их проводят осенью после уборки предшественника, и ранние, обработку которых проводят весной в год посева озимых культур.

Система обработки **черного пара** включает два периода: летне-осенний, в год уборки предшественника и весенне-летний — в год посева озимых.

Летне-осенняя обработка черного пара. Основную обработку осуществляют сразу после уборки предшественника по типу зяблевой под яровые культуры. На засоренных малолетними сорняками полях проводят лущение жнивья на глубину 5-6 см. Повторно лущат в перекрестном направлении при массовом появлении всходов сорняков, падалицы. При засорении многолетними сорняками глубину повторного лущения увеличивают до 12-14 см, используя лемешные лущильники.

Далее проводится зяблевая культурная вспашка. При этом может быть осуществлено углубление пахотного слоя, особенно почв с низким естественным плодородием.

Глубина зяблевой вспашки зависит от типа почвы, ее свойств, засоренности поля и других условий. В среднем, на дерново-подзолистых почвах глубина вспашки составляет 20-22 см.

Под пары оставляют поля, засоренные многолетними сорняками, всходы которых могут появиться после вспашки осенью. Для подрезания проростков сорняков необходимо провести поверхностную культивацию без боронования на глубину 6-8 см.

Весенне-летняя обработка черного пара. Чистые пары накапливают к весне 80-160 мм воды. Во избежание больших потерь влаги весной при наступлении физической спелости почву боронуют зубowymi боронами в два следа поперек направления вспашки или по диагонали поля, чтобы поверхность поля стала ровнее.

Для очищения полей от семян и вегетативных органов размножения сорняков в весенне-летний период в зоне достаточного увлажнения почву несколько раз обрабатывают дисковыми, лемешными луцильниками или паровыми культиваторами, каждый раз увеличивая глубину рыхления на 2-4 см. Глубина первого лушения 6-8 см, его проводят при массовом прорастании семян сорняков. Извлеченные при лушении с глубины семена попадают в благоприятные условия верхнего слоя почвы и при наличии влаги и тепла быстро прорастают. При повторном лушении уничтожают всходы сорняков и вовлекают в верхний слой новые порции семян из более глубоких слоев почвы.

Хорошие результаты в борьбе с сорняками дает сочетание послойного рыхления с поверхностной обработкой. Все виды летних обработок черного пара сочетают с боронованием, а в условиях засушливой погоды — и с прикатыванием почвы.

При образовании почвенной корки или появлении всходов сорняков в фазе белой ниточки проводят поверхностное боронование почвы. Такая обработка позволяет очистить почву от семян проросших сорняков на всю глубину обрабатываемого слоя.

Если под озимые применяются органические удобрения, то их следует вносить не позже, чем за 2-3 недели, и после этого делают перепашку (двойку) пара плугами без предплужников или лемешными луцильниками на глубину 16-17 см, то есть на меньшую глубину, чем у зяблевой вспашки. Одновременно проводят боронование или выравнивание почвы. Перепашка пара, особенно на тяжелых почвах, позволяет перемешать органические, минеральные удобрения и продукты разложения с почвой, больше накопить доступных растениям питательных веществ.

Количество обработок по уходу за чистыми парами в летний период можно сократить с четырех-пяти до одной-двух путем применения гербицидов для борьбы с сорняками.

Обработка раннего пара. При наличии сорняков на паровом поле осенью осуществляют мелкую обработку с целью подрезания сорняков. При сильном засорении, особенно многолетними сорняками, применяют гербициды.

На дерново-подзолистых почвах весеннюю обработку раннего пара начинают с лушения. Если поле сильно засорено корневищными сорняками,

проводят перекрестное дискование. Вспашку плугами с предплужниками осуществляют при появлении побегов сорняков в виде шилец на глубину пахотного слоя. Если вспашку переносят на летний срок, то в течение весенне-летнего периода поле несколько раз лушат или дискуют в агрегате с боронами. Перед вспашкой можно внести органические удобрения, а для лучшего их перемешивания поле дискуют.

Обработки по уходу за ранним паром осуществляют по той же схеме, что и за черным. По мере появления сорняков поле культивируют с одновременным боронованием и прикатыванием. При образовании на поверхности почвенной корки ее разрушают боронованием.

14.2 Обработка почвы в занятых парах

Обработка пара, занятого культурами сплошного сева. Обработку почвы в занятых парах подразделяют на два периода: от уборки предшественника до посева парозанимающей культуры; второй - от уборки парозанимающей культуры до посева озимой культуры.

Обработку почвы под парозанимающую культуру выполняют также, как и под яровую культуру.

Выбор приёмов обработки почвы после уборки парозанимающей культуры определяется засоренностью, условиями увлажнения и продолжительностью периода до посева озимой культуры.

На тяжелых и засоренных почвах при нормальном увлажнении сразу после уборки парозанимающей культуры проводят вспашку, так как иссушении таких почв образуется высокая глыбистость, которая препятствует оседанию почвы. При ранней вспашке до посева озимых проводят боронование или 1-2 культивации с боронованием для уничтожения всходов сорняков.

В сухих условиях вспашку под озимые можно заменить мелкой обработкой на глубину 8-10 см дисковыми орудиями в один-два следа с боронованием или лемешными луцильниками с боронованием. Другим вариантом замены является фрезерная обработка на 8-10 см с одновременным выравниванием и прикатыванием.

При использовании поверхностных обработок почвы под посев озимых может повыситься засоренность, поэтому в таких случаях показано применение гербицидов.

Для предпосевной обработки эффективно использование комбинированных агрегатов, способных за один проход качественно подготовить почву для посева озимых.

Совмещение предпосевной обработки почвы и посева озимых без предварительной вспашки путем применения комбинированных агрегатов получило подтверждение возможности и эффективности в условиях Нечерноземной зоны.

Поля из-под многолетних трав и засоренные многолетними сорняками участки предварительно дискуют на 8-10 см за 12-15 дней до вспашки. При

массовом прорастании сорняков проводят вспашку плугами с предплужниками. Для вспашки можно использовать комбинированные пахотные агрегаты (плуг, выравниватель почвы, секция кольчато-шпорового катка), которые обеспечивают заделку растительных остатков и дернины, выравнивание поверхности поля, уплотнение почвы, что позволяет качественно подготовить почву для посева. Вспашка сразу после скашивания многолетних трав оказывает более благоприятное влияние на разложение корневых и пожнивных остатков в пахотном слое, на обеспеченность растений доступными элементами питания.

В целом, вспашку нужно проводить не позднее, чем за 2-3 недели до посева озимых культур. Ранние сроки обработки создают возможность для борьбы с прорастающими сорняками с помощью последующих поверхностных культивации

Почву после вспашки до посева озимых поддерживают в рыхлом состоянии с помощью боронования или мелких культивации с боронованием. Перед посевом озимых культур проводят предпосевную обработку на глубину посева семян.

Обработка почвы после парозанимающих пропашных культур. В качестве предшественников озимых культур могут выступать кукуруза на зеленый корм, ранние сорта картофеля. Под пропашные культуры, как правило, осуществляют глубокую обработку, включающую зяблевую вспашку плугами с предплужниками или глубокое чизелевание, безотвальное рыхление почвы. На почвах с небольшой мощностью гумусового слоя проводят углубление пахотного слоя с помощью чизелевания или вспашки плугами с вырезными корпусами и другими способами.

Глубокие обработки, тщательный уход за пропашными культурами обуславливают более рыхлое состояние почвы, относительно меньшую засоренность полей. Поздние сроки уборки ограничивают возможность глубокой обработки, поэтому после уборки пропашных проводят мелкие обработки. Например, после уборки картофеля на хорошо оструктуренных почвах эффективно мелкое рыхление на глубину 10-12 см с помощью тяжелых культиваторов, чизельных культиваторов или луцильников с последующей предпосевной культивацией на глубину посева семян.

На тяжелых и засоренных почвах целесообразны лемешное лушение на 14-16 см или мелкая вспашка с боронованием и прикатыванием.

Грубые растительные остатки после уборки кукурузы необходимо измельчить. С этой целью проводят двукратное дискование почвы на 10-12 см тяжелой бороной в перекрестном направлении. Для этих целей эффективно также применение специальных корнестеблейизмельчителей.

Обработка сидеральных паров. В сидеральных парах выращивают люпин, редьку масличную, гречиху, рапс и другие культуры, а также их смеси; их зеленую массу запахивают в почву в качестве зеленого удобрения. По эффективности оно равноценно навозу и существенно повышает плодородие почв, особенно легкого гранулометрического состава и склонов.

Обработку почвы под посев парозанимающих культур проводят так же, как и под яровые культуры. Для глубокопроникающей в почву стержнекорневой системы сидеральных культур требуется более мощный пахотный слой. Поэтому в системе зяблевой обработки дерново-подзолистых почв можно провести вспашку с углублением пахотного слоя. Чтобы уменьшить интенсивность минерализации органического вещества на легких почвах, вспашку проводят осенью в более поздние сроки или переносят на весенний период.

Сидеральные культуры в начальные фазы растут медленно и слабо конкурируют в этот период с сорняками. Поэтому засоренные участки до вспашки предварительно лущат или вносят гербициды.

Весенняя обработка почвы включает закрытие влаги путем боронования, одну-две культивации на 6-8 см с боронованием. На сильно уплотняющихся почвах глубину первой культивации увеличивают до 10-12 см.

Зеленую массу сидератов в фазе цветения или образования бобов за 20-25 дней до оптимального срока посева озимых культур запахивают на глубину пахотного слоя. Для лучшей заделки зеленой массы в почву ее предварительно прикатывают вдоль направления вспашки или дискуют в двух направлениях. Для устранения чрезмерной рыхлости почвы поле после вспашки прикатывают, что предупреждает ее иссушение и ускоряет разложение зеленой массы.

Продолжительный период от заделки зеленой массы до посева озимых культур сопровождается появлением на поле всходов сорняков. Это вызывает необходимость проведения дополнительного боронования или мелкой культивации. При отсутствии многолетних сорняков перед посевом озимых эффективно дискование почвы на глубину 6-8 см с одновременным выравниванием почвы, чтобы не извлекать неразложившуюся растительную массу на поверхность.

14.3 Обработка почвы после непаровых предшественников

В Нечерноземной зоне предшественниками озимых могут быть многолетние травы второго года пользования, гречиха, лен-долгунец, горох и другие культуры. После них обработку почвы необходимо дифференцировать с учетом увлажнения почвы, предшественника, засоренности поля и продолжительности послеуборочного периода.

В Нечерноземной зоне после стерневых предшественников целесообразны лемешное лущение на 12-14 см или мелкая вспашка с боронованием. Заделка стерни зерновых культур предохраняет озимые культуры от поражения корневыми гнилями. Последующие обработки включают рыхление и выравнивание почвы, в том числе с помощью комбинированных агрегатов. Перед посевом озимых необходима предпосевная обработка, включающая культивацию с боронованием и прикатыванием почвы, так как при посеве в

рыхлую почву обнажается узел кущения и у озимых может наблюдаться выпирание.

Успешное использование многолетних трав под озимые культуры зависит от числа укосов трав в год распашки. В Нечерноземной зоне целесообразно подготовку почвы начинать сразу же после первого укоса. Ранний срок подъема пласта обеспечивает хорошее накопление влаги и подвижных форм питательных веществ. Попытки собрать больше травы за два укоса приводят в конечном итоге или к некачественной подготовке почвы под посев озимых, или к запаздыванию с их посевом. Сразу после уборки трав следует провести дискование (в зависимости от мощности дернины в один или два следа) на глубину 10-12 см. Через две недели приступают к вспашке пласта на глубину 20-22 см.

В льносеющих районах возможно размещение озимых после льна-долгунца, идущего по многолетним травам. При их размещении по обороту пласта вспашка чаще всего нецелесообразна, и ее можно заменить мелкой обработкой с помощью дисковых и лемешных луцильников на глубину 10-12 см или тяжелых культиваторов. На тяжелых и засоренных почвах сразу после уборки предшественника проводят вспашку с боронованием. Перед посевом озимых почву культивируют с боронованием на глубину посева озимых.

При продолжительном послеуборочном периоде возможна полупаровая обработка почвы, включающая вспашку с последующими поверхностными обработками. Для вспашки используют комбинированные пахотные агрегаты, оборудованные приспособлениями для крошения, выравнивания и уплотнения почвы. Вспашка с одновременным уплотнением почвы пахотного слоя позволяет снизить потери влаги на испарение и сократить количество последующих операций по предпосевной подготовке почвы.

В условиях недостаточного увлажнения почвы вместо вспашки поле можно обработать тяжелыми дисковыми боронами на глубину 10-12 см в продольном и поперечном направлениях. Причем первое дискование необходимо проводить сразу вслед за уборкой предшественника, а второе - одновременно с прикатыванием. Другой вариант замены – применение лемешных луцильников без отвалов.

Но при этом следует не упускать из виду то обстоятельство, что поверхностная обработки увеличивают пораженность растений озимых хлебов корневыми гнилями и вредителями, особенно при их размещении по колосовым предшественникам.

15 ОКУЛЬТУРИВАНИЕ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ

15.1 Модели строения пахотного слоя

Гомогенная модель. Гомогенное строение пахотного слоя создается путем его перемешивания. Лучше всего для этого подходят орудия роторного типа. На данную модель хорошо отзываются практически все культуры, но она высокоэнергозатратная.

Гетерогенная модель. Гетерогенное строение пахотного слоя характеризуется разнокачественностью слоев. Такая модель формируется при отсутствии перемешивания верхнего и нижнего слоёв, что со временем приводит к их дифференциации по плодородию. При этом верхний слой, как правило, содержит больше питательных веществ, органического вещества, семян сорняков. Созданию гетерогенной модели способствуют безотвальная, поверхностная и нулевая обработки.

Достоинства этой модели: низкая степень воздействия на почву, применимость для ряда культур (рожь, ячмень, овёс); недостатки: высокая засоренность, сосредоточение элементов питания в верхнем слое почвы, что в засушливых условиях снижает их доступность.

Обратно-гетерогенная модель. Она также характеризуется разнокачественностью слоев. Данную модель можно получить, преобразовав гетерогенную путем перемещения слоев путем вспашки. Для создания такой модели необходимо сочетание безотвальной обработки в течение нескольких лет с отвальной, проводимой периодически (раз в 3-5 лет).

На данную модель хорошо отзываются практически все культуры, особенно пропашные. Но для её создания требуется время – 3-4 года.

15.2 Значение глубины основной обработки

Создание хорошо окультуренного пахотного слоя с оптимальными физическими, химическими и биологическими свойствами — одна из актуальных задач земледелия. В глубоком пахотном слое больше накапливается влаги, гумуса, увеличивается зона активной деятельности почвенных микроорганизмов, благодаря чему растения потребляют больше доступных элементов минерального питания. Это способствует более глубокому проникновению корней растений в нижние слои почвы со всеми вытекающими последствиями.

Считается, что никакой прогресс в сельскохозяйственном производстве немислим при глубине пахотного слоя менее 20 см (В.Р. Вильямс).

Увеличение мощности пахотного слоя дерново-подзолистой почвы с 20 до 30 см увеличивает запасы доступной растениям воды на 110 т/га, то есть из каждого дополнительного слоя в 1 см растения извлекают 11 т воды. При углублении пахотного слоя почвы растения полнее используют влагу атмо-

сферных осадков и лучше противостоят кратковременным весенне-летним засухам.

Глубокая обработка — эффективное средство борьбы с сорняками, болезнями и вредителями полевых культур. Например, у осота полевого, выюнка корневая система, способная давать новые побеги, сосредоточена на глубине до 30-60 см. Подрезание корней сорняков на большой глубине способствует их гибели. При глубокой заделке семян и вегетативных органов размножения сорняков их прорастание затрудняется, ускоряется гибель личинок мух, спор грибов и других возбудителей болезней. Это позволяет на 60-70% снизить засоренность почвы и улучшить ее фитосанитарное состояние.

Создание глубокого мощного пахотного слоя положительно и в экологическом аспекте: уменьшаются сток воды, смыв почвы и питательных веществ, особенно на склоновых землях. Это позволяет предотвратить эрозионные процессы и повысить эффективность применяемых удобрений и средств химизации.

Почва с более глубоким пахотным слоем меньше деформируется и сильнее противостоит чрезмерному переуплотнению под действием ходовых систем тяжелых тракторов, почвообрабатывающих орудий и транспортных средств.

С другой стороны, глубокая обработка усиливает процесс дегумификации и деградации почв, требует больших материальных и энергетических затрат, не всегда окупается прибавкой урожая. Для увеличения глубины вспашки на гектаре на 1 см расходуется минимум 1 кг дизельного топлива.

Глубина обработки определяется биологическими особенностями культур, количеством осадков и их распределением в течение вегетационного периода, физическими свойствами почвы и другими условиями. Например, озимая и яровая пшеницы лучше реагируют на глубокие обработки по сравнению с озимой рожью.

Моделирование различной мощности пахотного слоя: 20, 30 и 40 см - дерново-подзолистой почвы разной степени окультуренности показало, что полевые культуры положительно отзываются на создание гетерогенного строения, при котором в верхней (0-20 см) части за счет внесения органических и минеральных удобрений достигается более высокая степень оптимизации свойств почвы. Другими словами в увлажненных районах Нечерноземной зоны наиболее рационально окультуривать слой 0-20 см.

Различные культуры по-разному реагируют на мощность создаваемого пахотного слоя. Это обусловлено типом формирования и глубиной проникновения корневых систем, их способностью усваивать элементы питания из труднорастворимых соединений. На глубокие обработки хорошо отзываются культуры с мощной стержнекорневой системой, в первую очередь бобовые (горох, клевер, вика, бобы), многолетние плодово-ягодные (перед посадкой). Они требуют хорошей аэрации, содержания кислорода в почвенном воздухе не менее 15% и небольшого количества углекислоты — не более 1%. В таких

условиях у бобовых растений интенсивнее развиваются на корнях клубеньковые бактерии и повышается активность азотфиксации.

К средне отзывавшимся растениям относятся кукуруза, озимая пшеница, корнеплоды, картофель, тимофеевка.

Культуры с мочковатой корневой (овес, яровая пшеница, озимая рожь) и слабостержневой (лён) системой слабо или совсем не реагируют на глубокие обработки, так как не предъявляют особых требований к физическим свойствам почвы пахотного слоя и плохо используют питательные вещества глубоких слоев.

15.3 Приемы создания глубокого пахотного слоя

Ниже указаны основные способы создания плодородного глубокого пахотного слоя дерново-подзолистых почв.

1. **Постепенное припахивание** нижележащего слоя и последующее его перемешивание с почвой пахотного слоя. Выполняют это обычными плугами с предплужниками. Припахивается часть подзолистого или смесь подзолистого с иллювиальным горизонтом. Толщина припахиваемого слоя зависит от степени окультуренности пахотного слоя и свойств подпахотного. Одноразовое припахивание составляет 2-4 см и не превышает $\frac{1}{5}$ мощности пахотного слоя.

Сильное разбавление гумусового слоя почвой подпахотного горизонта (припахивается 300-600 т/га) снижает его плодородие. Поэтому при углублении на каждый сантиметр вновь вовлекаемого слоя вносят 8-10 т/га органических удобрений, а также минеральные. Известь рекомендуется применять после припахивания вывернутого на поверхность подпахотного слоя с последующим ее перемешиванием. Припахивание проводят в системе зяблевой обработки под пропашные культуры, в занятых парах.

2. Полное **оборачивание почвы пахотного слоя с одновременным рыхлением части подпахотного** и оставлением его на прежнем месте. Выполняют это плугами с почвоуглубителями, вырезными корпусами или плугами-рыхлителями. Вырезной корпус рыхлит на всю ширину захвата, а почвоуглубитель — лишь на ширину захвата лапы. Это вызывает необходимость перекрестного рыхления почвы в последующие годы. Глубина подпахотного рыхления составляет 8-10 см. Такой способ углубления эффективен на почвах с сильно уплотненным подпахотным слоем, а также на почвах временного переувлажнения с оглееным горизонтом и на склоновых землях.

Углубление необходимо сочетать с внесением органических удобрений и извести до вспашки для перемешивания их с почвой подпахотного слоя.

3. **Глубокое безотвальное рыхление почвы подпахотного слоя** предполагает оставление гумусового горизонта и части растительных остатков на поверхности поля, а также создание мульчирующего слоя. При глубоком рыхлении происходит некоторое примешивание почвы гумусового горизонта к почве подпахотного слоя, что улучшает свойства последнего. Степень пе-

ремешивания почвы зависит от конструкции применяемых орудий. Хорошее рыхление почвы (до 30-40 см) обеспечивают чизельные орудия, плуги-рыхлители, плоскорезы-глубокорыхлители типа параплау, плуги со снятыми отвалами.

Наибольшего эффекта от безотвального рыхления достигают при проведении его под озимые, картофель, кукурузу, овощные культуры. На склоновых землях этот прием улучшает водопроницаемость и водопоглощение, снижая сток воды и смыв почвы. Под озимые рыхлят на глубину 25-27 см, под пропашные — до 30-40 см.

4. К приемам коренного изменения дерново-подзолистых почв относят **двухъярусную и трехъярусную вспашки**, предусматривающие взаимное перемещение соответственно двух и трех смежных по глубине слоев почвы. Например, при трёхъярусной вспашке верхний слой оборачивается и укладывается по поверхности, а второй и третий слои меняются местами, частично перемешиваясь.

Для ярусной вспашки используют двух- и трехъярусные плуги. Однако из-за больших материальных и энергетических затрат этот способ углубления пахотного слоя под полевые культуры широкого применения в Нечерноземной зоне не нашел. Его шире используют при закладке плодовых питомников, садов, посадке леса.

В Нечерноземной зоне углублять пахотный слой целесообразно на хорошо окультуренных почвах с посевами культур, положительно реагирующих на этот прием, а также на склоновых землях. На почвах низкоплодородных необходимо повышать плодородие 0-20-сантиметрового пахотного слоя.

15.4 Снижение уплотнения почвы

Современные технологии производства продукции растениеводства, как правило, приводят к переуплотнению почв. В первую очередь это характерно для дерново-подзолистых почв, предрасположенных к этому вследствие своих агрофизических свойств.

Ниже указаны основные причины возникновения переуплотнения.

1. При вспашке на одну и ту же глубину сильно распыляется и уплотняется почва на границе обрабатываемого и подпахотного слоев, что ведет к образованию **плужной подошвы**. Последняя препятствует передвижению воды в ниже лежащие горизонты и увеличивает её сток, особенно на склонах.

2. Применение тяжелых почвообрабатывающих машин, орудий и транспортных средств при существующей многооперационной технологии возделывания культур приводит к чрезмерному **уплотнению почвы под действием ходовых систем** и ухудшению ее агрофизических свойств, и как следствие этого к снижению урожайности.

Обычно при выращивании зерновых культур осуществляется 5-7, пропашных - 5-10, сахарной свёклы – до 20 обработок.

В Нечерноземной зоне при выращивании зерновых культур за сезон уплотнение колесами силовых агрегатов и сельхозмашин превышает площадь поля в 1,5 раза. Мелкоконтурность полей ещё больше усугубляет эту ситуацию. На поворотных полосах, а они составляют до 20% площади поля, в таких условиях только колесами трактора площадь покрывается до 20 раз.

При посеве трактором ДТ-75 прямой и косвенной деформации подвергается 22% площади поля, трактором ВТ-150 — 29%, а трактором К-744 с тремя сеялками — 40%. Плотность сложения дерново-подзолистой почвы по следу колесных тракторов повышается на 0,1-0,3 г/см³, достигая величины 1,35-1,55 г/см³. Это существенно превышает оптимальное ее значение для полевых культур. По уровню уплотняющего воздействия на почву тракторы располагаются в следующем порядке (по данным производителей): ВТ-150 (41 кПа) → Агромаш 150 ТГ (до 45) → Агромаш Руслан (45) → ДТ-75М (47) → Беларусь 1502 (51) → К-744 (110) → Беларусь 1523 (150) → МТЗ-82 (170). В целом, удельное давление современных колесных тракторов составляет 100-230 кПа, в то время как критическое давление на почву весной при влажности выше НВ — 80 кПа.

Удельное давление на почву современных танков составляет 85-110 кПа, лыжника 4 кПа, человека 60 кПа, легкового автомобиля 130 кПа, всадника 200 кПа.

При однократном воздействии тракторов почва уплотняется на глубину до 45 см, а при многократных проходах, особенно тяжелых тракторов, — до 50-70 см. Одновременно уплотнение распространяется и в ширину до 40-50 см. При этом последствия уплотнения устойчиво проявляются в течение нескольких лет, особенно в подпахотных слоях. Это явление носит кумулятивный характер и идёт быстрее процесса саморазрыхления дерново-подзолистых почв под действием природных факторов.

3. Чем тяжелее почва по *гранулометрическому составу*, тем интенсивнее проявляется уплотнение.

4. Предрасположенность к уплотнению прямо пропорционально концентрации *катиона Na* в почвенном поглощающем комплексе.

5. Чем мельче *почвенные агрегаты*, тем сильнее проявляется уплотнение.

6. Предрасположенность к уплотнению связана с *влажностью почвы*. Более склонны к уплотнению влажные почвы. По этой причине наиболее ощутимые потери от уплотнения происходят в регионах с достаточным и избыточным увлажнением, к которым относится Центральный район. Вследствие уплотнения влажной почвы уменьшается ее водопроницаемость, переувлажняются верхние слои; при иссушении уплотненной почвы на ее поверхности образуется почвенная корка, затрудняющая газообмен.

В целом, последствия уплотнения почвы представлены ниже:

- ухудшается водно-воздушный режим;
- ослабевает микробиологическая деятельность;
- разрушается структура;

- увеличивается содержание пылеватой и глыбистой фракций;
- повышается плотность почвы и её удельное сопротивление;
- снижается доступность растениям азота, фосфора и калия;
- эффективность минеральных удобрений снижается на 20-30%.

Указанные последствия в свою очередь вызывают:

- некачественную заделку семян;
- снижение полевой всхожести на 20-30%;
- угнетение роста и развития растений;
- замедленное прохождение фенофаз культур;
- удлинение вегетационного периода культур;
- повышение засоренности;
- снижение урожайности в Нечерноземной зоне до 25% или 0,8-1,2

т/га;

- развитие эрозионных процессов;
- перерасход дизельного топлива на 2,5-3,5 кг/га.

Проблему переуплотнения невозможно решить только рыхлением почвы, так как оно вызывает потерю гумуса и еще большее уплотнение, снижение сопротивляемости этому явлению. Главным в борьбе с уплотнением является его предупреждение.

Предупредительные меры включают разнообразные приемы.

1. *Окультуривание почвы* путём внесения повышенных доз органических удобрений, обогащения почвы органическим веществом, известкования кислых почв, улучшения их структуры.

2. *Дренаживание почвы* при её избыточном увлажнении.

3. Разработана целая система мероприятий по *ограничению уровня воздействия движителей тяжелой сельскохозяйственной техники на почву*. Наибольшее уплотнение пахотных и подпахотных слоев происходит при передвижении машинно-тракторных агрегатов по переувлажненной почве, упругие свойства которой ослаблены. Для предупреждения переуплотнения необходимо почву обрабатывать при физической спелости, которая у дерново-подзолистых почв находится в интервале влажности 12-21%. На всех типах почв обработку проводят при влажности не более 60-70% ПВ.

Допустимые пределы нагрузки на влажную дерново-подзолистую суглинистую почву (0,6 НВ) при ранневесеннем бороновании должны составлять 0,3-0,4 кгс/см², в период предпосевной обработки — 0,5-0,6, на основной обработке — 1,0-1,25 кгс/см².

Для снижения переуплотнения почвы на ранневесенних работах (боронование зяби, посев, предпосевная культивация) необходимо использовать в агрегатах гусеничные тракторы или колёсные тракторы со сдвоенными шинами, пневмогусеницами, широкими шинами, со сниженным давлением в шинах. Следует максимально ограничить применение мощных колесных тракторов.

Особенно большой ущерб ходовые системы тракторов причиняют озимым хлебам и травам во время ранневесенней подкормки посевов азотными

удобрениями. Тяжелые разбрасыватели удобрений сильно уплотняют почву, существенно снижая урожайность. Поэтому на подкормке озимых культур и многолетних трав целесообразно применять тракторы с пневмогусеницами.

При использовании колесных тракторов необходимо комплектовать агрегаты по возможности так, чтобы колея трактора совмещалась с колеей прицепного орудия. След трактора и прицепной машины на предпосевных работах дополнительно рыхлят, а глубину, например, предпосевной культивации по следу увеличивают на 3-4 см. Заправку агрегатов семенами, удобрениями, гербицидами, топливом осуществляют вне поля или на специально отведенных дорогах, которые затем запахивают.

4. Важный агротехнический способ снижения уплотнения почвы — *оптимизация маршрутов движения сельскохозяйственной техники и транспортных средств* по полю как во время посева, ухода за растениями, так и при уборке урожая.

Каждый новый проход тракторов и машин по полю оставляет дополнительную полосу уплотненной почвы. Для предотвращения этого устанавливают постоянные маршруты (колеи), по которым передвигаются агрегаты во время посева, ухода за растениями. Маршруты движения тракторов планируют как на пропашных, так и на зерновых культурах. Движение тракторов по постоянным колеям при использовании одних и тех же марок снижает площадь уплотнения почвы в 2-3 раза по сравнению с неконтролируемым движением агрегатов.

5. *Минимализация обработки почвы* — один из основных путей снижения механического воздействия сельскохозяйственной техники на почву, сохранения ее свойств и потенциального плодородия. Она предусматривает уменьшение количества проходов техники по полю за счет совмещения нескольких технологических операций и приемов и выполнения их в одном рабочем процессе, что позволяет в разы уменьшить число проходов техники по полю и заметно снизить уплотнение почвы.

Важным приемом, снижающим уплотнение почвы, является замена глубоких обработок поверхностными и мелкими благодаря использованию широкозахватных высокопроизводительных агрегатов на слабозасоренных полях.

Кроме предупредительных мероприятий по предотвращению уплотнения имеются **прямые способы разуплотнения** почвы.

Разуплотнение почвы с помощью механической обработки достигается разноглубинной обработкой почвы в севообороте; комбинированной, включающей сочетание отвальной с безотвальной обработок; плоскорезной, дисковой, чизельной и другими. Такие системы обработки уменьшают нагрузку на почву и площадь уплотнения на 30-40%.

Эффективным приемом разуплотнения почвы подпахотных слоев является периодическое (один раз в 3-4 года) ее чизелевание на глубину 30-40 см. Этот приём разрушает плужную подошву, разрыхляет уплотненные подпахотные слои почвы, улучшая их водо- и воздухопроницаемость.

16 ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ

За последние 200 лет эрозия уничтожила около 2 млрд. га пашни. Это больше, чем сейчас, обрабатывается земель на планете – около 1,5 млрд. га. 300 лет назад южная граница Сахары проходила на 400 км севернее, чем сегодня. В США в настоящее время полностью разрушено или серьезно повреждено около 115 млн. га пахотной земли, а 313 млн. га в различной степени подвержено эрозии.

В нашей стране в результате смыва с полей и пастбищ ежегодно теряется около 5,4 млн. т азота, 1,8 млн. т фосфора и 36 млн. т калия. В результате эрозии почва теряет в 20 раз больше элементов питания растений, чем их выносятся с урожаем. В ряде зон современные темпы смыва пахотных почв опережают почвообразование 5-15 раз.

Например, в 1957 году на Ставрополье погибло 179 тыс. га озимых, а повреждено более 300 тысяч. В 1968 году там же было уничтожено более 500 тыс. га. При этом почвы ставропольских полей были обнаружены на Альпах. С другой стороны, для естественного восстановления 1 см почвы требуется как минимум 100 лет.

16.1 Понятие об эрозии

Эрозия – это разрушение почвы под действием различных факторов. Если этот процесс протекает под действием воды, то его называют **водной эрозией**, под действием ветра — **ветровой эрозией** или **дефляцией**.

В некоторых районах России одновременно проявляются оба вида эрозии, тогда проявляется **совместная эрозия**.

По темпам проявления и степени разрушительности эрозию почв разделяют на **нормальную** (естественную, геологическую), при которой снос и смыв почв не превышает темпа почвообразования и **ускоренную** (антропогенной) — при которой превышает. В районах искусственного орошения проявляется **ирригационная эрозия**, в горных — **сели**.

16.2 Водная эрозия

При водной эрозии происходит разрушение почвы струями и потоками талых, дождевых и ливневых вод.

Во время водной эрозии происходит смыв и размыв почвы, в результате чего образуются промоины, овраги. На поверхности любого поля имеются повышения и понижения. В последних собираются атмосферные осадки и весенние талые воды, образующие крупные ручейки, которые размывая поверхность, создают различные по величине промоины. Вода растворяет и выносит из почвы элементы питания растений, а также мелкие почвенные частицы, то есть наиболее плодородную часть пахотного слоя. При смыве почвы уменьшается мощность перегнойного горизонта, ухудшаются физиче-

ские свойства почвы – понижается водопроницаемость и увеличивается испарение воды, что создает предпосылки для усиления почвенной засухи.

В Российской Федерации имеется более 36 млн. га сельскохозяйственных угодий, подверженных водной эрозии, в том числе 25 млн. га пашни. Одним из потенциально опасных районов в этом плане является Нечерноземная зона, которая характеризуется избыточным увлажнением. Сток талых вод в этом районе достигает 100 мм. Значительная часть сельскохозяйственных угодий здесь расположена на склонах, например, пашни 65%. На данной территории 38% пашни эродировано, а 62% находится в эрозионно опасном состоянии.

Сток воды по почве может вызвать поверхностную и линейную эрозии. В первом случае частицы почвы смываются с поверхности, а во втором – образуются струйчатые размывы почвы разной глубины.

Поверхностная эрозия мало заметна и поэтому очень опасна. Она наблюдается на полях, расположенных на склонах разной крутизны, практически каждый год. Обычно с 1 га пашни смывается от 5 до 25 т почвы в зависимости от условий. Однако специалисты хозяйств часто ее не замечают. Между тем за несколько лет пахотный слой в таких условиях может существенно уменьшиться.

Линейная эрозия сопровождается размывом почвы и образованием оврагов. Иногда глубокие струйчатые размывы (до плужной подошвы) достигают ширины в несколько метров. Размывы и промоины затем превращаются в овраги. Овражная эрозия получила широкое распространение в ЦЧЗ, Поволжье. Имели место случаи прироста оврагов до 300 м в год.

В результате поверхностной и линейной эрозий образуются смытые почвы с укороченным профилем. В зависимости от мощности смытого слоя выделяют слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые и очень сильносмытые почвы.

Двум формам выпадения осадков (в виде дождей и снега) соответствуют два типа эрозии — от стока дождевых осадков и от стока талых вод. Они существенно отличаются друг от друга.

Эрозия почвы от стока талых вод, как правило, охватывает большие территории и проявляется весной, когда значительные площади не покрыты растительностью. Эрозионно опасный период в этом случае продолжается обычно 7-15 дней. Сток талых вод определяется запасами воды в снежном покрове и интенсивностью снеготаяния. В Центральном районе в среднем он составляет 90-100 мм.

Ливневая эрозия, наоборот, обычно проявляется на ограниченной площади. Опасный период длится всего несколько часов. Этот вид эрозия наблюдается летом в период развития посевов, защищающих почву.

Поверхностный сток временных водных потоков может образоваться не только дождевыми и талыми водами, но и видами орошения, выклинивающимися подземными водами.

16.3 Ветровая эрозия

Разрушение почвы под действием ветра называется *дефляцией*. Северная граница зоны, в которой она наблюдается на территории европейской части России, проходит по линии Воронеж — Самара — Челябинск. Все пахотно-пригодные земли, расположенные южнее, требуют почвозащитных мероприятий от ветровой эрозии. Примерная площадь сельскохозяйственных угодий с проявлением дефляции в России составляет более 45 млн. га, из них 29 млн. га пашни.

Ветровая эрозия зависит от степени распыленности верхнего слоя почвы и скорости ветра. Сильное распыление 5-сантиметрового слоя почвы обычно является следствием излишней механической обработки и перетирания почвенных частиц ходовыми системами силовых агрегатов во время проведения полевых работ. Частицы почвы менее 1 мм в диаметре эрозионно опасные, крупнее 1 мм — ветроустойчивые, почвозащитные. Устойчивость почвы к ветровой эрозии можно оценить по комковатости поверхности, то есть по наличию ветроустойчивых агрегатов. При количестве почвозащитных комочков меньше 50% происходит процесс выдувания, поэтому эту степень комковатости считают критической, эрозионно опасной. Порог устойчивости почвы к дефляции при отсутствии растительного покрова наступает при комковатости в пределах 50-55%, когда соотношение в верхнем слое почвы почвозащитных и эрозионно опасных агрегатов примерно 1:1.

Наиболее вредоносна дефляция в виде пыльных или черных бурь, способных за несколько часов уничтожить посевы и снести верхний слой почвы. Разрушающее действие дефляции иногда достигает огромных размеров. Она проявляется в виде:

- повседневной — работает техника, поднимается пыль и т.д.;
- смерчи — мелкие частицы почвы поднимаются на большую высоту;
- поземки — мелкие частицы почвы поднимаются над поверхностью невысоко;
- пыльные бури; их причина — сильные ветры и отсутствие растительного покрова; в России наблюдаются на Северном Кавказе, Южном Урале, Сибири; типы — зимние, ранневесенние, поздневесенние, летние и осенние.
- ветровые потоки, особенно в ветровых коридорах; причина — очень сильные ветры, которые вовлекают мелкие частицы и поднимают их; по пути эти частицы разбивают более крупные и т.д.; если скорость ветра составляет 25-35 м/с, то летит не только мелкая почва, но и мелкий гравий.

16.4 Совместная эрозия

Факторы эрозии и дефляции проявляются не изолированно, а в том или ином сочетании и взаимодействии, то есть в комплексе.

Совместная эрозия чаще всего наблюдается на угодьях Северного Кавказа, ЦЧЗ, Поволжья, Зауралья, Западной и Восточной Сибири. Механизм ее

действия объединяет процессы и энергию водной и ветровой эрозий. Поэтому последствия могут быть очень тяжелыми: быстрый рост оврагов, сильное выдувание почвы. Совместная эрозия может проявляться при одновременном сочетании следующих факторов: переувлажнение почвы — сток воды — смыв; размыв — иссушение — распыление — выдувание.

В условиях устойчивого и значительного снежного покрова эрозия в весенний и летний периоды чаще всего идет по схеме: снеготаяние → переувлажнение почвы → сток талых вод → смыв и размыв почвы → иссушение → распыление → дефляция.

В условиях малоснежных зим, сухой весны и влажного лета процесс обычно развивается в таком порядке: иссушение и распыление почвы → дефляция → ливень → сток → смыв и размыв почвы.

Действуя совместно, водная и ветровая эрозии усиливают свою разрушительную силу. В течение 2-3 месяцев совместного проявления обоих видов эрозии приrost оврагов может составить 30-50 м с последующим выдуванием пахотного слоя до 3-5 см. Одновременно наблюдается сильное разрушение почвенного покрова: уменьшается мощность гумусового горизонта, снижается содержания в почве гумуса и питательных веществ, ухудшаются структура, водопроницаемость, порозность, влагоемкость, водоудерживающая способность почв, водный и питательный режимы. По мере развития водной и ветровой эрозий почва теряет свои первоначальные свойства, плодородие снижается, что приводит к падению урожаев и производства продуктов растениеводства.

16.5 Факторы эрозии

Климат. Водная эрозия вызывается поверхностным стоком, поэтому важнейшими климатическими факторами, определяющими эрозионную опасность земель, являются дождевые осадки, а также режим снеготаяния и снеготаяния. Ведущая роль принадлежит осадкам, которые формируют поверхностный сток. Другие климатические факторы — температура, влажность воздуха, ветер имеют косвенное значение.

Чем интенсивнее ливни, тем сильнее выражены процессы эрозии. Наблюдениями установлено, что при дождях со слоем 5-8 мм, но большой интенсивности, и особенно при выпадении их на переувлажненную почву, может возникнуть эрозия. За один ливень в зависимости от его интенсивности и крутизны склона с 1 га пашни смывается от 10 до 50 т почвы. Усиление эрозии при интенсивных ливнях связано также с увеличением размера капель дождя, которые сильно разрушают комочки почвы и, уплотняя ее, снижают ее водопроницаемость.

Эрозия почв, вызванная стоком талых вод, зависит от мощности снежного покрова, глубины промерзания почвы и интенсивности снеготаяния. Среднегодовой запас воды в снежном покрове в Нечерноземной зоне

может достигать 100 мм и более. Эта огромная масса воды весной за 7-10 дней стекает с полей, разрушая почву вплоть до образования оврагов.

Рельеф. Он является важнейшим фактором водной эрозии. Линия, соединяющая наиболее высокие точки, называется водоразделительной линией, или *водоразделом*. Водораздельная линия ограничивает определенную территорию, с которой вода стекает в понижение. Такую территорию называют водосборной площадью или *водосбором*.

Принято выделять положительные (выгнутые) и отрицательные (вогнутые) элементы рельефа. Сеть вогнутых элементов рельефа, или понижений, по которым происходит сток поверхностных вод, называют гидрографической сетью. Различают древние и современные звенья гидрографической сети. К древним относят: ложбины, лощины, балки, долины; к современным: промоины и овраги.

Ложбина – это линейная форма рельефа древнего эрозионного происхождения с пологими склонами и невыраженными бровками глубиной до 1 м. Площадь выброса – до 50 га. Берег распахивают. Ложбина, равномерно углубляясь и расширяясь, перерастает в лощину.

Лощина имеет явно выраженные дно, более высокие и крутые берега. Глубина – до 8-10 м. Площадь до 500 га. Включает несколько водосборов и ложбин. Лощина по мере движения вниз по склону расширяется, углубляется и впадает в балку или сама становится балкой.

Балка также представляет собой линейную форму рельефа с выраженными бровками, широким днищем. Крутизна берега 10-15° и более. Ширина балок – 200-300 м и более, глубина – до 15-20 м. Площадь водосбора – до 3000 га. Постоянно расширяясь и углубляясь, балки впадают в долины рек.

Промоины и овраги тесно связаны с древней сетью, и они входят в общую гидрографическую сеть. В зависимости от места расположения относительно древней сети различают овраги: склоновые, вершинные, береговые и донные.

Важнейшими характеристиками рельефа, от которых зависит эрозия почв, является крутизна, длина, форма и экспозиция склонов. Сток формируется тогда, когда есть уклон поверхности. Поэтому крутизна склона является важнейшими показателями рельефа. Установлено, что смыв почвы увеличивается прямо пропорционально уклону. При увеличении уклона почвы с 2 до 4° смыв почвы возрастает в 1,8 раза, а с 4 до 8° — в 7 раз. Значительное влияние на водную эрозию оказывает протяженность склона. Смыв почвы возрастает при удвоении линии стока с 50 до 100 м в 3-4 раза.

На размеры смыва почвы существенное влияние оказывают форма и экспозиция склонов. Южные склоны, как правило, эродированы больше, чем северные и северо-восточные.

Почвы. Основными факторами, определяющими противозэрозионную устойчивость почв, являются: *водопроницаемость* почв, от которой зависит та или другая интенсивность формирования стока; *противозэрозионная устойчивость* почв, от которой зависит способность противостоять размы-

вающему действию стока ливневых и талых вод; *уровень плодородия* почв, от которого зависят состояние и почвозащитная способность растительного покрова.

Водопроницаемость почв определяется такими их свойствами, как гранулометрический состав, структурность, плотность и влажность. Гранулометрический состав почв характеризуется содержанием в них частиц различной величины. При повышенном количестве мелких частиц смыв почв усиливается, при крупных – уменьшается. Высокой водопроницаемостью обладают пески, супеси, хорошо структурные суглинки и глины, а также глубоко-вспаханные, не перенасыщенные водой почвы. В большей степени поддаются смыву суглинистые и глинистые бесструктурные почвы. Они плохо пропускают воду, легко заплывают, образуя корку. С таких почв стекает до 70% дождевой и до 90-100% талой воды.

Противоэрозионная устойчивость зависит от гранулометрического состава, физико-химических свойств, физического состояния почв. Чем больше в почве илистой фракции, гумуса, кальция, тем устойчивее она к смыву. А при повышенной пылевой и мелкопесчаной фракциях с пониженным количеством гумуса податливость почв к смыву возрастает.

Структурность почвы и наличие высокого удельного веса гумуса всегда повышают противоэрозионную устойчивость. Крупные водопропрочные агрегаты, характерные для структурных почв, труднее поддаются смыву, так как чем крупнее частицы, тем они тяжелее и тем большая скорость текущей воды нужна для их передвижения.

При увеличении влажности почв смыв возрастает. При изменении влажности верхнего десятисантиметрового слоя почвы с 17 до 36% и интенсивности дождя 2 мм/мин на склоне крутизной 10° смыв увеличивается в 1,43 раза, а сток возрастает в два раза и составляет 84% выпавших осадков.

Рыхление почвы и уменьшение ее плотности ведут к ослаблению стока вследствие увеличения инфильтрации и влагоёмкости почвы и, следовательно, к ослаблению смыва.

Растительность. Интенсивность водной эрозии в значительной мере зависит от развития растительности. Наиболее интенсивно эрозия проявляется на склоновых землях без растительного покрова, то есть на зяблевых и паровых полях.

Размеры эрозии зависят от вида культуры, ее развития, густоты стояния растений.

Вегетативная масса, в основном листья, защищает почву от разрушительной силы дождевых капель, а корневые системы растений скрепляют почвенные частицы, препятствуют размыву и смыву почвы. Защиту почвы растениями от эрозии выражают *коэффициентом эрозионной опасности*.

По почвозащитной эффективности все растения разделяют на три группы: хорошо-, средне- и слабо защищающие почву. К первой группе относятся многолетние травы, ко второй – зерновые сплошного посева и одно-

летние травы, к третьей – пропашные и технические, кормовые и овощные культуры, плодовые насаждения.

Снижение удельного веса пропашных культур и выращивание многолетних бобовых трав в почвозащитных севооборотах, расположенных на склонах с крутизной более 5° , уменьшают проявление эрозии, улучшают физические свойства почвы и увеличивают урожайность возделываемых культур.

В условиях достаточного увлажнения, применяя промежуточные культуры (озимые зерновые и вика), почву можно надежно защитить покровом живых растений в течение круглого года.

16.6 Классификации эродированных почв

В зависимости от степени эродированности выделяют слабоэродированные, среднеэродированные, сильноэродированные, очень сильноэродированные почвы. Степень может определяться различными показателями (табл. 22).

Таблица 22 – Классификации эродированных почв

Категории	Показатели
по уменьшению содержания гумуса в верхнем слое почвы	
смытости почвы	уменьшение содержания гумуса в верхнем слое по сравнению с несмытой почвой, %
Слабосмытые	10-20
Среднесмытые	20-50
Сильносмытые	>50
Очень сильносмытые	>75
по уменьшению гумусового горизонта почвы	
смытости почвы	степень смытости гумусового горизонта почвы
Слабосмытые	смыто не более половины гумусового горизонта
Среднесмытые	смыто более половины гумусового горизонта
Сильносмытые	частично смыт переходный или иллювиальный горизонт
Очень сильносмытые	полностью смыты гумусовый и переходный, (иллювиальный) горизонты; распаивается материнская порода
дефлированные почвы	
эродированности	степень выдувания гумусового горизонта почвы, %
Слабодефлированные	до 20
Среднедефлированные	20-40
Сильнодефлированные	40-60
весьма сильнодефлированные	более 60

Практически все почвы при определенных условиях могут подвергаться ветровой и водной эрозиям или их совместному действию, по этой причи-

не системы земледелия во всех районах страны должны быть почвозащитными. Если принять во внимание, что водная, ветровая, а также совместная эрозии начинаются, прежде всего, с нарушения водного режима почвы, то все системы земледелия должны быть почвооохранными. Противозащитный комплекс включает систему взаимоувязанных и дополняющих друг друга организационных, агротехнических, лесомелиоративных, водохозяйственных и гидромелиоративных мероприятий.

Согласно Указаниям по проектированию противоэрозионных мероприятий все земли делят на три класса и девять категорий.

Класс А — земли, пригодные для интенсивного использования в земледелии. Сюда входят 4 категории пахотных земель.

I. *Не подверженные ветровой и водной эрозиям*. На них не проводят специальные противоэрозионные мероприятия.

II. *Подверженные слабой эрозии*. В эту категорию входят несмытые и слабосмытые почвы с уклоном 1-3°. Для предотвращения эрозии, регулирования поверхностного стока вод применяют специальные приёмы обработки почвы.

III. *Подверженные эрозии в средней степени* (слабо-, среднеэродированные почвы). Они расположены на склонах 3-5°, слабо расчленены ложбинами и промоинами. На них необходимо применять противоэрозионные технологии и лесомелиоративные мероприятия.

IV. *Подверженные сильной эрозии* (среднеэродированные почвы). К ним относятся земли на склонах 5-7°. Поверхность склонов расчленена промоинами и ложбинами. На таких землях необходимы специальная организация территории, гидротехнические мероприятия.

Класс Б — земли, пригодные для ограниченной обработки.

V. *Подверженные очень сильной эрозии* (средне-, сильноэродированные почвы). Они имеют уклон 7-9°, мало пригодны для пашни, но могут использоваться в качестве сенокосов и пастбищ.

Класс В — земли, непригодные для обработки. Включают 4 категории.

VI. Относятся берега, дно балок, крупных оврагов. Пригодны под сенокосы и ограниченно под пастбища.

VII. Относятся крутые склоны балок. Ограниченно пригодны под пастбища.

VIII. Участки не пригодные для земледелия, но пригодные для лесоразведения.

IX. Участки не пригодные для земледелия и лесоразведения. Такие земли нуждаются в рекультивации.

16.7 Система защиты почв от эрозии

Защита от эрозии подразумевает комплексное применение лесомелиоративных, гидротехнических, организационных, агрохимических, агротехнических мероприятий.

Система мероприятий по защите земель от различных видов эрозии должна обязательно включать использование агролесомелиоративных мероприятий, в том числе использование *лесозащитных насаждений*. Их виды: водорегулирующие, полезащитные, пастбищезащитные, приовражные, куртинно-групповые, сплошные и другие. Основные общие функции лесозащитных насаждений:

- снижение скорости и турбулентности ветрового потока;
- повышение влажности почвы и воздуха;
- создание равномерного снежного покрова;
- улучшение микроклимата.

Виды лесных насаждений: по конструкции - непродуваемые, продуваемые, ажурные; по назначению – основные и вспомогательные; по расположению - поперек склона, по горизонталям, охватывающие.

Водорегулирующие насаждения создаются на склонах более 2-3°. Их главное назначение – предотвращение и смягчение водной эрозии, а именно распыление и поглощение поверхностного стока талых и ливневых вод.

Прибалочные лесные полосы предназначены для защиты прилегающей пашни от разрушения эрозией, для лучшего снегораспределения и увлажнения полей.

Приовражные лесные полосы создают для закрепления растущих оврагов. Они должны охватывать не отдельные части, а целую систему оврагов и их вершин.

Куртинно-групповое и *сплошное* облесение осуществляют при большой изрезанности территории оврагами и на песках.

Ширина лесозащитных полос обычно колеблется в пределах 8-20 метров(может быть и больше); расстояние между основными полосами - от 200 до 350 м.

Из *гидротехнических противозерозионных сооружений* используются каналы для задержания или отвода воды в головные водоприемники (пруды, водоемы); вершинные сооружения в виде бетонных, кирпичных, деревянных и других лотков, быстROTOКОВ, перепадов; донные сооружения по руслам ложбин и оврагов для предотвращения дальнейшего размыва русла; пруды и водоемы.

Важный прием повышения почвозащитной роли севооборотов — *полосное размещение* культур на эродированных землях. Полосное размещение посевов представляет собой чередование полос культур различной почвозащитной способности (многолетние травы, культуры сплошного посева, пропашные и т. д.). Количество полос на поле должно быть четным. На каждом поле размещают по полосам две культуры – одну с высокими почвозащитными свойствами, другую с более низкими. Это позволяет резко сократить эрозионные процессы, исключить обработку почвы вдоль склона и создать условия для более эффективного использования почвенного плодородия. При полосном размещении культур существенное значение имеет ширина полос, занимаемых культурой. Чем шире обрабатываемая полоса, тем

меньше ее противоэрозионный эффект. Однако на узких полосах трудно создать условия для производительной работы сельскохозяйственных машин и агрегатов (табл. 23).

Таблица 23 - Ширина полос в зависимости от крутизны склонов

Крутизна склона, градус	ширина полос, м (чередование многолетних трав с однолетними культурами)
1-3	100-80
3-5	80-60
5-8	60-40
8-10	40-20
10-12	20-10

Ширина полос на почвах легкого гранулометрического состава должна быть не более 50 м, а на почвах тяжелого до 100-150 м.

Полосное размещение культур не требует особых капитальных затрат, и его можно применять практически в любом хозяйстве.

Для защиты почв от эрозии можно использовать **буферные полосы** - посевы различных культур сплошного сева, которые зимой служат для задержания и накопления снега, а весной — для уменьшения стока и развития водной и ветровой эрозий. Для буферных полос используют многолетние и однолетние травы, посевы озимых и яровых зерновых культур. Ширина буферных полос и расстояние между ними зависят от крутизны склона, эрозионных процессов и других факторов, влияющих на развитие эрозии. В практике на склонах 6—8° буферные полосы создают шириной 4-6 м, расстояние между ними 30-40 м; на склонах меньшей крутизны расстояние увеличивают до 50-100 м, а с увеличением крутизны, наоборот, уменьшают до 10-30 м.

Буферные полосы дополняются щелеванием, которое выполняют щелеватели с обеих сторон полосы.

К числу наиболее важных **агрохимических приемов защиты почв от эрозии** и повышения их плодородия относятся применение органических, минеральных (азотных, фосфорных, калийных) удобрений, а также микро- и бактериальных удобрений, известкование кислых смытых почв, выращивание сидератов.

Удобрения способствуют ускоренному и более дружному появлению всходов высеваемых культур, улучшают развитие надземной вегетативной массы растений и их корневой системы, связывающей почву. Хорошо развитые надземная масса и корни — надежное средство защиты почвы от выдувания и смыва.

Корневые и пожнивные остатки после уборки урожая пополняют запасы органического вещества в почве и восстанавливают ее потенциальное плодородие. Все эродированные почвы в первую очередь нуждаются в органических удобрениях. Они повышают (восстанавливают) плодородие, связность, ветро- и водоустойчивость, общую влагоемкость и водоудерживающую способность.

Эродированные почвы бедны микроэлементами, поэтому на них эффективно использование цинка, молибдена, бора, брома, кобальта и т.д.

Большое значение в повышении плодородия эродированных почв и защиты от эрозии имеет возделывание культур на зеленое удобрение (сидерация). Для этих целей можно использовать однолетний и многолетний люпин, клевер, кормовые бобы, горчицу, сурепицу, рапс, вику, редьку и другие культуры. Их возделывание на склоновых землях в виде промежуточных, покосных, пожнивных или парозанимающих посевов имеет большое противоэрозионное значение. При запашке зеленой массы на удобрение повышаются водопроницаемость и влагоемкость, усиливаются процессы микробиологической деятельности, улучшаются агрофизические свойства, в результате приостанавливаются эрозионные процессы, повышается плодородие почвы.

Из других способов защиты почвы от эрозии следует отметить насыщенные многолетними травами *почвозащитные севообороты*, а так же агротехнические меры.

16.8 Агротехнические меры защиты от эрозии

К агротехническим мерам относятся приемы, повышающие поглощение воды почвой.

Контурная обработка. При этом вспашку почвы, боронование, посев и другие виды работ проводят только поперек склона или по горизонталям рельефа. При пахоте чередуют вспашку всвал и вразвал. При контурной обработке борозда и гребень препятствуют движению воды, тем самым уменьшается поверхностный сток и смыл почвы. Контурную обработку целесообразно проектировать при крутизне более 1° практически во всех условиях, где может отмечаться сток осадков.

Почвоуглубление. При рыхлении подпахотного слоя ускоряется впитывание воды, уменьшается смыл почв. Его рекомендуется применять на склонах при слабой водопроницаемости почв.

Обваловывание зяби. Его проводят навесным плугом, на котором устанавливают один корпус с удлиненным отвалом для образования через определенное расстояние поперек склона земляных валиков высотой до 20 см. Боронование, культивация и прикатывание почвы по обваловыванной вспашке склонов задерживают до 420 м³ воды на 1 га пашни, снижают смыл почвы ливневыми и талыми водами, способствуют увеличению запасов почвенной влаги. Этот прием целесообразно применять в условиях возможного стока осадков от снеготаяния.

Полосное глубокое рыхление почвы. Его выполняют после оседания и уплотнения почвы осенью или ранней весной до посева культур поперек склона разовым проходом плугами с центральным и двумя боковыми рыхлителями или щелеванием по следам гусениц трактора. Центральный рыхлитель обрабатывает почву на глубину 50-60 см, а два боковых – на 30 см. Расстояние между поперечными взрыхленными полосами на склонах крутизной

до 5° составляет 20-25 м, свыше 5° - 5-15 м. Глубокое полосное рыхление способствует задержанию 300 м³ поверхностного стока, сокращению смыва почвы до 14 т/га.

Плоскорезная обработка почвы. Сохранение послеуборочных остатков на поверхности поля уменьшает смыв почвы и испарение влаги. Мульча из растительных остатков защищает почву от ударов дождевых капель, разрушающих почвенные агрегаты, и способствует образованию почвенной корки. Плоскорезная обработка почвы сохраняет послеуборочные остатки, усиливает инфильтрацию воды, что способствует уменьшению поверхностного стока и смыва почвы.

Минимальная почвозащитная обработка. Исключение механических обработок на основе применения гербицидов позволяет сохранить на поверхности почвы максимальное количество пожнивных остатков стерневого предшественника, и создает тем самым фон, существенно сопровождающий смыв почвы. Однако на полях со слабой водопроницаемостью увеличивается опасность жидкого стока. Для его предотвращения нулевую зяблевую обработку на склонах сочетают с щелеванием почвы.

Щелевание почвы. Это эффективный почвозащитный прием задержания стока осадков под озимыми и яровыми культурами сплошного сева, а также однолетними и многолетними травами. Щели на глубину 50-60 см нарезают контурно или поперек склона щелеванием по следам трактора. Щелевание проводят после сева культур до начала прорастания семени, а на посевах озимых зерновых оно возможно поздней осенью, когда почва промерзает на глубину 3-4 см. На склонах крутизной 5° щели делают через 10 м, на более крутых участках – через каждые 5 м. Глубина щелевания 30-70 см, ширина щелей – 2 см.

Щели, нарезанные осенью, к периоду весеннего снеготаяния часто оказывается закупоренными. Поэтому при неглубоком промерзании почвы возможно ранневесеннее щелевание зяби.

Щелевание позволяет на каждом гектаре дополнительно задерживать сток до 300 м³, сократить смыв почвы до 16 м³/га.

Щелевание естественных кормовых угодий с одновременным боронованием поверхности увеличивает запасы влаги в 1,5-2 раза.

Окучивание и прерывистое бороздование. На склонах крутизной выше 3° последнюю культивацию сочетают с нарезкой прерывистых борозд глубиной 10-12 см с помощью специальных приспособлений. Ширина борозд по верху 30 см, длина от одной перемычки до другой 70 см, ширина перемычек 20-30 см. На 1 га делают 12-13 тысяч микроемкостей, способных задерживать до 45 мм осадков, резко уменьшить смыв почвы.

Лункование и бороздование зяби. Его проводят одновременно со вспашкой или отдельно поздней осенью лункователями или окучиниками, установленными на крайние и среднюю секции паровых или пропашных культиваторов. Эти приемы задерживают сток талых вод в объеме 10-15 мм, сокращают смыв почвы в 3-4 раза.

Гребнистая вспашка. Выполняют ее плугами общего назначения с удлиненным или укороченным отвалом, установленным на один из корпусов. При работе агрегата с удлиненным отвалом на поверхности пашни образуется гребень высотой 20-25 см и шириной у основания 40-50 см. водозадерживающая способность поверхности почвы при такой обработке достигает 300-400 м³/га, смыв сокращается в 2-3 раза.

Кротование почвы. Его применяют на почвах с низкими физическими свойствами один раз в 2-3 года на глубину 25-60 см. Кротование почвы позволяет увеличить запасы влаги на 25-30 мм. Кротователь делает кротовины одновременно со вспашкой на глубине 40 см, диаметром 6-8 см с расстоянием между кротовинами 105 см. Влага в почву поступает через щель, прорезанную стойкой кротователя. Кротовать можно и междурядья пропашных культур, совмещая с первой междурядной обработкой. Глубина кротования в этом случае 18-20 см.

Снегозадержание и регулирование снеготаяния. Эффективным способом регулирования снеготаяния и задержания талых вод является волнование снега с помощью снегопахов-волнователей. Снежные валы на склонах крутизной до 2-3° размещают вдоль направления горизонталей через 15-20 м, а на более крутых склонах – через 8-10 м. Эффективным способом регулирования снеготаяния и задержания талых вод на склонах является полосное уплотнение снега тяжелыми водоналивными катками. Расстояние между проходами зависит от крутизны склона: чем круче, тем чаще.

16.9 Почвозащитная эффективность севооборотов

Почвозащитная эффективность севооборотов рассчитывается по формуле:

$$КЭС = \frac{K_1 \times S_1 + K_2 \times S_2 + \dots + K_n \times S_n}{S} \times КС \quad (10),$$

где КЭС – коэффициент эрозионной опасности севооборота; КДС – коэффициент дефляционной опасности севооборота; К₁...К_п – коэффициенты эрозионной и дефляционной опасности культур севооборота (табл. 24); S₁...S_n – площадь культур в севообороте; S – общая площадь севооборота; КС – коэффициент рельефа (табл. 25).

Таблица 24 – Устойчивость культур к эрозии и дефляции

Культура	Коэффициент эрозионной опасности (Кэ)	Коэффициент дефляционной опасности (Кд)
Пар чистый	1,00	1,00
Кукуруза на силос	0,60	0,70
Яровые зерновые	0,60	0,75
Однолетние травы	0,50	0,75
Горох	0,35	0,75
Озимые зерновые	0,30	0,30
Многолетние травы 1-го года	0,08	0,08
Многолетние травы 2-го года	0,03	0,03
Многолетние травы 3-го года	0,01	0,01

При расчётах следует выбрать определённый вид эрозии. Например, в Нечерноземной зоне наиболее потенциально опасна водная.

Если в севообороте выращивается промежуточная культура, то она добавляется в числитель формулы; одновременно следует увеличить знаменатель на площадь, занятую ею.

Таблица 25 – Влияние крутизны рельефа на коэффициент рельефа

Крутизна склона, градус	Коэффициент рельефа
Ровная территория	1,0
1-2	1,1
3-4	1,4
5-6	2,0
7-9	3,0

После проведённых расчётов и вычисления коэффициента эрозионной опасности, анализ полученного результата можно сделать с помощью данных таблицы 26.

Таблица 26 – Классификация севооборотов по значению коэффициент эрозионной опасности

Севооборот	КЭС
Эрозионно нестабильный	0,67 и выше
Эрозионно высокоопасный	0,51-0,66
Эрозионно среднеопасный	0,34-0,50
Эрозионно стабильный	0,33 и ниже

Полученный результат является основой для разработки, если необходимо, мероприятий по повышению эффективности использования земель.

17 СИСТЕМА МАШИН ДЛЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В данном разделе образцы техники: как тракторы (табл. 27), так и сельскохозяйственные машины (табл. 28), - в основном, представляют отечественное производство.

17.1 Тракторы

Таблица 27 - Тракторы, используемые для обработки почвы

Гусеничные		Колесные	
Марка трактора	Класс тяги, тс	Марка трактора	Класс тяги, тс
ДТ-75	3	Уралец 220	0,2
Агромаш 90 ТГ	3	КМЗ-012	0,2
Агромаш 150 ТГ	3	Агромаш 30 ТК	0,6
Т - 402	4	Беларус- 300	0,6
ВТ-150	4	ЛТЗ- 55	0,9
Беларус 1502	4	Агромаш 50 ТК	0,9
Беларус 2103	4	Агромаш 60ТК	0,9
Агромаш 315ТГ	6	Беларус 422	0,9
Агромаш Руслан	6	Агромаш 85 ТК	1,4
Т-170 М	6	ЛТЗ – 60	1,4
		Беларус 923	1,4
		МТЗ-82	1,4
		Агромаш 160 ТК	2
		ЛТЗ – 95	2
		Беларус– 1221	2
		Агромаш ТГ-150	3
		Агромаш 180 ТГ	3
		РТМ - 160	3
		Terrion 3180М	3
		Беларус –1523	3
		К – 424	4
		Terrion АТМ 4200	4
		Беларус 2022	4
		К-744	5
		Terrion 5280	5
		К- 744 Р2	6
		Terrion 7360	7
		К – 747 Р3	7
		К – 744 Р4	8
		Rostselmach Versa- tile 535	8

17.2 Сельскохозяйственные машины

Таблица 28 - Сельскохозяйственные машины для обработки почвы

Наименование машин	Марки машин	Класс тяги трактора
Плуги	Л-101	0,9-1,4
	ПЛН-4-35	1,4-2-3
	ПЛН-5-35	3
	ПО-5-40	3
	ПГУ-5-45	3
	ПЛП-6-35	3-5
	ПН-8-35	5
	ПЛН-8-40	2-3
	VisXM 7+1	5
	Master 103	3
	Challenger	5
Бороны дисковые	БДТ-3	3
	БДН-3	3
	БДТ-7	3
	Storm	2-3
Дискаторы	БДМ 3,6х4П	4
	БДМ 2,8х4П	3
Бороны зубовые	БЗТС-1,0	2-3
	Л-301	2-3
	БЗСС-1,0	1,4-2
	ЗБП-0,6А	1,4
	ЗОР-0,7	1,4
Шлейф-бороны	ШБ-2,5	1,4
Бороны сетчатые	БСО-4А	1,4
Бороны пружинные	БП-8	3
Борона грядковая	БЗГ-5,4	1,4-2
Лушпильники дисковые	ЛДГ-5А	1,4-2-3
	ЛДГ-10АМ(А)	3
	ЛДГ-15АМ(А)	4
	ЛДГ-20	5
Лушпильники лемешные	ППЛ-5-25	3
	ППЛ-10-25	3
Культиваторы сплошные	КБМ-4,2	1,4-3
	КСП-4,2	1,4-3
	КУК-4	1,4-3
	КПП-8	3
	КБМ-7,2	3
Культиваторы пропашные	КОН-2,8 М	1,4-2
	КРН-4,2	1,4-2
	КПП-8	3
	КОЗР-8,1-02	3
	Grimme	0,9-2
Гребнеобразователь	DFGrimmeBaselier	0,9-1,4-2
Катки гладкие	ЗКВГ-1,4	0,9-1,4

продолжение таблицы 28		
Наименование машин	Марки машин	Класс тяги трактора
Культиваторы-окучники	ОК-1,4	0,6-1,4
Катки кольчатые	ЗККШ-6	1,4
	ЗКК-6А	1,4
	КБМ-8,4	1,4-2
	КЗК-10	3
Фрезерные культиваторы	E1 Kuhn	1,4-2
	EmyElenfer	1,4-3
Мотыги ротационные	МВН-2,8М	1,4-2
Катки кольчатые	ЗККШ-6	1,4
	ЗКК-6А	1,4
	КБМ-8,4	1,4-2
	КЗК-10	3
Фрезерные культиваторы	E1 Kuhn	1,4-2
	EmyElenfer	1,4-3
Комбинированные агрегаты для предпосевной подготовки почвы	РВК-3,6	1,4-3
	АКШ-6,0	3
	КППШ-6	3
	ВИП-5,6	1,4-3
	РВУ-6	3
	РБР-4А	3
	Atlas	2-3
	Viking	2-3
Комбинированные агрегаты для основной и предпосевной обработки почвы	АПК – 3	3
	АПК – 6	5
	АКНП – 4	2-3
	Atlas	2-3
Комбинированные агрегаты для гребнеобразования	АПК-3	1,4-3
Комбинированные агрегаты для подготовки почвы и посева	АПО-5,4	2-3
	КА – 3,6	3
	КФС – 3,6	3

18 ЗАДАЧИ

18.1 Примерные виды задач по земледелию

1. Чему равна плотность почвы (г/см^3), если её объём составляет 213 см^3 , а сухая масса – 260 г ?
2. Рассчитать общую пористость, если плотность почвы равна $1,24 \text{ г/см}^3$, а плотность твёрдой её фазы – $2,55 \text{ г/см}^3$.
3. Масса почвы в 23 г после высушивания уменьшилась на 7 г . Плотность почвы $1,21 \text{ г/см}^3$. Рассчитать влажность в % от массы почвы и от её объёма.
4. Рассчитать массу сухой почвы, если её сырая масса составляет 35 г , а влажность 17% .
5. Рассчитать запас продуктивной влаги (т/га и мм) в слое $0\text{-}20 \text{ см}$, если максимальная гигроскопическая влажность равна $2,1\%$, плотность почвы $1,32 \text{ г/см}^3$, влажность 19% .
6. Рассчитать массу пахотного слоя мощностью 25 см на 1 га , если плотность почвы равна $1,2 \text{ г/см}^3$.
7. Рассчитать общую пористость и пористость аэрации дерново-подзолистой почвы, если плотность её твердой фазы равна $2,6 \text{ г/см}^3$, плотность сложения – $1,2 \text{ г/см}^3$, влажность – 24% от массы почвы.
8. Определить влажность почвы, если масса влажной почвы равна 30 г , а масса сухой – 23 г .
9. Рассчитать влажность завядания растений, если максимальная гигроскопическая влажность почвы равна 6% .
10. Определить влажность и продуктивную влагу в почве, если масса влажной почвы составляет 30 г , сухой – 22 г , максимальная гигроскопическая влажность – 5% .
11. Рассчитать общий и продуктивный запас влаги в пахотном слое в $\text{м}^3/\text{га}$ и в мм , если влажность почвы равна 22% , максимальная гигроскопическая влажность – 6% , плотность – $1,2 \text{ г/см}^3$, мощность пахотного слоя – 22 см .
12. Определить коэффициент водопотребления, если суммарное водопотребление составляет 350 мм/га , а продуктивность озимой пшеницы – $6,5 \text{ т/га}$.
13. Рассчитать суммарное водопотребление в $\text{м}^3/\text{га}$ и в мм/га , если запас воды в метровом слое почвы в начале и в конце вегетации составляет соответственно 4250 и $2425 \text{ м}^3/\text{га}$, а сумма осадков за вегетационный период – 180 мм .

18.2 Решение задач

Для расчета массы пахотного слоя почвы вначале необходимо найти объём почвы на площади 1 га (10000 м^2): $V = 10000 \text{ м}^2 \times h$ (мощность пахот-

ного слоя); далее массу почвы в данном объеме: $m = V \times d_0$ (плотность почвы).

Плотность почвы равна отношению её сухой массы к объёму.

Общую пористость (ОП) можно рассчитать по величине плотности (d_0) и плотности твёрдой фазы(d): $ОП (\%) = (1 - d_0/d) \times 100$.

Пористость аэрации $Па$ рассчитывают как разность между общей пористостью и объемом пор, занятых влагой (количеством влаги, выраженной в объёмных процентах) (W_o) по формуле: $Па = ОП - W_o$. Последний показатель (% от объема) определяют по формуле: $W_o = W_v \times \rho$, где W_v – влажность почвы, %.

Влажность почвы (W_v , % от массы почвы) определяется как частное от деления массы испарившейся воды при сушке (B) к массе абсолютно сухой почвы (m_0), выраженную в процентах: $W_v = B/m_0 \times 100$.

Количество непродуктивной влаги рассчитывается по влажности завядания (B_3): $B_3 = 1,34 \text{ МГВ}$ (максимальной гигроскопической влажности).

Количество продуктивной влаги находят как разность полевой влажности и влажности завядания: $КПВ = W_v - B_3$.

Количество непродуктивной и продуктивной влаги вычисляют в объёмных и массовых процентах. Количество объёмной влаги в % получают умножением массовой влаги в % на плотность почвы.

Расчёт запасов влаги ($ЗВ$) в т/га или $м^3/\text{га}$ проводится по формуле: $ОЗВ = W_v \times d_0 \times h$ (мощность слоя, см). Для перевода запасов влаги из $м^3/\text{га}$ в мм следует полученное значение умножить на 0,1.

Запас недоступной влаги ($ЗНВ$, т/га) рассчитывается по формуле: $ЗНВ = B_3 \times d_0 \times h$. Запас продуктивной влаги ($ЗПрВ$) - это разность между общим запасом влаги ($ОЗВ$) и ее недоступной частью ($ЗНВ$): $ЗПрВ = ОЗВ - ЗНВ = (W_v - B_3) \times d_0 \times h$.

Для учета непродуктивных потерь влаги используют коэффициент водопотребления сельскохозяйственной культуры K_w – количество влаги, затрачиваемое на транспирацию и испарение с поверхности почвы на формирование единицы сухой биомассы ($м^3/\text{га}$ или в мм/т). $K_w = W/Y$, где W – суммарное водопотребление (продуктивная влага из почвы + осадки), мм; Y – урожайность, т/га.

Общий расход воды с 1 га (в $м^3$ или в мм) называется суммарным водопотреблением возделываемой на данном поле сельскохозяйственной культуры. Величина водопотребления измеряется в мм или в $м^3/\text{га}$. Суммарный расход влаги ($\sum W$) определяется по формуле: $\sum W = W_n - W_k + \sum P$, где W_n и W_k - запас воды в метровом слое почвы в начале и в конце вегетации растений, мм или $м^3/\text{га}$; $\sum P$ - сумма осадков за вегетационный период, мм.

19 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

19.1 Виды тестов

Закрытый тест с одним правильным ответом

1. Автор закона минимума, оптимума и максимума: наивысший урожай может быть получен при оптимальном наличии фактора; уменьшение или повышение его уровня приводит к снижению урожая

а) Либих б) Сакс в) Митчел г) Прянишников

Закрытый тест с несколькими правильными ответами

2. Растительные остатки растений разделяют на группы

а) пожнивные б) корневые в) листостебельные г) надземные

Открытый тест

3. Совокупность отраслей сельскохозяйственного производства, основанных на эффективном использовании земли с целью выращивания культурных растений, называется ...

Тест на последовательность

4. Расположить трактора в порядке возрастания уплотняющего воздействия на почву

а) К-744 б) ДТ-75 в) МТЗ-82 г) ВТ-150 д) Беларусь 1523

Тест на соответствие

5. Соотнести группы факторов жизни растений и входящие в их состав факторы

1 – космические 2 - земные

а) вода б) свет в) кислород г) тепло

Ответы: 1б; 2абв; 3-земледелие; 4-1бг2ав; 5гбадв

19.2 Примерные контрольные тестовые вопросы

Раздел 1 Научные основы земледелия

Закрытые тесты - за правильный ответ 1 балл

1. Автор закона минимума, оптимума и максимума: наивысший урожай может быть получен при оптимальном наличии фактора; уменьшение или повышение его уровня приводит к снижению урожая

а) Либих б) Сакс в) Митчел г) Прянишников

2. Указать не элемент плодородия

а) водный режим б) воздушный режим

в) тепловой режим г) физико-химические свойства почвы

3. Первым русским агрономом называют

а) Комова б) Левшина в) Болотова г) Павлова

4. Количество воды, необходимое для создания единицы сухого вещества урожая, называется коэффициентом...

а) водопотребления б) транспирации в) водоотдачи г) диффузии

5. Гидротермический коэффициент рассчитывается по формуле
 а) $= Y \times KB$ б) $= B/V$ в) $V = V_1 + (V_3 + V_4)$ г) $= \Sigma P / \Sigma t > 10^\circ : 10$ д) $d = B : V_1$
6. Скелет почвы образуют механические частицы почвы в диаметре больше, мм
 а) 1 б) 2 в) 3 г) 4
7. Оптимальная плотность суглинистых дерново-подзолистых почв для пропашных культур, г/см³
 а) 1,8-1,7 б) 1,6-1,5 в) 1,4-1,3 г) 1,0-1,2
8. Указать культуру, оставляющую после себя наибольшее количество растительных остатков
 а) клевер б) пшеница в) горох г) картофель
9. Не является микроэлементом
 а) железо б) бор в) калий г) молибден
10. Автор закона возврата: вещество и энергия, отчужденные из почвы с урожаем, должны быть возвращены в почву с определенной степенью превышения
 а) Сакс б) Либих в) Ломоносов г) Либшер
- Закрытые тесты с несколькими правильными ответами - за правильный ответ 2 балла*
11. Растительные остатки растений разделяют на группы
 а) пожнивные б) корневые в) листостебельные г) надземные
- Тесты на соответствие - за правильный ответ 2 балла*
12. Соотнести группы факторов жизни растений и входящие в их состав факторы
 1 – космические 2 - земные
 а) вода б) свет в) кислород г) тепло
- Открытые тесты - за правильный ответ 3 балла*
13. Процесс изменения важных природных свойств почвы в благоприятную сторону путём применения научно обоснованных приёмов воздействия на неё называется ...
14. Совокупность отраслей сельскохозяйственного производства, основанных на эффективном использовании земли с целью выращивания культурных растений, называется ...

Раздел 2 Сорные растения и защита от них

Закрытые тесты - за правильный ответ 1 балл

1. Количество видов сорных растений на территории нашей страны
 а) 500 б) 1330 в) 6500 г) 12500
2. Самым горьким растением нашей флоры считается
 а) хвощ полевой б) лютик едкий
 в) одуванчик лекарственный г) полынь горькая
3. Период в жизни культурного растений, когда наблюдается наиболее острое негативное влияние засоренности на его рост и развитие, называется ...

- а) гербакритическим б) летальным в) оптимальным г) корональным
4. Содержание жизнеспособных семян сорняков в 1 т навоза КРС, тысяч
- а) до 1000 б) 400-500 в) 100-120 г) 43-56
5. Указать вид сорных растений внешнего карантина
- а) паслен трехцветковый б) горчак ползучий в) ипомея плющевидная г) повилика
6. В группу истребительных механических приёмов защиты от сорняков не входит
- а) ручная прополка б) использование сидеральных культур
в) скашивание г) обработка почвы
7. Способ теоретически разработанный и предложенный для уничтожения корневищ пырея ползучего
- а) удушения б) истощения в) провокации г) глубокая заделка
8. Указать приём защиты от сорняков не относящийся к группе физических
- а) высушивание б) термический способ
в) аллелопатические взаимоотношения г) воздействие ЭМП СВЧ
9. Выбрать гербицид сплошного действия
- а) раундап б) 2,4 –Д в) гербитокс г) зенкор
10. Оптимальный срок применения гербицидов сплошного действия
- а) по всходам культуры б) после уборки культуры
в) во время вегетации культуры г) во время посева культуры
- Закрытые тесты с несколькими правильными ответами - за правильный ответ 2 балла*
11. К малолетним сорнякам относятся их группы
- а) эфемеры б) корневищные в) ползучие г) озимые
- Тесты на соответствие - за правильный ответ 2 балла*
12. Соотнести группы и методы защиты от сорняков
- 1 – предупредительные 2 – истребительные
- а) агротехнические б) механические в) карантинные г) организационные
- Открытые тесты - за правильный ответ 3 балла*
13. Растения, относящиеся к культурным видам, но не возделываемые на данном поле, называются ...
14. Разновидность пестицидов, применяемая для защиты и уничтожения сорняков, называется ...

Раздел 3 Севообороты

Закрытые тесты - за правильный ответ 1 балл

1. Длительность ротации в шестипольном севообороте, лет
- а) 3 б) 4 в) 5 г) 6 д) 7
2. Поле, на котором высевают две культуры и более, называется
- а) сложным б) сборным в) комплексным г) составным
3. Культура, высеваемая летом, сразу после уборки озимой ржи и дающая урожай зеленой массы осенью того же года, называется
- а) поукосной б) подсевной в) озимой г) пожнивной

4. Прянишников объединил все причины почвоутомления в количество групп
а) 4 б) 5 в) 6 г) 7
5. Указать культуру, слабо реагирующую на севооборот
а) лён-долгунец б) горох в) кукуруза г) клевер
6. Согласно принципу периодичности минимальный срок возврата на прежнее место в севообороте у льна-долгунца составляет, лет
а) 1-2 б) 3-4 в) 5-6 г) 8-9
7. Указать лучший предшественник льна-долгунца
а) озимая пшеница б) занятой пар в) картофель г) люпин
8. Процесс внедрения нового севооборота имеет количество этапов
а) 3 б) 4 в) 5 г) 6
9. Поле севооборота, временно выведенное из общего чередования и занятое несколько лет одной из культур севооборота, называется
а) запольный участок б) запасное в) свободное г) выводное
10. Севооборот, в котором преобладают посевы зерновых культур, а также имеются чистые пары и многолетние травы, называется
а) зернопаровым б) зернопаротравяным в) зернотравяным г) плодосменным

Закрытые тесты с несколькими правильными ответами - за правильный ответ 2 балла.

11. Полевые севообороты могут включать звенья
а) технические б) зерновые в) специальные г) травяные д) паровые е) пропашные

Тесты на соответствие - за правильный ответ 2 балла.

12. Соотнести типы и подтипы севооборотов

1-полевые 2-кормовые

- а) овощные б) прифермские в) универсальные

Тесты на последовательность - за правильный ответ 3 балла.

13. Расположить в порядке убывания их ценности как предшественников группы культур

- а) технические культуры б) многолетние травы
в) зерновые культуры г) пропашные культуры

Открытые тесты - за правильный ответ 3 балла.

14. Поле, свободное от возделывания растений в течение определенного периода, называется ...

Раздел 4 Обработка почвы

Закрытые тесты - за правильный ответ 1 балл

1. Не существует модели строения пахотного слоя
а) гетерогенная б) гомогенная в) обратно-гетерогенная г) обратно-гомогенная
2. Назвать культуру с наименьшим коэффициентом эрозионной опасности
а) озимая пшеница б) яровой ячмень в) картофель г) многолетние травы

3. В увлажненных районах Нечерноземной зоны наиболее рационально окультуривать слой, см
а) 0-10 б) 0-20 в) 0-30 г) 0-40
4. Приём послепосевной обработки почвы, стимулирующий образование дополнительной корневой системы
а) прикатывание б) боронование в) окучивание г) букетировка
5. Поверхностная обработка после уборки стерневой культуры перед вспашкой называется
а) дискование б) боронование в) лущение г) культивация
6. Технология, при которой посев производится в необработанную почву, называется
а) минимальная б) прямая в) нулевая г) обратная
7. Вспашка под яровые культуры, проведенная в осенний срок, называется
а) культурная б) полукультурная в) зяблевая г) ранняя
8. Вспашка плугом с культурной формой отвала и с предплужниками называется
а) культурной б) полукультурной в) взмётом пласта г) оборотом пласта
9. Первый стальной плуг появился в веке
а) XVI б) XVII в) XVIII г) XIX
10. Воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на почву с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя, с целью изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении, это способ обработки
а) отвальный б) безотвальный в) роторный г) комбинированный
- Закрытые тесты с несколькими правильными ответами - за правильный ответ 2 балла.*
11. Указать разновидности водной эрозии
а) поверхностная б) подземная в) дефляция г) линейная
- Тесты на соответствие - за правильный ответ 2 балла.*
12. Соотнести способ углубления пахотного слоя в НЗ и оптимальную мощность вновь осваиваемого слоя в см
1-припахивание 2-рыхлением подпахотного слоя
а) 2-4 б) 5-6 в) 8-10 г) 12-14
- Тесты на последовательность - за правильный ответ 3 балла.*
13. Расположить трактора в порядке возрастания уплотняющего воздействия на почву
а) К-744 б) ДТ-75 в) МТЗ-82 г) ВТ-150 д) Беларус 1523
- Открытые тесты - за правильный ответ 3 балла.*
14. Разрушение почвы под действием различных факторов называется ...

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Литература

1. Баздырев Г.И. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник – М.: КолосС, 2009. – 415 с.
2. Глухих М. А. Земледелие: учебное пособие / М. А. Глухих, О. С. Батраева. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 216 с.
3. Доспехов Д.А. Практикум по земледелию : учебное пособие – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
4. Земледелие: практикум; учеб. пособие/И.П. Васильев [и др.]. - М.: ИНФРА-М, 2015. – 424 с.
5. Земледелие: учебник /под ред. А.И. Пупониной. - М.: Колос, 2000.– 550 с.
6. Земледелие: учебник/под. ред. Г.И. Баздырева. - М.: ИНФРА-М, 2015. –608 с.
7. Земледелие: учебное пособие / Д. А. Уполовников [и др.]. — Саратов: Саратовский ГАУ, 2017. — 284 с.
8. Никифоров, М. И. Земледелие : учебное пособие / М. И. Никифоров, И. Н. Белоус, В. М. Никифоров. — Брянск: Брянский ГАУ, 2018. — 190 с.
9. Практикум по земледелию: учеб. пособие / И.П. Васильев [и др.]. - М.: КолосС, 2004. - 424 с.
10. Прудникова А.Г. Севооборот – основа эффективного использования техногенной энергии для повышения устойчивости плодородия дерново-подзолистых почв и урожайности сельскохозяйственных культур: учебное пособие – Смоленск, 2009. – 108 с.
11. Прудникова А.Г. Структура как фактор устойчивости плодородия почв к антропогенным воздействиям: учебное пособие – Смоленск, 2005.– 141 с.
12. Прудникова А.Г., Романова И.Н. Вредоносность сорных растений и меры борьбы с ними при возделывании сельскохозяйственных культур: учебное пособие. – Смоленск: ФГОУ ВПО Смоленская ГСХА, 2009. – 116 с.
13. Суров В. В. Земледелие: учебное пособие / В. В. Суров, А. И. Демидова. — Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2018. — 100 с.
14. Ториков В. Е. Общее земледелие. Практикум: учебное пособие / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 204 с.

Профессиональные базы данных

- 1.«Гарант-аналитик» <http://www.garant.ru>
2. «КонсультантПлюс»» <http://www.consultant.ru/>

Информационные справочные системы

1. Информационные системы Минсельхоза России. <http://opendata.mcxs.ru/opendata/>
2. Федеральная служба государственной статистики. <http://sml.gks.ru/>

Учебное издание

Сергей Николаевич Глушаков
Ольга Ивановна Солнцева

Земледелие

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции

Физ. печ. листов 13,25

ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА.
214000, Смоленск, ул. Б. Советская, 10/2