

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ



Учебное пособие

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
Агротехнологический институт
Кафедра земледелия

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Учебное пособие

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2024

© Т. С. Киселёва, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов,
С. С. Миллер, 2024
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ISBN 978-5-98346-188-8

УДК 631
ББК 41.4

Рецензенты:

доцент, доцент кафедры общей биологии, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, кандидат сельскохозяйственных наук К. В. Моисеева;
доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, кандидат сельскохозяйственных наук Т. В. Горбачева

Альтернативное земледелие : учебное пособие / Т. С. Киселёва, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов, С. С. Миллер. – Тюмень : ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 147 с. – URL: <https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/kiseleva.pdf>. – Текст : электронный.

Учебное пособие предназначено для обучающихся направлений подготовки бакалавриата – 35.03.04 «Агрономия», 35.03.05 «Садоводство», 05.03.06 «Экология и природопользование», магистратуры – 35.04.04 «Агрономия» по дисциплинам альтернативное земледелие, земледелие, земледелие с основами почвоведения и агрохимии, системы земледелия, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, почвозащитное земледелие.

Авторы знакомят обучающихся с основными понятиями альтернативного земледелия, классификацией, биологическим (органическим), почвозащитным (мелиоративным), богарным земледелием.

Текстовое (символьное) электронное издание

© Т. С. Киселёва, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов, С. С. Миллер, 2024

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	ЗЕМЛЕДЕЛИЕ КАК НАУКА	7
	Контрольные вопросы	12
2	СИСТЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	13
2.1	Органическая, органобиологическая, экологическая системы земледелия	21
2.2	Биодинамическая система земледелия	24
	Контрольные вопросы	27
3	БИОЛОГИЧЕСКОЕ (ОРГАНИЧЕСКОЕ) ЗЕМЛЕДЕЛИЕ	28
	Контрольные вопросы	47
4	ПОЧВОЗАЩИТНОЕ (МЕЛИОРАТИВНОЕ) ЗЕМЛЕДЕЛИЕ	48
	Контрольные вопросы	62
5	БОГАРНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ	63
	Контрольные вопросы	67
6	АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	68
6.1	Этапы разработки адаптивно-ландшафтной системы земледелия	76
6.2	Формы организации земельной территории	77
	Контрольные вопросы	83
7	СЕВООБОРОТЫ В АЛЬТЕРНАТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	84
	Контрольные вопросы	123
8	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В АЛЬТЕРНАТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ	124
	Контрольные вопросы	132
	Заключение	133
	Библиографический список	137

ВВЕДЕНИЕ

Системы земледелия являются результатом длительного исторического развития народов, берущее свое начало в глубине веков и отражающее развитие культуры в определенных социально-экономических условиях.

«Нет сомнения, что та или другая система земледелия выражает собою ту или другую степень гражданского развития народов».

А.В. Советов

Альтернативное земледелие – это концепция, новый подход к земледелию, группа методов, этика отношения к земле. Цель альтернативного земледелия – получение продукции, не содержащей остатков химикатов, сохранение почвенного плодородия и охрана окружающей среды.

Суть альтернативного земледелия заключается в полном или частичном отказе от синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста и кормовых добавок. Некоторые направления альтернативного земледелия:

No-till-технология. Для выращивания культур обработка почвы не обязательна. Пожнивные остатки культур являются ценным продуктом и оставляются на поверхности почвы в виде мульчи.

Органическое земледелие. Для получения органической (экологически чистой) продукции не применимы промышленные удобрения, синтетические пестициды, кормовые добавки, генетически модифицированные культуры, механическая борьба с сорняками.

Перманентное сельское хозяйство (пермакультура). Это целостная развивающаяся система, состоящая из многолетних и самоподдерживающихся растительных и животных видов, полезных человеку. Основа концепции – наблюдение за природой и следование её законам, рациональное использование энергии и природных ресурсов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пермакультурный дизайн сада-мандалы, Орто, лабиринт Джардино

Адаптивно-ландшафтное земледелие. Принцип – в не нарушении природных ландшафтов и сохранении природного равновесия при помощи природных биоклиматических факторов.

Натуральное земледелие. Выращивание растений происходит в полном согласии с природой, по принципу «не переделывать и улучшать природу, а помогать ей».

Выстроить систему ведения сельского хозяйства на экологических принципах непросто. Особенно в современных условиях, где идет борьба за

высокую прибыль, где получение максимума из земельных ресурсов, несмотря на причиняемый ущерб, становится приоритетным направлением. Тем не менее, если отойти в сторону от традиционных систем земледелия, и сделать упор на экологически чистое сельскохозяйственное производство, то можно и увеличить прибыль, и сохранить устойчивость экосистемы.

С первого взгляда, в агропромышленном комплексе страны все хорошо, но мы не замечаем, что из-за высокого уровня внесения химических удобрений, интенсивного природопользования, происходит катастрофическое снижение плодородия почв. За последние 100 лет содержание гумуса в почвах снизилось на 25-35 % и продолжает уменьшаться на 500-600 кг/га в год. Уже одна треть от общей площади сельскохозяйственных угодий Российской Федерации, признаны малопригодными для земледелия.

Перспектива ведения земледелия на экологических принципах, привлекала многих ученых. Но насущные потребности человечества диктовали необходимость ориентации земледельческой науки на получение высоких урожаев всеми возможными способами. Соответственно этому заказу росло количество разработок, занятых решением данной проблемы. В результате на современном этапе научное обоснование земледелия на экологической основе намного слабее, чем у земледелия традиционного – интенсивного (Корчагин А.А., 2022).

В системах земледелия проявляются различные способы землепользования, присущие конкретному историческому этапу социально-экономического развития народа и общества.

«...культура поля всегда шла рука об руку с культурой человека».

К.А. Тимирязев

1 ЗЕМЛЕДЕЛИЕ КАК НАУКА

Учение о системах земледелия в России возникло во второй половине XVIII в. благодаря работам ученых-агрономов А.Т. Болотова, И.М. Комова, В.А. Левшина и практиков сельского хозяйства начала XIX в. – Д.М. Полторацкого, И.И. Самарина.

Земледелие как наука изучает способы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, сохранения и повышения плодородия почв для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Основные задачи земледелия: эффективное использование сельскохозяйственных угодий, сохранение и повышение плодородия почвы для создания условий, обеспечивающих получение высоких стабильных урожаев и улучшение качества продукции.

Земледелие как наука опирается на достижения фундаментальных дисциплин, таких как почвоведение, физиология растений, физика, химия, микробиология, агрохимия, растениеводство, землеустройство, мелиорация, экология, экономика и другие.

Основной задачей земледелия является изучение требований растений и разработка приёмов удовлетворения этих требований путём регулирования факторов жизни растений, создания оптимальных условий для роста и развития культурных растений.

В широком социально-экономическом смысле под земледелием понимают высокопродуктивное, устойчивое, экологически обоснованное и экономически эффективное производство высококачественной продукции растениеводства при рациональном использовании земли и воспроизводстве почвенного плодородия.

За последние десятилетия в России сформулированы основные методические принципы реализации потенциальной продуктивности растений, включающие освоение зональных систем земледелия, адаптированных к условиям природно-экономических зон, структурам посевных площадей и

севооборотам, системе обработки почвы, внесению доз органических, минеральных удобрений, микроудобрений и извести, внедрению интенсивных сортов, эффективной защите посевов от сорных растений, болезней и вредителей, своевременному и качественному проведению полевых работ. Разработка и осуществление комплекса агротехнических приемов применительно к конкретному высокому уровню урожайности составляет основу научного земледелия.

На данный момент известно несколько систем земледелия – примитивные, экстенсивные, переходные, интенсивные (наиболее распространенные в современной России), зональные, альтернативные. Если на ранних этапах преобладали природные процессы восстановления, то в интенсивном земледелии решающая роль отводится целенаправленной деятельности человека за счет применения химических, минеральных удобрений, мелиорации, техники, химических и биологических средств защиты растений и др. Снижение почвенного плодородия – вот что ждет современных землепользователей – потребителей, если они продолжают использовать интенсивные методы земледелия. Уже на данном этапе нужно задуматься об устойчивом развитии сельскохозяйственного производства. Устойчивое развитие, можно определить, как «развитие, которое отвечает потребностям нынешнего поколения без ущерба для будущих поколений».

Чтобы быть устойчивым, развитие должно быть экономически и экологически целесообразным. Необходимым условием достижения устойчивого развития является экологическая безопасность, экономическая эффективность и социальная справедливость. Устойчивое развитие – это, по сути, многоплановая концепция, включающая три взаимодействующих аспекта: экология, экономика и этика. Экологическое восстановление, экономическое улучшение и социальная справедливость взаимно усиливают друг друга. На практике защита окружающей среды – это развитие, потому что деградация окружающей среды ведет к бедности и нарушению развития.

Устойчивое развитие – это единственный путь сохранения и содействия социально-экономическому благополучию людей. На сегодняшний день в наиболее развитых странах набирают популярность альтернативные системы земледелия, классифицирующийся по степени «биологизации» предлагаемых технологий: органические, биологические, органо-биологические, биодинамические и экологические системы земледелия. Основной причиной развития этого направления связано с негативным влиянием интенсивных систем земледелия на почву, окружающую среду и качество продукции из-за широкого использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Очевидно, в данном направлении предстоит большая работа. При этом опережающими темпами необходимо развивать зонально-провинциальные агрокомплексы и составляющие их альтернативные системы земледелия (Корчагин А.А. и др., 2020).

В последнее десятилетие XX века были нарушены традиционные и зональные системы земледелия, стали преобладать экстенсивные агротехнологии с низкими дозами минеральных удобрений, резким сокращением числа и глубины обработок почвы, объемов применения органических удобрений и мелиорантов, нарушением севооборотов и выжиганием стерни. В этих условиях чрезвычайно сильное развитие получили деградационные процессы: эрозия и выпахивание, дегумификация и подкисление, ощелачивание и засоление. Много земель оказалось заброшенными, резко выросла засоренность посевов. Со снижением реального (эффективного) плодородия земель и уровня технологической культуры земледелия резко упала рентабельность растениеводства. Резко сократились объемы проведения почвозащитных и противоэрозионных мероприятий. Традиционные рекомендации по почвозащитным севооборотам и агротехнике в новых экономических условиях оказались практически недоступными для абсолютного большинства фермерских и кооперативных хозяйств, необходимым условием выживания которых является быстрая окупаемость финансовых вложений (Рзаева В.В. и др., 2024).

Земледелие – отрасли сельскохозяйственного производства, основанные на рациональном использовании земли с целью выращивания сельскохозяйственных культур (ГОСТ 16265-89).

Мелиоративное земледелие – земледелие на осушенных и орошаемых землях (ГОСТ 16265-89).

Орошаемое земледелие – земледелие с применением различных видов орошения (ГОСТ 16265-89).

Богарное земледелие – земледелие в засушливых районах с использованием влаги ранневесеннего периода и осадков, выпадающих в период вегетации растений (ГОСТ 16265-89).

Биологическое земледелие – земледелие, основанное на применении органических удобрений, механической обработки почвы и биологических методов защиты растений (ГОСТ 16265-89).

Плодородие почвы – совокупность свойств почвы, обеспечивающих необходимые условия для жизни растений (ГОСТ 16265-89).

Показатели плодородия почвы – физические, химические и биологические свойства почвы, характеризующие ее как среду для жизни растений (ГОСТ 16265-89).

Окультуривание почвы – повышение плодородия почвы физическими, химическими и биологическими методами воздействия на нее (ГОСТ 16265-89).

Окультуренный слой – слой почвы, улучшенный путем его обработки, удобрения и другими способами (ГОСТ 16265-89).

Система земледелия – комплекс взаимосвязанных организационно-экономических, агротехнических, мелиоративных, почвозащитных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, на повышение плодородия почвы с целью получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур (ГОСТ 16265-89).

Зональная система земледелия – система земледелия, все звенья в которой в полной мере учитывают и реализуют почвенно-климатические, материально-технические и трудовые ресурсы конкретной природной зоны (ГОСТ 16265-89).

Экстенсивная система земледелия – система земледелия, основанная главным образом на использовании природных почвенно-климатических факторов (ГОСТ 16265-89).

Интенсивная система земледелия – система земледелия, обеспечивающая рост урожаев и повышение плодородия почв за счет использования факторов интенсификации земледелия (ГОСТ 16265-89).

Зернопаровая система земледелия – система земледелия, при которой преобладающую часть площади пашни занимают зерновые культуры, значительная площадь отведена под чистые пары, плодородие почвы поддерживается и повышается обработкой почвы и применением удобрений (ГОСТ 16265-89).

Пропашная система земледелия – система земледелия, при которой большую часть пашни занимают посевы пропашных культур, а плодородие почвы поддерживается и повышается за счет интенсивного применения удобрений (ГОСТ 16265-89).

Травопольная система земледелия – система земледелия, при которой часть пашни в полевых и кормовых севооборотах используется под многолетние травы, являющиеся кормовой базой и главным средством поддержания и повышения плодородия почвы (ГОСТ 16265-89).

Плодосменная система земледелия – система земледелия, при которой не более половины площади пашни занимают посевы зерновых, на остальной части возделываются пропашные и бобовые культуры (ГОСТ 16265-89).

Звено системы земледелия – часть системы земледелия (система севооборотов, система обработки почвы, система удобрений и др.) (ГОСТ 16265-89).

Вопросы для контроля

1. Понятие альтернативного земледелия.
2. Цель альтернативного земледелия.
3. В чем заключается суть альтернативного земледелия.
4. История развития земледелия.
5. Основные задачи земледелия.
6. Примитивные, экстенсивные, переходные, интенсивные системы земледелия.
7. Понятие земледелия.
8. Понятие мелиоративного земледелия.
9. Понятие систем земледелия.
10. Понятие биологического земледелия.

2 СИСТЕМА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Альтернативные системы земледелия в разных странах по-разному называются, но имеют несущественные отличия. А. С. Степановских указывает, что в основе альтернативного земледелия лежит принцип: «от здоровой почвы – к здоровому растению, животному и человеку». Автор подчеркивает, что почва практически воспринимается как живой организм со сложными физико-химическими и биологическими свойствами. Почва, как и организм, обладает определенным уровнем обмена веществ, основную роль в котором играют почвенные организмы (эдафон). Полноценное корневое питание растений может быть обеспечено почвенным покровом. В США и Канаде, например, применяют органическую систему земледелия, в которой производство, переработка и хранение продукции растениеводства происходит без применения синтетических удобрений, пестицидов и регуляторов роста. Разрешено использовать только материалы, состоящие из веществ животного, растительного и минерального происхождения (Корчагин А.А. и др., 2018).

Целью альтернативного земледелия является получение продукции, не содержащей остатков химикатов, сохранение почвенного плодородия – и в конечном счете охрана окружающей среды.

Альтернативные системы земледелия возникли в результате негативных последствий в сельском хозяйстве, обусловленных сугубо технократическим подходом (преувеличение роли техники и технологии и недооценивание роли человеческого фактора) к интенсификации.

Основа альтернативного (биологического) земледелия – сокращение до разумного минимума внешнего антропогенного воздействия на агроэкосистему, создание максимума благоприятных предпосылок для полноценного использования ее собственного биопотенциала, в том числе сохранение функциональных компонентов динамического равновесия составляющих агроэкосистемы (природосообразность).

Природосообразное земледелие – направление, основанное на следующих принципах:

- признание безусловного совершенства природы и готовность учиться у неё;
- предпочтение «природоподобным» способам обработки земли;
- максимально бережное вмешательство при работе на земле в природные процессы.

Некоторые признаки природосообразного земледелия:

- отказ от глубокой обработки почвы (пахоты, перекопки и даже прополки тяпкой);
- отказ от минеральных удобрений и химических средств защиты растений;
- интенсивная посадка растений.

Также к направлениям природосообразного земледелия относят пермакультуру, которая использует свойства растений и животных, комбинируя их с естественными особенностями рельефа, а также с сооружениями.

Природосообразное земледелие – термин, введённый Б. А. Бубликом. Вот что он пишет:

Слово «органическое» изначально относилось к удобрениям, а позже приобрело преимущественно потребительский оттенок. За эпитетами «восстанавливающее» и «регенерирующее» видится, в первую очередь, почва. Определениям «природное» и «натуральное» недостает конкретности. За «биодинамикой» тянется шлейф эзотерики, чего-то такого для посвященных... Слова «разумное» и «умное» абсолютно справедливы, уместны, но в них не видно, строго говоря, дефиниции самого земледелия. Они, скорее, эмоциональны, оценочны.

А вот определение «природосообразное земледелие», введенное в обиход Терентием Семёновичем Мальцевым (1950), очень точно говорит о поведении земледельца сообразно с природой, можно сказать – «по шерсти» с природой. Особенно полно передает дух и букву этого земледелия украинский эквивалент «природодогоджаюче» (этот поразительно точный термин предложил Леонид

Иваненко). Угождать Природе! – пожалуй, самая ёмкая и одновременно конкретная заповедь природосообразного земледелия.

Борис Андреевич Бублик (15.06.1932-10.03.2018 гг.) – профессор и математик, который после выхода на пенсию стал увлечённо заниматься огородом и пермакультурой.

Некоторые книги Бублика:

«Про огород для бережливого и ленивого»;

«Меланжевый огород»;

«Дружелюбный огород»;

«Городим огород в ладу с природой»;

«Сидерация – всему голова».

Борис Андреевич читал лекции в клубах садоводов и огородников, которые придерживались природного и органического земледелия.

Можно выделить следующие цели альтернативного земледелия:

- сохранение и повышение плодородия почвы;
- защита окружающей природной среды;
- активизация круговоротов веществ и переноса энергии в агроэкосистемах;
- снижение материал- и энергоемкости получаемой продукции;
- экономия ресурсов невозполнимой энергии;
- улучшение качества производимой продукции;
- производство гарантированного количества продукции;
- обеспечение устойчивости агроэкосистем.

В целом, в альтернативных системах земледелия имеет место быть стремление в направлении природосообразности. Обычно выделяют следующие направления альтернативных систем земледелия: органическое, биодинамическое, органиобиологическое и др. (<https://ecoucha.ru>)

Движение за альтернативное земледелие развивается в промышленно развитых странах, где с большой силой проявились негативные последствия интенсификации земледелия.

Альтернативное земледелие рассматривают как экологически обоснованную научную концепцию отношения человека к земле, как новый подход к ведению сельского хозяйства.

Системы альтернативного земледелия разнообразны. Они имеют свои особенности в зависимости от регионов и природных зон.

Наиболее распространены следующие виды этой системы: органическая, биодинамическая, биологическая, органо-биологическая, экологическая, которые могут существенно влиять на биологизацию сельского хозяйства.

Особый интерес представляют биодинамическая и органическая системы. Они еще недостаточно разработаны. Общим для всех способов (видов) альтернативной системы сельского хозяйства (системы земледелия) является озабоченность специалистов падающим уровнем плодородия почвы, ее загрязнением, высокой стоимостью пестицидов, минеральных удобрений, вредом от применения тяжелой мобильной техники (уплотнение почвы, различные формы снижения микробиологической активности, потеря супрессивности почвы (супрессивность – это свойство здоровой почвы подавлять фитопатогены и другие вредные организмы, ее стерилизация и др.) и увеличением поступления на рынок экологически опасной для населения растениеводческой и животноводческой продукции (Корчагин А.А., Мазиров М.А., Гафурова Л.А., Джалилова Г.Т., 2020).

Большое значение отводится севообороту, сидеральным культурам, прежде всего бобовым, использованию растительных остатков и органических отходов несельскохозяйственного происхождения.

Во Франции применяется биологическая система земледелия, в которой не разрешается применение химических удобрений, и прежде всего легкорастворимых. В её основе лежат: применение органических удобрений, которые часто предварительно компостируются; приемы, повышающие биологическую активность почвы, нейтрализующие излишнюю кислотность. Большое внимание уделяется обоснованному севообороту с щадящим насыщением одними культурами и использованию сидеральных культур. Для

борьбы с вредителями, возбудителями болезней и сорной растительностью применяют предупредительные меры, механические, биологические и огневые методы (Корчагин А.А. и др., 2018).

Важнейшей *задачей* развития альтернативных систем земледелия является – биологизация, то есть интенсификация биологических факторов для сокращения негативного антропогенного воздействия, при повышении эффективности земледелия для максимальной реализации потенциальной продуктивности культур и воспроизводства плодородия почвы в соответствии с экологическими принципами природопользования (Корчагин А.А., Ильин Л.И., Мазиров, 2017; Корчагин А.А., Винокуров И.Ю., Ильин Л.И., 2018).

Главные факторы биологизации земледелия:

- знание и рациональное использование законов природы;
- воспроизводство плодородия почвы, улучшение агрономических и биологических свойств, преимущественно за счет севооборота;
- использование высокопродуктивных сортов и гибридов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям;
- освоение научно-обоснованных севооборотов;
- максимально эффективное использование биологического азота в агроценозах;
- применение всех видов органических удобрений, расширение доли сидерации, ограниченное использование минеральных удобрений с учетом оптимизации питания растений;
- экологическая система защиты растений, применение биологических приемов и средств;
- дифференцированная система обработки почвы, учитывающая требования культур и почвенно-климатические условия (Корчагин А.А., Винокуров И.Ю., Ильин Л.И., 2017).

Альтернативные системы земледелия строятся путем решения комплексной задачи из предъявляемых экологических и экономических условий. Сможет ли альтернативное земледелие стать реальной альтернативой

традиционному, т. е. успешно решить проблему обеспечения растущего населения планеты качественными продуктами питания?

Отказ от минеральных удобрений и пестицидов позволяет получать продукцию, не содержащую остаточных количеств этих агрохимикатов, а, следовательно, обладающую более высокой биологической ценностью. Она пользуется большим спросом у населения, несмотря на более высокие цены. Замена минеральных удобрений навозом и компостами обогащает почву органическим веществом и способствует росту численности организмов, населяющих почву, которые играют решающую роль в повышении почвенного плодородия.

Почвозащитная обработка, строгое соблюдение севооборотов препятствуют развитию эрозии и уменьшают потери питательных элементов из почвы. Отказ от минеральных удобрений и пестицидов (при их высокой стоимости) дает значительную экономию денежных средств и энергии. Как итог, применение альтернативных методов оказывает не только положительное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека, но и на экономическую эффективность и состояние почв (Корчагин А.А. и др., 2020).

Альтернативное сельское хозяйство предполагает проведение мероприятий, направленных на получение безопасной животноводческой продукции. На качество животноводческой продукции большое влияние оказывают кормление и содержание животных. Для кормления животных используют натуральный пастбищный корм. Роль пастбищ в производстве высококачественных продуктов животноводства вполне объяснима, так как животные «генетически запрограммированы для зеленого ландшафта, незагрязненной воды и чистого воздуха».

На питательную ценность корма определенным образом влияют процессы, связанные с его заготовкой, хранением, технологической переработкой, консервированием. Сено, заготовленное вовремя, считают ценным кормом, благоприятно влияющим на качество животноводческой продукции.

В последние десятилетия для кормления животных широко используют силос. О кормовых качествах силоса высказываются по-разному. Одни авторы считают силос полноценным кормом, другие придерживаются прямо противоположной точки зрения.

Кормовые качества силоса могут различаться. Не подлежит сомнению, что силос, содержащий масляную кислоту, приводит к нарушению обмена веществ в организме животных и отрицательно влияет на качество животноводческой продукции.

При производстве экологически чистой продукции животноводства запрещается вводить в рацион кормления животных искусственные кормовые добавки, антибиотики, стимуляторы роста. Не рекомендуется применять в животноводстве и ветеринарии лечебно-профилактические препараты, «загрязняющие» внутреннюю среду организма животных (соединения ртути и др.).

Важное значение имеет замена лекарств химической природы не химическими средствами лечения. Так, при лечении и профилактике заболеваний некоторые химические фармакологические препараты могут быть заменены водой (гидротерапия), солнечными лучами (гелиотерапия), искусственными источниками света (УФЛ и др.), массажем и другими средствами терапии и предупреждения болезней животных.

На биогеохимическую пищевую цепь и качество сельскохозяйственной продукции благоприятно влияет охрана сельскохозяйственных экосистем от загрязнений отходами промышленных предприятий (тяжелыми металлами и др.).

Сельскохозяйственная продукция, произведенная в условиях альтернативного земледелия, ценится высоко. И поэтому она должна бы найти широкое распространение во всех странах мира. Однако этого пока не происходит. Невелик и объем производимого экологически чистого продовольствия. Производство экологически чистых продуктов растениеводства в странах Западной Европы составляет 0,1-0,8%, в США – 0,9-1,3%.

Некоторые сельскохозяйственные предприятия в России, производящие продукцию в условиях альтернативного земледелия:

ООО «Савинская Нива». Хозяйство в Калужской области с 2012 года производит сертифицированную по стандартам ЕС 834/2007 продукцию зерновых, зернобобовых, кормовых культур и говядины.

ООО СНПП «Эфирмасло». Предприятие специализируется на выращивании органических эфирно-масличных культур и производстве органических эфирных масел на площади 1500 га в Белогорском районе Республики Крым.

Орловское предприятие «Путь жизни». Хозяйство 20 лет выращивает органические пшеницу, рожь, гречиху, ячмень, горчицу и горох.

Органическая продукция, произведённая сертифицированным хозяйством, стоит заметно дороже выращенной традиционными методами.

Причин, сдерживающих распространение альтернативного земледелия в мире, немало. Одна из них – сокращение площадей сельскохозяйственных культур вследствие увеличения масштабов травосеяния для производства кормов. Другие причины – относительно невысокая урожайность культур, выращенных в условиях альтернативного, неинтенсивного земледелия; слишком высокие трудовые и финансовые затраты на единицу растениеводческой и животноводческой экологически чистой продукции.

Сельскохозяйственную продукцию альтернативного земледелия охотно покупают, несмотря на ее высокую цену. Возникает конкурентная борьба на рынке сбыта продукции, произведенной по альтернативной и традиционной системам земледелия.

Противники альтернативного земледелия доказывают, что минеральные удобрения и пестициды, если они применяются грамотно, не оказывают отрицательного влияния на качество продукции растениеводства и животноводства. Более того, они утверждают, что при определенных условиях и органические удобрения могут быть вредны. Они способны ухудшить качество

сельскохозяйственной продукции и, таким образом, представляют определенную опасность для людей.

По мнению многих исследователей, широкомасштабное применение альтернативного земледелия в России пока вряд ли возможно. А. С. Степановских считает, что необходима разработка такой системы ведения сельского хозяйства, в которой были бы использованы положительные стороны альтернативного и традиционного земледелия. Такая система земледелия получила название интегрированной (Корчагин А.А., Мазиров М.А., Гафуров Л.А., Джалилова Г.Т., 2020).

2.1 Органическая, органиобиологическая, экологическая системы земледелия

По мнению Корчагина А.А. (2020) сущность **органической системы земледелия** заключается в том, что при выращивании биопродукции исключается применение минеральных удобрений, пестицидов и регуляторов роста. Используются продукты отходов растительного, животного и минерального происхождения. Основу их составляют компост, навоз, костная мука, так называемые «сырые» породы: доломит, полевой шпат, мусковит, биотит и другие первичные и тонкодисперсные минералы (вермикулит, монтмориллонит, бентонит и др.). Глинистые (высокодисперсные) минералы имеют особенно большое значение для плодородия почвы и режима питания растений. Они способны путем обменных реакций активно усваивать катионы из почвенного раствора, обменивая их на ионы поглощающего комплекса. Источником магния и фосфора в почве являются в основном глинистые минералы.

В качестве средств защиты растений от эпифитотий при этом способе альтернативного земледелия используют чеснок, пиретрум, никотин.

Наиболее широко эту систему применяют в США, хотя доля выращиваемой в этой стране экологически чистой продукции довольно

небольшая (не более 1% от традиционной). Естественно, урожайность при этой системе значительно ниже, чем при традиционной.

Поэтому продукция, получаемая на таких полях, реализуется дороже.

Следует отметить, что в США, несмотря на высокий биопотенциал земель, существуют определенные ограничения на величину выращиваемого урожая, выше которого фермерам не разрешается получать продукцию. Иначе говоря, на государственном уровне соблюдается выполнение закона снижения энергетической эффективности природопользования, чтобы потребление дополнительной антропогенной энергии не представляло реальной угрозы для природно-ресурсного потенциала, разрушения экосистем.

В Российской Федерации в биологическом земледелии используется подход, который не загрязняет почву, грунтовые воды и окружающую среду. Он базируется на естественном плодородии и природоподобных технологиях.

Некоторые аспекты использования земель в биологическом земледелии:

- Применение органических удобрений. Это могут быть перегной, торф, сапропели, сидераты, вторичная продукция растениеводства и другие.

- Использование бобовых культур. Они обогащают почву биологическим азотом, являются хорошими предшественниками в севооборотах, стимулируют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов.

- Применение биологического рыхления. Оно осуществляется при минимальной и особенно нулевой обработке почвы. Мульча из растительных остатков регулирует водный режим участков и другие процессы.

- Выбор оптимальных севооборотов. Их структура определяется в соответствии с необходимостью максимального использования возможностей растений для воспроизводства плодородия почвы.

- Уменьшение количества пестицидов в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями.

Реализация биологического подхода в земледелии обусловлена множеством факторов, среди которых – климатические условия, технологический уровень развития и традиции севооборотов.

В Швеции, Швейцарии и некоторых других странах используют **органобиологическую систему земледелия**, основывающуюся на создании «живой и здоровой почвы» с помощью поддержания и активизации деятельности почвенной микрофлоры. Поля как можно дольше занимают растительностью, пожнивными остатками заделываются в верхний слой почвы, севооборот насыщен бобовыми и бобово-злаковыми культурами, применяют только органические и некоторые медленно растворимые минеральные удобрения. Защита растений аналогично биологической системе земледелия.

Органо-биологическое земледелие позволяет контролировать природные круговороты веществ и энергии в агроэкосистемах каждого отдельного хозяйства. Плодородие в такой системе достигается вследствие максимальной стимуляции почвенной микрофлоры. Органические удобрения вносят на почву поверхностно, для их постоянного контакта с воздухом. В таких хозяйствах используются севообороты, в которые вводят значительную долю бобовых культур (Доспехов Б.А., 1979).

В ряде стран применяется **экологическая система**. В её основе заложено ограничение применения пестицидов и гибкое использование минеральных удобрений. Допускается применение водорастворимых форм с учетом механического состава почвы. Остановить выбор на той или иной системе целесообразно лишь после тщательного изучения экологической обстановки в данной местности, условий сбыта готовой продукции, рыночной конъюнктуры, консультаций со специалистами в области альтернативного земледелия.

Для всех альтернативных систем земледелия характерен *общий принцип* – сокращение или полный отказ от применения минеральных удобрений и пестицидов, переход на питательные вещества растительного происхождения, получение экологически безопасной продукции растениеводства.

К *преимуществам* этих систем относится высокая экологичность, снижение затрат на химические и минеральные удобрения, повышение качества продукции.

Главный недостаток – падение урожайности культур. Если в среднем урожайность культур по традиционному земледелию принять за 100%, то в альтернативных системах пшеница дает 48-79%, озимая рожь – 67-76%, овес – 63-89% (Столбовой В.С., Корчагин А.А., Бибик Т.С., 2018).

Потеря прибыли, связанная со снижением урожайности, компенсируется за счет повышения цены на продукцию, выращенную без минеральных удобрений и химических средств защиты растений.

2.2 Биодинамическая система земледелия

В Германии, Швеции, Дании распространена **биодинамическая система земледелия**. В основе этой системы наряду с общими для всех альтернативных систем принципами, есть некоторые отличия: земледелие ведут с учетом не только земных (природных), но и космических ритмов; используют влияние космических сил на сельскохозяйственное производство, применяют специальные биодинамические препараты, например, «гумусные», «кремневые», «компостные», вытяжки, отвары и продукты брожения из растений. Все агротехнические приемы рекомендуется проводить в благоприятные периоды, согласно фазам Луны и зодиакального цикла.

Биодинамическое сельское хозяйство – это форма альтернативного сельского хозяйства, основанная на псевдонаучных и эзотерических концепциях, первоначально разработанных в 1924 году Рудольфом Штайнером (1861-1925 гг.). Это было первое из движений за органическое земледелие. Он рассматривает плодородие почвы, рост растений и уход за скотом как экологически взаимосвязанные задачи, подчеркивая духовные и мистические перспективы.

Биодинамика имеет много общего с другими органическими подходами – в ней делается упор на использование навоза и компостов и исключается применение синтетических (искусственных) удобрений, пестицидов и гербицидов к почве и растениям.

Методы, уникальные для биодинамического подхода, включают обращение с животными, сельскохозяйственными культурами и почвой как с единой системой, акцент с самого начала на местные системы производства и распределения, использование традиционных и выведение новых местных пород и сортов. Некоторые методы используют астрологический календарь посева.

В биодинамическом сельском хозяйстве используются различные травяные и минеральные добавки для компостирования и полевых опрыскиваний; их готовят с использованием методов, которые больше похожи на симпатическую магию, чем на агрономию, таких как закапывание измельченного кварца, набитого в рог коровы, который, как говорят, собирает "космические силы в почве".

Научно не установлено различия в положительных результатах между сертифицированными биодинамическими методами ведения сельского хозяйства и аналогичными методами органического и интегрированного ведения сельского хозяйства. Биодинамическое сельское хозяйство является псевдонаукой, поскольку ему не хватает научных доказательств его эффективности из-за его зависимости от эзотерических знаний и мистических верований.

По состоянию на 2022 год биодинамические методы использовались на 255,051 га в 65 странах, во главе с Германией, Италией и Францией. На Германию приходится 42% от общего объема мирового производства. Остальные составляют в среднем 1750 га на страну. Биодинамические методы выращивания виноградной лозы были применены несколькими известными виноградарями. Существуют агентства по сертификации биодинамических продуктов, большинство из которых являются членами международной группы по стандартам биодинамики Demeter International.

В 2024 году в России предлагается возможность обучаться практическому биодинамическому сельскому хозяйству. Учёба включает в себя 4 года практической работы на развивающихся биодинамических или экологических

фермах, а также участие в семинарах опытных специалистов по сельскому хозяйству и биодинамике из Германии и России.

Биодинамическое производство развивается в трёх регионах: Новгородская область, Ивановская область, Воронежская область, на площадях более 2000 гектаров.

Биодинамическая система базируется на земных, солнечных и лунных ритмах, которые используют как при обработке земель, так и в выборе сроков посева и уборки сельскохозяйственных культур. Применяется мука из водорослей, биодинамические компоненты из растений, которые собирались в определенные сроки, определяемые расположением небесных тел. Эта часть биодинамического земледелия у сторонников других видов альтернативного и традиционного земледелия вызывает определенные сомнения (Корчагин А.А. и др., 2018).

Пример биодинамической системы земледелия – работа Алекса Подолинского. Он родился в Германии, но большую часть жизни прожил в Австралии. В середине 1950-х Алекс поселился на запущенной картофельной ферме в Пауэллтауне (штат Виктория). Через какое-то время этот участок превратился в успешное молочное хозяйство. За несколько лет Алекс Подолинский полностью восстановил структуру почвы и увеличил содержание органических веществ от 0,9% до 11,4%.

Также примером биодинамического земледелия может служить работа Андриса Мангулиса. Его ферма «Побеги» проходит сертификацию в соответствии с требованиями ассоциации производителей органической продукции «Деметра». Сегодня организации работают по всему миру и реализуют принципы биодинамического земледелия.

Вопросы для контроля

1. Каковы особенности биодинамического земледелия?
2. Перечислите принципы биологических сельскохозяйственных систем.
3. Назовите принципы и методы органического сельского хозяйства.
4. В чем состоят экологические преимущества органического земледелия.
5. Какими способами достигается биологическая интенсификация в органо-биологических системах земледелия.
6. Причины биологического порядка чередования сельскохозяйственных культур.
7. Причины химического порядка чередования сельскохозяйственных культур.
8. Три группы химизма почвоуплотнения.
9. Главные факторы биологизации земледелия.
10. Преимущества и недостатки альтернативного земледелия.

3 БИОЛОГИЧЕСКОЕ (ОРГАНИЧЕСКОЕ) ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Теоретические основы биологизации были заложены в российской науке. В частности, А. В. Советов, отмечая роль корреляции земледелия с животноводством, придавал большое значение естественным процессам и взаимосвязям в агросистемах, благодаря которым осуществляется воспроизводство почвенного плодородия. В работах по полевому травосеянию на базе органических связей между элементами он определил ключевые основы биологизации явлений. В конце XIX столетия А. С. Ермолов отмечал необходимость повышения уровня замкнутости внутрихозяйственного оборота в аграрных системах. Кроме того, он обосновал те направления, которые теперь называют принципами биологического земледелия.

Базисом теории биологизации мировая наука признает учение В. Р. Вильямса, считавшего возможным внедрение в нашей стране экологически сбалансированных систем и воспроизводство плодородия почв преимущественно естественным путем. Он рассматривал травополье в качестве альтернативы созданию чрезмерно мощной промышленности удобрений, которую он называл «омертвлением миллиардов». Академиком А. А. Жученко была разработана стратегия адаптивной интенсификации растениеводства, основанная на экологизации и биологизации интенсивных процессов сельского хозяйства страны. Концепции «уравнительного земледелия», господствующей в России, были противопоставлены принципы более дифференцированного использования природных, биологических, техногенных и трудовых ресурсов в целях обеспечения устойчивого повышения урожайности, энергоэкономичности и природоохранности. При этом целесообразным стало адаптивное применение факторов интенсификации земледелия с учетом обязательного сохранения окружающей среды при более активном вовлечении в процесс сил природы (<https://agbz.ru/articles/biologizatsiya-zemledeliya-opredelenie-printsipy>).

Биологическое (органическое) земледелие – это возделывание сельскохозяйственных культур без применения минеральных удобрений,

пестицидов, регуляторов роста, а также генномодифицированного посевного материала.

Такое земледелие сохраняет и восстанавливает естественное плодородие почв, улучшает агробиоценозы и экосистемы.

Для подкормки и уничтожения сорняков не применяются химические средства защиты растений. Урожайность обеспечивается органическими удобрениями, сидератами и специальными агроприёмами. Для борьбы с сорняками и вредителями стараются применять механические и биологические методы (Рзаева В.В., 2020).

Биологизация – ключевое выражение экологизации земледелия. Ее суть заключается в том, чтобы сократить разрыв в поступлении органического вещества в почву между природными биогеоценозами и агроценозами, в определенной мере компенсировать естественный круговорот веществ и биогенность земель, обеспечить заданный уровень биологической активности и исключить явления почвоутомления, выпахивания, накопления токсикантов. Дальнейшая оптимизация направлена на повышение экологической устойчивости и восстановление способности полей к саморегулированию с применением биологического рыхления при минимальной и особенно нулевой обработке почвы (Рзаева В.В., 2023), регулирующего влияние мульчи из растительных остатков на водный режим почвы и другие процессы.

Исходная позиция биологизации земледелия – увеличение разнообразия возделываемых видов и сортов растений, то есть диверсификация. Вследствие жесткой плановой системы видовой состав сельскохозяйственных культур был крайне ограничен, что сказалось на агросекторе в целом в последующее время.

Необходимо расширение доли бобовых как в пашне, так и в составе сенокосно-пастбищных угодий, поскольку на первый план в рамках рассматриваемой технологии выходит использование биологического азота. Такие культуры, обогащая почву данным элементом, являются хорошими предшественниками в севооборотах, оказывают благоприятное влияние на

физические свойства полей, стимулируют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов.

Непременное условие азотфиксации как чрезвычайно энергоемкого процесса – обогащение почв органическим веществом в качестве энергетического материала для формирования необходимых компонентов. Наряду с внесением органических удобрений и использованием соломы, важным источником подобного вещества являются сидеральные и промежуточные, то есть пожнивные и поукосные посевы сельскохозяйственных культур (Рзаева В.В., Корепанова Н.В., 2024).

Самой трудной задачей биологизации сельского хозяйства является уменьшение количества пестицидов в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями. Первостепенное значение в данном отношении имеет выбор оптимальных севооборотов, на чьей основе должна строиться вся новая концепция. При этом их структура определяется в соответствии с необходимостью максимального использования возможностей растений для воспроизводства плодородия почвы.

В условиях, когда снизился объем внесения техногенных средств интенсификации производства, а животноводство сократило масштабы, при формировании севооборотов требуется их насыщение бобовыми культурами, перевод побочной продукции на удобрение, заделка сидератов, благодаря которым можно преодолеть дефицит гумуса и азота.

Биоземледелие – это управляемый человеком процесс возделывания культурных растений и повышения плодородия почвы в конкретных агроэкологических условиях, основанный на взаимодействии с другими видами растений, животных и микроорганизмов, обеспечивающих их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем.

С эволюционных позиций биоземледелие – это смоделированная человеком агроэкосистема.

Естественно, этот процесс, где человеком целенаправленно используются взаимодействия различных уровней развития живых организмов, как между

собой, так и с минеральной частью планеты для производства продукции растениеводства, защита ее с помощью биопрепаратов от болезней, вредителей и сорных растений, и повышения плодородия почв следует назвать биоземледелием.

Суть биоземледелия, которое мы предлагаем взамен существующим принципам и методам сельскохозяйственного производства, достаточно проста (к тому же многие его элементы уже разработаны наукой, их остается только теоретически осмыслить и объединить на основе сформулированных нами принципов создания и существования живого на нашей Земле. В первом приближении это сделано в виде новой аксиомы биологии и основных положений Закона плодородия почв (Ларионов В.А., 2003; Ларионов В.А., Ларионова Ю.С., Новокрешинов А.А., 2004; Ларионов В.А., 2012).

Почему базой для биоземледелия являются сформулированные ниже основные положения закона плодородия почв? Потому, что он отражает огромную сложность взаимодействия различных видов живой и косной материи между собой. Соблюдение, его положений, по нашему убеждению, должно лечь в основу всего сельскохозяйственного производства, использующего потенциальный и эффективный ресурс биосферы.

Но прежде чем дать формулировку основных положений Закона плодородия почв, необходимо на основе проведенного научного обобщения (хотя бы кратко) дать общую формулировку почвы как научного объекта и агрономического понятия, представляющего собой одно из важнейших средств производства всего человечества.

Почва – это совокупность живой и косной материи, обеспечивающая устойчивую взаимосвязь их в биосфере планеты на основе круговорота.

Теперь формулировка основных положений Закона плодородия становится вполне логичной и необходимой (Ларионова Ю.С., 2016).

Проблемы, которые характерны для сегодняшнего сельского хозяйства, в прошлом еще не стояли. Поэтому удивительно, с какой дальновидностью и четкостью Ганс Мюллер предвидел развитие сельского хозяйства, не

удивительно поэтому, что сегодняшние цели биологического земледелия в значительной степени совпадают с выдвинутыми Хансом Мюллером требованиями:

- обеспечить максимально замкнутый производственный цикл;
- сохранить плодородие почв собственными силами хозяйства;
- бережно расходовать природные ресурсы;
- развивать животноводство в местах произрастания кормов;
- содержать животных с учетом видовых особенностей;
- использовать природные механизмы регулирования в экосистеме;
- производить высококачественные продукты питания.

Ханс Мюллер рекомендовал фермерам отказаться от закупки удобрений и кормов, так как «здоровье и плодородие купить нельзя» (Корчагин А.А., 2020).

В северной лесостепи Тюменской области проведены исследования по изучению почвенного биодеструктора Биоконкомпозит-Деструкт – консорциум в культуральной жидкости хозяйственно-ценных штаммов нескольких видов полезных бактерий с общим титром не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл. Специализированное жидкое микробиологическое удобрение-биодеструктор для ускоренного разложения соломы, пожнивных и органических остатков, предназначенное для обработки почвы перед посевом и после уборки сельскохозяйственных культур (Киселёва Т.С., Рзаева В.В., 2024).

Реакция почвенной среды чернозема выщелоченного в Тюменской области – среднекислая на вариантах с безотвальной и нулевой обработкой почвы и составила 5,0 (ед. рН). По отвальной и дифференцированному способу обработки реакция почвенной среды слабокислая и составила 5,1-5,2 (ед. рН). Содержание подвижного фосфора – повышенное по отвальному, безотвальному, дифференцированному и нулевому способам и варьирует от 12,0 до 12,2 мг/100 гр. Содержание обменного калия находится в пределах 10,9-11,0 мг/100 гр. почвы и характеризуется как повышенное. По всем вариантам основной обработки почвы содержание гумуса среднее и находится в пределах от 5,0 до 5,1%.

За исследуемые годы (2022-2023 гг.) всхожесть сельскохозяйственных культур без применения биопрепарата Биоконкомпозит-Деструкт варьировала в пределах 80,0-84,2% (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние почвенного биопрепарата Биоконкомпозит-Деструкт на всхожесть сельскохозяйственных культур, %, 2022-2023 гг.

Вариант	Однолетние травы	Яровая пшеница	Свёкла сахарная	Свёкла столовая	Яровая пшеница	Горох	Нут
1. Контроль (вода)	80,2	83,3	80,0	80,3	82,3	84,2	81,1
2. Биоконкомпозит Деструкт (3,0 л/га)	82,4	86,1	82,1	83,0	85,5	88,5	86,6
НСР ₀₅	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0	1,1	1,2

Всхожесть сельскохозяйственных культур от применения почвенного биопрепарата выросла на 2,1-5,5%. Наибольшая всхожесть отмечена при возделывании гороха и нута – 88,5 и 86,6% соответственно.

Применение биопрепарата Биоконкомпозит-Деструкт способствовало увеличению всхожести сельскохозяйственных культур на 2,7-6,4% в сравнении с контролем (вода). Использование биопрепарата привело к увеличению всхожести однолетних трав на 2,7%, яровой пшеницы первой на 3,3%, сахарной свёклы на 2,6%, столовой свёклы на 3,3%, яровой пшеницы второй на 3,8%, гороха на 4,9%, нута на 6,4%. Лучшие показатели отмечены по зернобобовым культурам.

Сохранность сельскохозяйственных культур на варианте без применения почвенного биопрепарата Биоконкомпозит-Деструкт варьировала в пределах 77,3-87,3%.

В сравнении с контролем наибольшие показатели сохранности растений к уборке отмечены с применением биопрепарата Биоконкомпозит-Деструкт – 87,3 и 84,4% у гороха и яровой пшеницы второй (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние почвенного биопрепарата Биокомпозит-Деструкт на сохранность сельскохозяйственных культур, %, 2022-2023 гг.

Вариант	Однолетние травы	Яровая пшеница	Свёкла сахарная	Свёкла столовая	Яровая пшеница	Горох	Нут
1. Контроль (вода)	77,3	79,8	78,4	77,9	79,5	80,2	79,4
2. Биокомпозит Деструкт (3,0 л/га)	81,3	84,2	81,5	82,1	84,4	87,3	84,2
НСР ₀₅	1,0	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0

Применение почвенного биопрепарата Биокомпозит-Деструкт способствовало увеличению сохранности сельскохозяйственных культур на 3,1-7,1%. Наибольшая сохранность отмечена при возделывании гороха – 87,3%.

При использовании препарата Биокомпозит-Деструкт сохранность растений увеличилась в сравнении с контролем, а именно, однолетних трав на 5,0%, яровой пшеницы первой на 5,3%, сахарной свёклы на 3,9%, столовой свёклы на 5,2%, яровой пшеницы второй на 5,9%, гороха на 8,2%, нута на 5,8%.

Урожайность однолетних трав (горох+овес) в 2022-2023 гг. с весенним применением биопрепарата больше контроля на 0,4 т/га при НСР₀₅ равной 0,2.

Урожайность яровой пшеницы (первой в севообороте) сорта Новосибирская 31 при применении Биокомпозит-Деструкт отмечена больше контроля на 0,8 т/га, урожайность второй пшеницы составила 3,5 т/га, что больше контрольного варианта на 0,8 т/га при НСР₀₅ равной 0,5.

При возделывании свёклы сахарной и столовой в северной лесостепи тюменской области урожайность с применением биопрепарата была отмечена 29,6 и 30,2 т/га соответственно, при НСР₀₅ равной 0,7 и 0,8, что больше контроля на 1,2 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние почвенного биопрепарата Биокомпозит-Деструкт (весеннее внесение) на урожайность сельскохозяйственных культур, т/га, 2022-2023 гг.

Вариант	Однолетние травы	Яровая пшеница	Свёкла сахарная	Свёкла столовая	Яровая пшеница	Горох	Нут
1. Контроль (вода)	1,1	2,5	28,4	29,0	2,7	1,3	1,5
2. Биокомпозит Деструкт (3,0 л/га)	1,5	3,3	29,6	30,2	3,5	2,0	2,1
НСР ₀₅	0,2	0,6	0,7	0,8	0,5	0,4	0,6

Урожайность зернобобовых культур, а именно, гороха и нута с применением почвенного Биодеструктора увеличилась, по сравнению с контрольным вариантом (вода) на 0,7 и 0,6 т/га при НСР₀₅ равной 0,4 и 0,6 соответственно.

Осеннее применение биопрепарата Биокомпозит-Деструкт привело к увеличению урожайности горохоовсяной смеси на 0,3 т/га при НСР₀₅ равной 0,2 в сравнении с контролем (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние почвенного биопрепарата Биокомпозит-Деструкт (осеннее внесение) на урожайность сельскохозяйственных культур, т/га, 2022-2023 гг.

Вариант	Однолетние травы	Яровая пшеница	Свёкла сахарная	Свёкла столовая	Яровая пшеница	Горох	Нут
1. Контроль (вода)	1,1	2,5	28,4	29,0	2,7	1,3	1,5
2. Биокомпозит Деструкт (3,0 л/га)	1,4	3,1	29,4	30,0	3,3	1,9	2,0
НСР ₀₅	0,2	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3

Урожайность яровой пшеницы (первой в севообороте) сорта Новосибирская 31 при применении Биокомпозит-Деструкт отмечена больше контроля на 0,6 т/га, урожайность второй пшеницы составила 3,3 т/га, что больше контрольного варианта на 0,6 т/га при НСР₀₅ равной 0,5.

При возделывании свёклы сахарной и столовой в северной лесостепи тюменской области урожайность с применением биопрепарата была отмечена 29,4 и 30,0 т/га соответственно, при НСР₀₅ равной 0,7 и 0,6, что больше контроля на 1,0 т/га.

Урожайность зернобобовых культур, а именно, гороха и нута с применением почвенного Биодеструктора увеличилась, по сравнению с контрольным вариантом (вода) на 0,7 и 0,5 т/га при НСР₀₅ равной 0,4 и 0,3 соответственно.

Также проведены исследования по изучению агрохимикатов в северной лесостепи Тюменской области Западной Сибири (Киселёва Т.С., Краснова Е.А., 2024). По результатам исследований перед посевом гороха реакция почвенной среды – среднекислая на вариантах с применением Афафок (3 л/га) и составила 5,0 (ед. рН).

На контрольном варианте и по варианту с применением Гумата калия (1,3 л/га) реакция почвенной среды слабокислая и составила 5,1-5,2 (ед. рН). Содержание подвижного фосфора – повышенное по всем изучаемым вариантам и варьирует от 12,0 до 12,1 мг/100 гр. Содержание обменного калия находится в пределах 11,0 мг/100 гр. почвы и характеризуется как повышенное. По всем вариантам содержание гумуса среднее – 5,0% (таблица 5).

Перед уборкой сортов гороха содержание нитратного азота повысилось по варианту с применением Азафока (3 л/га) на 1,7 по сорту Ямальский и на 1,9 мг/кг по сорту Нордман, по варианту с применением Гумата калия на 2,1 по сорту Ямальский и на 1,8 мг/кг по сорту Нордман.

Таблица 5 – Агрохимические показатели перед посевом гороха, 2022-2023

гг.

Вариант	Сорт гороха	N-NO ₃ мг/кг	pH (сол.)	P ₂ O ₅ мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	Гумус, %
Контроль, без агрохимикатов	Ямальский	2,1	5,2	12,0	11,0	5,0
	Нордман	2,4	5,1	12,0	11,0	5,0
Азафок (3 л/га)	Ямальский	2,5	5,0	12,0	11,0	5,0
	Нордман	2,1	5,0	12,1	11,0	5,0
Гумат калия (1,3 л/га)	Ямальский	2,0	5,1	12,0	11,0	5,0
	Нордман	2,2	5,1	12,1	11,0	5,0

Реакция почвенной среды на контрольном варианте понизилась на 0,1 (ед. pH); по применению Азафока (3 л/га) характеризуется как среднекислая и составляет 5,0 (ед. pH), на варианте с применением Гумата калия (1,3 л/га) составила 5,1 (ед. pH) – среднекислая. По контрольному варианту кислотность равна 5,0 (ед. pH) – среднекислая (таблица 6).

Таблица 6 – Агрохимические показатели перед уборкой гороха, 2022-2023

гг.

Вариант	Сорт гороха	N-NO ₃ мг/кг	pH (сол.)	P ₂ O ₅ мг/100 г	K ₂ O мг/100 г	Гумус, %
Контроль, без агрохимикатов	Ямальский	12,2	5,1	12,0	11,0	4,9
	Нордман	12,6	5,0	12,0	11,0	5,0
Азафок (3 л/га)	Ямальский	14,2	5,0	12,2	11,1	5,0
	Нордман	14,0	5,0	12,2	11,1	5,1
Гумат калия (1,3 л/га)	Ямальский	14,1	5,1	12,1	11,2	5,1
	Нордман	14,0	5,1	12,2	11,2	5,1

Содержание подвижного фосфора осталось повышенным по всем вариантам основной обработки почвы – 12,0-12,2 мг/100 гр. почвы. Содержание обменного калия повышенное и равно 11,0-11,2 мг/100 гр. Содержание гумуса среднее и находится в пределах от 4,9 до 5,1%. Существенных различий по изучаемым вариантам применения биологических препаратов перед уборкой сортов гороха не наблюдалось.

Биологический метод защиты растений

Альтернативой химического метода есть биологическая защита растений от вредителей, болезней и сорняков.

Практическая заинтересованность биологическим методом, обусловлена тем, что он безопасный для человека и теплокровных животных. Средства биологической защиты не загрязняют окружающую среду, проявляют высокую селективность, удобные для массового производства и имеют неисчерпаемые ресурсы для этого.

Вот почему такое важное значения биологической защите растений придают экономически развитые страны. В частности, в положении, принятом в департаменте земледелия США (1995), отмечается, что современная биологическая защита растений, применяемая и контролируемая ответственным лицом, является экологически безопасной и приоритетной формой в перспективных программах борьбы с вредными организмами (Корчагин А.А. и др., 2020).

Следует отметить, что в нынешних условиях применения самого лишь биологического метода еще не дает возможности в полной мере защитить сельскохозяйственные культуры от вредителей и болезней.

Здесь играют определенную роль материально-технические трудности в реализации биометода и безосновательный скепсис относительно его эффективности. Сегодня лишь интегрированная защита растений, которая является идеальной комбинацией биологических, агротехнических, селекционно-генетических, химических и других методов, направленных против

комплекса вредителей и болезней в конкретной эколого-географической зоне на определенной культуре, и при котором осуществляется регулирование численности вредных видов ниже экономического порога вредоносности и сохранение естественных полезных организмов, ставит надежный заслон перед вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Относительно перспективы, биологическая защита растений рассматривается как дорога в будущее. Что же составляет собою биологический метод, или биологическая борьба? В уставе международной организации биологической борьбы (МОББ) (<http://iobsepr.org>) записано, что термин «биологическая борьба» означает использование живых организмов для предотвращения потерь, которые наносятся вредными организмами, а также использования биологически активных веществ, которые руководят поведением вредных организмов, с целью регулирования численности их популяции (Корчагин А.А. и др., 2020).

Основные приемы и методы биологической защиты:

- использование паразитических и хищных насекомых (энтомофагов);
- микробиологический метод (использование патогенных микроорганизмов, которые поражают вредные для сельского хозяйства организмы);
- селекционно-генетический метод (культивирование созданных селекционерами стойких к повреждению вредителями сортов сельскохозяйственных культур);
- биотехнический метод (регуляция поведения насекомых и нарушение процессов их роста и развития);
- генетические методы защиты растений (введение в популяцию вредителя нежизнеспособных или бесплодных особей, преобладание в популяции самцов и др.);

– методы молекулярной биологии и генной инженерии (получение генетически модифицированных (трансгенных) растений, стойких к вредным организмам,);

– биологическая борьба с сорняками (использование насекомых-фитофагов для борьбы с сорняками).

Приведенные принципы экологически безопасного ведения сельскохозяйственного производства позволят получить высокие урожаи, сохранить стабильность сельскохозяйственных ландшафтов и постепенно перейти на путь постоянного развития агроэкосистем.

Плодородие почвы

Плодородие почвы определяется в ГОСТ 27593-88 как способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

Плодородие почвы – совокупность свойств почвы, обеспечивающих необходимые условия для жизни растений (ГОСТ 16265-89).

Плодородие почвы, ее способность давать урожай культурных растений связывается в первую очередь с запасами в ней доступных элементов питания. Большое значение имеют и такие ее специфические свойства, как способность накапливать и удерживать влагу и обеспечивать водопотребление растений, поддерживать в равновесии систему "твердая фаза почвы-влага-почвенный воздух" и определенный ход окислительно-восстановительных и микробиологических процессов.

Эти свойства почвы связаны с ее механическим составом, который определяется составом материнских пород и специфическим органическим веществом почвы – гумусом, который является продуктом тысячелетней концентрации солнечной энергии в зеленом растении и последующих сложных биохимических превращений отмерших живых организмов.

С содержанием гумуса (рисунок 2) и его качественным составом связано функционирование важнейших физико-химических, химических,

биологических процессов в почве, которые определяют ее водно-воздушное состояние, структурное сложение (Невзоров А.И., 2009).



Дерново-подзолистая Серая лесная Чернозем Лугово-черноземная

Рисунок 2 – Почвенные разрезы типов почв

В условиях широкого применения минеральных удобрений особое значение приобретают такие свойства гумуса, как способность быстро трансформировать минеральные соли, удерживать и инактивировать остатки удобрений и пестицидов, предохранять от загрязнения грунтовые воды.

Основатель генетического почвоведения В.В. Докучаев считал, что гумусное состояние является интегральным показателем плодородия почвы. Функциональная связь гумусного состояния почвы с урожайностью сельскохозяйственных культур особенно отчетливо выступает в условиях недостатка, тем более полного отсутствия минеральных и органических удобрений, когда источником ряда важнейших элементов питания растений оказывается гумус. При широком применении удобрений эта связь (гумус почвы

– урожайность) не столь отчетлива, она нивелируется за счет элементов питания удобрений.

Роль органического вещества в почвообразовании и плодородии почвы подчеркивалась многими учеными почвоведом и агрохимиками, в том числе И.В. Тюриным (1936), А.А. Шмуком (1950), С.П. Кравковым (1930) и другими. В тоже время следует отметить, что имеется и другая точка зрения. Ряд ученых считает, что прямая зависимость урожайности от гумусного состояния почвы существует только в экстремальных условиях: при засухе, избыточном увлажнении почвы и др.

По современным представлениям под плодородием следует понимать – способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха и тепла для нормальной деятельности.

Таким образом, в первую очередь подчеркивается обеспеченность почвы подвижными, доступными растениям элементами питания определенных, в достаточной степени растворимых соединений азота, фосфора, калия (Невзоров А.И., 2009).

Показатели плодородия: физические, химические и биологические свойства почвы, характеризующие ее как среду для жизни растений.

Плодородие почвы – способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

Свойство почвы: оно появляется только при взаимодействии её компонентов. Почва состоит из перегноя, воды, воздуха, глины и песка. На её плодородие существенно влияет содержание азота, фосфора, калийных солей и других веществ.

На плодородие почвы влияют различные факторы, среди них:

Содержание гумуса. Это вещество определяет плодородие почвы, так как содержит основные питательные элементы – фосфор и азот. Гумус помогает

формировать водопрочную структуру земли, создаёт благоприятный температурный режим, достаточное содержание воздуха и воды.

Кислотность. От кислотности зависит усвояемость растениями различных питательных веществ.

Влажность и способность впитывать воду. Грунт, который хорошо впитывает и удерживает влагу, будет плодородным и богатым полезными элементами. Если же вода не задерживается в почве, корни растений перестают получать питательные вещества.

Насыщенность воздухом и проветриваемость. От нормального движения и фильтрации воздушных масс зависит насыщение микроорганизмами и бактериями кислородом, а также наличие болезней и вредителей в грунте.

Питательность. Под питательностью почвы понимается присутствие в ней минералов, витаминов, биологических элементов, которые способствуют правильному росту и развитию растений.

Бактерии и грибы. Плодородие почвы невозможно без микроорганизмов и грибов, которые на 80-95% отвечают за разложение природной органики.

Все эти факторы взаимосвязаны, и при ухудшении хотя бы одного показателя плодородие снижается.

Большое количество нитратов в глубинных горизонтах в зернопаровых севооборотах обнаружено и другими исследователями Западной Сибири и Зауралья. В таких случаях необходим комплекс мер для снижения этих негативных явлений:

– внесение фосфорных удобрений при посеве по пару, чтобы увеличить продуктивность возделываемой культуры, а с ней и вынос азота урожаем. На среднесуглинистых выщелоченных черноземах южной лесостепи в севообороте «пар – пшеница – пшеница – пшеница» без удобрений урожаем в среднем за ротацию выносятся 149 кг/га нитратного азота, при внесении P_{30} 207 кг/га;

– размещение по чистому пару вместо яровой пшеницы озимых культур, что сокращает период парования и активной минерализации почвы. Озимые урожайнее и больше потребляют азота. При уборке яровой пшеницы в слое 0-

100 см среднесуглинистого выщелоченного чернозема южной лесостепи в среднем за пять лет содержалось 86 кг/га нитратного азота, в слое 100-200 см – 56, 200-300 см – 30 кг/га, при уборке озимой ржи – соответственно 31, 28, 31;

– снижение интенсивности механических обработок почвы;

– при уборке последней культуры севооборота вместо удаления соломы оставлять на поле, равномерно распределяя ее по поверхности;

– не перегружать агроценозы удобрениями.

Содержание подвижных форм фосфора в почвах Западной Сибири и Зауралья в основном низкое и очень низкое, однако без азота он не эффективен. При длительном же его внесении даже относительно малыми дозами он в почве накапливается и повышает урожай (Глухих М.А., 2022).

Режим органического вещества почвы. В естественных условиях в отсутствие экстремальных природных и антропогенных воздействий в системе почва – растение между поступлением и разложением органического вещества формируется равновесное соотношение.

При распашке целинных и залежных земель оно нарушается. Уменьшается поступление органического вещества (биомасса культурных растений отчуждается), из-за увеличившейся аэрации усиливается его разложение. Причем разлагаются в первую очередь мобильные формы. Хотя условия гумусообразования не всегда ухудшаются.

В северотаежной зоне годовая продукция естественных фитоценозов составляет около 4 т/га сухой массы, зерновых агроценозов – 7 т/га. Поэтому, хотя и примерно половина первичной продукции агроценозов с урожаем отчуждается, поступление растительной массы в почву сохраняется примерно на том же уровне, около 4 т/га.

Несмотря на столь существенную разницу в поступлении, запасы гумуса в освоенных и целинных почвах оказываются примерно на одном уровне, иногда в освоенных может быть несколько ниже, но незначительно.

Уменьшение поступления в почву органического вещества в освоенных почвах компенсируется за счет высокого содержания кальция и магния в

поживных остатках, что способствует повышению коэффициента их гумификации и закреплению образующегося гумуса. Кроме того, в агроценозах растительное вещество поступает непосредственно в почву, а не на поверхность, как в лесу. Усиливается контрастность режима влажности.

Совершенно иная динамика органического вещества складывается при освоении и использовании черноземов. Считается, что годовая продукция здесь составляет 15-20 т сухой массы с 1 га, зерновые агроценозы дают 10-12 т, с зерном и соломой отчуждается примерно половина.

Поступление растительных остатков в почву сокращается примерно в 3 раза, что и приводит к потере гумуса. Наиболее интенсивно происходит это в первые 10-15 лет после распашки. Позднее процесс замедляется, содержание органического вещества в почве приближается к новому уровню стабилизации, соответствующему новым условиям (Глухих М.А., 2022).

Плодородной может быть лишь живая почва. *Почва* – это сложная среда обитания разнообразных организмов (почвенная биота) (рисунок 3), где развиты отношения хищника и жертвы. Почвенные организмы (рисунок 4), проводящие весь жизненный цикл или его часть в почвенном слое или на ее поверхности, ответственны за выполнение ряда процессов, важных для здоровья и плодородия почв, как в природных, так и сельскохозяйственных экосистемах.



Рисунок 3 – Почвенная биота

ПОЧВЕННАЯ МИКРОБИОТА

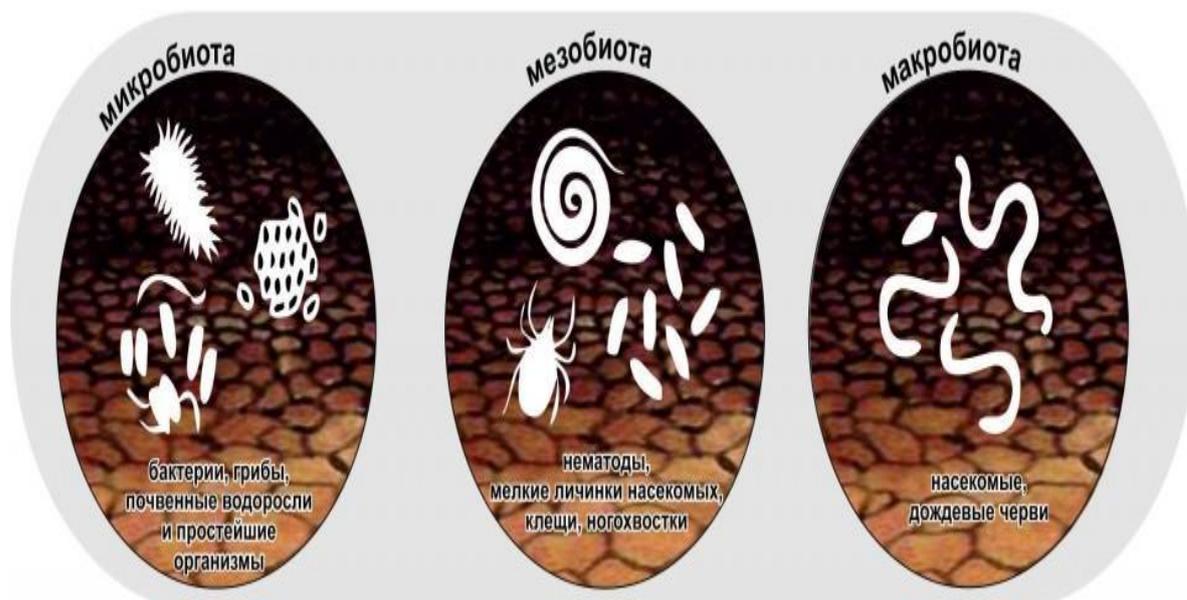


Рисунок 4 – Почвенная микробиота

Мириады организмов, объединенные в почве в пищевую сеть, разлагают почвенного органического вещества и высвобождают питательные элементы, необходимые для роста растений. Многие из этих питающих растений веществ находятся в почве в виде положительно заряженных ионов (т.е. катионов).

Поверхности негативно заряженных частиц глины и почвенного органического вещества притягивают катионы и таким образом обеспечивают запас питательных веществ, доступный корням растений. Лишь малый процент основных питательных веществ остается на «свободе» в почвенной влаге и вследствие этого непосредственно доступен растениям. Многие питательные вещества растения получают из почвы за счет катионного обмена, в процессе которого корневые волоски обменивают ионы водорода (H^+) на катионы, адсорбированные частицами почвы. У глинистых почв более высокая способность катионного обмена и, благодаря структуре, более высокий потенциал плодородия, чем у илистых почв и, тем более песчаных (Сандра Корси, 2017).

Вопросы для контроля

1. Биологическое земледелие и биологизация.
2. Суть биоземледелия.
3. Понятие почвенной биоте.
4. Требования к биологическому земледелию, выдвинутые Гансом Мюллером.
5. Вермакультура и вермакультивирование в альтернативном земледелии.
6. Основные приемы и методы биологической защиты растений.
7. Плодородие почвы.
8. Комплекс мер для снижения негативных явлений нитратов.
9. Роль органического вещества в почвообразовании и плодородии почвы.
10. Значение бактерий и грибов в почвообразовании и плодородии почвы.

4 ПОЧВОЗАЩИТНОЕ (МЕЛИОРАТИВНОЕ) ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Почвозащитное земледелие – это комплекс мер и практик, применяемых в сельском хозяйстве для защиты почвы от разрушения, деградации и эрозии, а также для поддержания её плодородия и устойчивости на длительный срок.

Некоторые элементы почвозащитной системы земледелия:

1. Севооборот. Научно-обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистого пара во времени и на территории или только во времени (ГОСТ 16265-89).
2. Полосное возделывание, кулисы. Участки поля остаются не вспахантыми, а засеиваются густо посевами, что также помогает предотвращать эрозию.
3. Зелёные посевы. Подразумевают выращивание быстрорастущих растений (например, клевера, горчицы) на незасеянных участках. Также засаживать их можно после уборки урожая, чтобы улучшить структуру почвы и добавить органику.
4. Использование ветрозащитных полос и живых изгородей. Посадка деревьев и кустарников помогает защитить почву от ветра и удерживает почвенные частицы.
5. Ирригация и управление водой. Рациональное использование системы орошения защищает почву от засоления.

Почвозащитная система земледелия разрабатывается для каждой почвенно-климатической зоны и является основой устойчивого высокопродуктивного земледелия.

Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (ПРЗ) – это система ведения сельского хозяйства, которая может предотвратить потерю пахотных и восстановление деградированных земель. Оно способствует поддержанию постоянного почвенного покрова, минимальному нарушению почвы и диверсификации видов растений на полях. Также повышает биоразнообразие и естественные биологические процессы над и под почвой, что способствует

повышению эффективности использования воды и питательных веществ, а также улучшению и устойчивому производству продукции растениеводства.

Принципы почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия универсальны и применимы ко всем сельскохозяйственным системам, ландшафтам и землепользованиям с учетом местных особенностей. При этом, нарушения почвы, такие как механическое разрушение почвы, сводятся к абсолютному минимуму или предотвращаются, а средства производства, такие как агрохимикаты и питательные вещества минерального или органического происхождения, применяются оптимально и в таких количествах и способами, которые не мешают или не нарушают биологические процессы.

Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие способствует применению надлежащих приемов агрономии, таких как своевременное проведение агротехнических операций и улучшает землепользование для богарного и орошаемого земледелия. В сочетании с другими известными передовыми методами, как например, использование качественных семян, интегрированная защита растений, интегрированное управление питательными веществами, сорняками и водой и т.п., Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие создает основу для устойчивой интенсификации сельскохозяйственного производства. Оно открывает широкие возможности для интеграции производственных секторов, таких как растениеводство и животноводство, а также интеграции агро-лесоводства и пастбищ в сельскохозяйственные ландшафты (<https://www.fao.org>).

Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие (ПРЗ) – это почвозащитная и ресурсосберегающая система сельскохозяйственного производства, нацеленная на достижение интенсификации производства и получение конкурентоспособных урожаев через развитие природной ресурсной базы.

Это достигается путем применения трех взаимосвязанных принципов, реализуемых наряду с применением адаптированных к местным условиям приемов, а также использования других полезных методов производства, в том

числе связанных с управлением питательными веществами, водой и вредителями.

Тремя принципами почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия являются:

1. Сокращение обработки почвы. Постепенное сведение к минимуму механического повреждения структуры почвы и применение прямого посева (т.е. нулевая технология посева);

2. Сохранение растительных остатков (мульчирование) и покрова на поверхности почвы. Обеспечение постоянного органического покрова почвы при помощи растительных остатков и/или посева покровных культур, в зависимости от имеющихся запасов влаги;

3. Использование севооборотов. Состав культур, включенных в севообороты должен быть разнообразным (диверсифицированный севооборот).

Какие цели и задачи решает почвозащитное земледелие?

Предотвращение процессов деградации и эрозии почвы, создание действенного цикла мелиорации почв и земель, восстановление агроэкологического потенциала продуктивности земли и получаемых посредством почвы экосистемных услуг.

Увеличение формирования надземной и подземной биомассы

с целью защиты почвы:

- физическая защита почвы от погодных условий (дождевых капель, сильного ветра и солнечного излучения) уменьшает эрозию почвы и потери питательных веществ (увеличивая тем самым продуктивность почвы), сокращает испарение воды, температурные изменения, закупоривание поверхности почвы и образование корки;

- в системе с нулевой обработкой почвы покровные культуры служат источником питания и местом обитания для почвенных организмов;

- благодаря своим притягивающим свойствам такие органические материалы, как отходы бактерий, органические гели, гифы грибов, выделения и

отработки червей, способствуют формированию почвенных агрегатов и их стабильности, а также повышают возможность внутрипочвенных перемещений.

- при разрушении агрегатов микроорганизмы (в основном, бактерии и грибы) начинают поглощать самый молодой источник углерода; при этом происходит утрата основных (т.е. временных и переходных) связующих веществ, что вызывает рассыпание почвы.

Вермикультура – разведение червей с целью получения биомассы и биогумуса – продукта переработки навоза и/или других органических отходов червями (рисунок 5). В связи с огромным интересом к биодинамическим органическим системам сельского хозяйства, что играет первоочередную роль как для общей экологизации земледелия, так и для ведения экологически безопасного сельского хозяйства, в последние десятилетия вермикультивированию уделяется большое внимание во многих странах: США, Италии, России, Германии, Франции, Австралии, Нидерландах и др.



Рисунок 5 – Вермикультивирование

Почвенно-экологические группы червей:

Норники – обитают в норах более 1 м, но питаются на поверхности почвы и преимущественно листовым опадом, который они затаскивают в норы.

Почвенно-подстилочные черви – обитают неглубоко от поверхности почвы: до 15 см. Питаются полуперепревшими растительными остатками. Один из видов данной группы – *Lumbricus rubellus* – активно использовался в работах по промышленному разведению.

Почвенные черви – приспособлены к существованию в плотной почвенной среде и к питанию почвенным перегноем (растительными остатками, которые подверглись значительному разложению).

Навозные черви – данный вид (*Eisenia foetida*) выделяется в отдельную группу, т. к. имеет ряд уникальных биологических особенностей: большое количество червей в коконе (в среднем до 6 и максимум до 20); достигают половой зрелости в 4 месяца, когда обычные дождевые черви в год-полтора. Таким образом, коэффициент размножения навозного червя многократно выше, чем у дождевого.

На территории бывшего СССР сложились 2 основные школы вермикультуры. Первая возникла и располагается в Западной Украине (г. Ивано-Франковск) – ассоциация «Биоконверсия», благодаря которой красный калифорнийский червь оказался на территории СССР. Вторая школа сосредоточена во Владимирской области, где находится Всероссийский научно-технологический институт торфа и органических удобрений (ВНИПТИОУ), координирующий работу по вермикультуре в России. Здесь жил и трудился профессор А. М. Игонин (1925-2005), один из первых в СССР начавший разводить навозных червей, здесь же располагается множество фермерских хозяйств и коммерческих фирм, занимающихся вермикультурой.

Основное различие в разводимых видах червей. Первая школа специализируется на разведении красного калифорнийского червя, вторая – на разведении навозного (Шаяхметова А.С. и др., 2023).

Многочисленные исследования, проведённые учёными МГУ имени М. В. Ломоносова с различными популяциями навозного червя от Мурманска до Средней Азии, показали, что на территории России и СНГ можно встретить популяции навозного червя, вплотную по своим хозяйственно-полезным признакам приближающиеся к красному калифорнийскому червю. Во Владимирской области фактически каждая фирма и фермерское хозяйство разводит свою популяцию навозного червя (Лящев А.А., 2013).

Согласно данным Лящева А.А., Прок И.А. (2022) простая модификация установки опытного контейнера влечет за собой увеличение выхода вермикомпоста в три раза на литр объема. Это означает, что эффективность переработки субстрата увеличивается в несколько раз практически без дополнительных затрат, экономика биогумуса улучшается. Газонная трава в качестве единственного корма перерабатывается на биогумус с использованием дождевого червя *E. fetida* без какой-либо предварительной обработки корма в течение пяти месяцев. Среднее производство вермикомпоста, основанное на стационарном преобразовании, за весь экспериментальный период составило в среднем от 36,2 до 54,6% с *E. fetida*. Вид дождевого червя *E. Fetida* успешно размножился в контейнере. Количество произведенных ювенильных форм составило 10450,8 и 23715, а коконов – 2823,7 и 5876,9. Несмотря на нарушение поверхностной структуры субстрата при взятии проб, скорость превращения субстрата в вермигумус непрерывно увеличивалась с каждым запуском по мере того, как молодь и коконы не удалялись из контейнеров.

По данным Лопаевой Н.Л. и Неверовой О.П. (2022) использование вермикультуры дает возможность получения безопасной и безвредной продукции и экологически чистой и безопасной переработки. Биогумус очень помогает в спасении и восстановлении почвы, подвергнувшейся опасным и вредным действиям, излучениям. Пока живет этот червь, он поглощает микроорганизмы, содержащиеся в почве, а также мельчайших животных. Все это способствует биологическому очищению почвы от вредоносных бактерий и микроорганизмов.

По мнению Авдиенко С.С. (2023) технология разведения дождевых червей (вермикультура) – это один из наиболее перспективных методов решения проблемы утилизации органических отходов. Развитию данной технологии способствуют негативные изменения в экологии, вызванные активной деятельностью человека в промышленности и сельском хозяйстве, направленной на быструю интенсификацию производства.

Применение вермикультуры с использованием производимого биогумуса для удобрения сельскохозяйственных культур в значительной мере решает проблему утилизации органических остатков, восстановление и улучшение свойств почвы.

Когда разрушаются макропоры, оставшийся трудноразлагаемый углерод образует связи с катионами в почве и таким образом создает силы сцепления, вызывающие уплотнение почвы.

Обеспечение сбалансированного соотношения углерод/азот посредством ротации зерновых (с высоким содержанием углерода) и бобовых (богатых азотом). Это означает, что система возделывания должна обеспечивать достаточное количество азота наряду со структурными углеводами (например, лигнином) для того, чтобы азот из разлагающихся на поверхности почвы остатков постепенно высвобождался и служил источником для следующей выращиваемой культуры.

Высокая концентрация одних только медленно разлагающихся остатков культур вызывает временную иммобилизацию почвенного азота. С другой стороны, остатки, представленные исключительно растениями с низким соотношением углерода и азота (углерод/азот) (например, бобовых культур), повышают доступность азота, но разлагаются слишком быстро, чтобы гарантировать необходимую защиту почвы.

Поддержка активности «почвенной биологической инфраструктуры». В системах почвозащитного ресурсосберегающего земледелия интенсивные севообороты настоятельно необходимы, чтобы обеспечивать значительное количество разнообразного органического вещества (т.е. питательных веществ,

а вследствие этого – субстрата, богатого углеводами и азотом) для поддержания активности почвенной биоты, повышения разнообразия их родового и видового состава, а также усиления их функциональной деятельности.

Борьба с сорняками, вредителями и болезнями. Диверсифицированный севооборот взаимодополняющих растений – это важная фитосанитарная стратегия.

Экономическая устойчивость. Экономия энергии (топлива и труда), а также финансов (уменьшение износа) приводит к снижению производственных затрат. Такая эффективность проявляется уже в первый год, в то время как все остальные методы использования почвы начинают влиять на доходы фермеров лишь спустя некоторое время.

Питательные вещества почвы. Цикл накопления – минерализации органического вещества – это функциональный двигатель почвозащитного ресурсосберегающего земледелия, поскольку он помогает восстанавливать и поддерживать плодородие почвы и уменьшать ее эрозию.

Почвенная влага. Тяжелые дождевые капли разбивают почвенные агрегаты на поверхности, и мелкие частицы закупоривают поры, не давая воде впитываться в почву. Защищенная поверхностным слоем органического вещества (например, стерня) почва лучше улавливает и использует воду благодаря тому, что впитывание воды и ее инфильтрация повышаются, а испаряемость с поверхности почвы снижается.

Ирригационное земледелие (поливное земледелие) – земледелие в зоне с недостаточным количеством сезонных осадков, основанное на искусственном орошении с помощью ирригационных систем. Ирригационное орошение занимает ведущее место среди мелиораций обрабатываемых земель.

Побочные воздействия: Очень важно снижать количество осадочного материала в поверхностных водах, особенно в регионах, характеризующихся крутыми склонами и интенсивными осадками.

Следует отметить, что формирование почвенных агрегатов и структуры требует много времени, однако достаточно всего одной вспашки, чтобы их

разрушить. Поэтому очень важно, чтобы применение почвозащитного ресурсосберегающего земледелия носило долгосрочный характер.

Ограничения и решения, касающиеся внедрения и применения почвозащитного ресурсосберегающего земледелия:

- неспособность фермеров выбрать наиболее подходящие варианты диверсифицированного севооборота;
- дефицит приемлемой техники и полевого оборудования;
- нехватка знаний о системах почвозащитного ресурсосберегающего земледелия у сотрудников организаций распространения сельскохозяйственных знаний и технического персонала, а также на уровнях принятия решений.

С чего начать внедрение почвозащитное ресурсосберегающее земледелие?

- Обследование почвы и ее анализ для определения содержания питательных веществ, рН и ситуации со стоком вод. Поскольку почвозащитное ресурсосберегающее земледелие зависит от жизненных процессов в почве, то почвы следует довести до состояния, обеспечивающего развитие такой жизни. Прежде чем переходить к почвозащитному ресурсосберегающему земледелию, в почве необходимо устранить лимитирующие факторы физического и химического плана. Особенно это относится к деградированным и истощенным почвам, которые требуют вложения определенных средств в мелиоративные мероприятия по восстановлению почв.

- В случае дефицита питательных веществ следует использовать остатки покровных культур и минеральные удобрения.

- Если почва кислая ($\text{pH} < 7$), для повышения рН рекомендуется применять известь. Это следует делать до внедрения почвозащитного ресурсосберегающего земледелия, поскольку реакция извести более интенсивная, когда ее вносят в почву.

- На уплотненных почвах (в результате уплотнения в процессе почвообразования или формирования уплотненного слоя вследствие применения плугов и сеялок) следует использовать глубокорыхлитель (или

рыхлитель для неглубоко залегающих уплотненных слоев) с целью разрушения твердых слоев и подплужной подошвы.

- В случае неровности поверхности поля и неоднородности микрорельефа, поле следует выровнять (провести планировку), чтобы обеспечить посев семян на одинаковую глубину. Для этого последняя операция по обработке почвы перед переходом к почвозащитному ресурсосберегающему земледелию должна обеспечить удаление транспортных борозд (обычно при помощи стойки глубокорыхлителя), борозд и гребней, оставленных культиватором, а также эрозионных канавок (в зависимости от глубины канавок – дисковой бороной или плугом и оставить поверхность поля выровненной (обычно с помощью дискового культиватора со смещающимися в сторону от линии тяги батареями). Точности выравнивания можно добиться при помощи лазерного планировщика.

- Поле, на котором предполагается внедрять почвозащитное ресурсосберегающее земледелие, не должно быть сильно заражено злостными сорняками. Если же поле заражено, то необходимо принять меры по уничтожению сорных растений до начала внедрения почвозащитного ресурсосберегающего земледелия.

- Следует планировать и применять диверсифицированные севообороты, которые будут использованы в первые несколько лет для производства максимально возможного объема растительных остатков в существующих местных агроэкологических условиях. Выполнимость этого будет зависеть от того, какие семена доступны, какие культуры хорошо растут в этом районе, и могут ли фермеры продать свою продукцию. Введение нулевой обработки почвы на поле, где солома была сожжена – наихудший из возможных вариантов, а если солома была убрана – это второй из наихудших вариантов. Легче начинать почвозащитное ресурсосберегающее земледелие после выращивания такой культуры, которая позволяет эффективно бороться с сорняками. Таким образом, после уборки предыдущей культуры (товарной или покровной) на поверхности должно остаться достаточное количество пожнивных остатков.

В случае использования гербицидов, следует научиться их правильно и целесообразно применять. Это позволит избежать рисков для здоровья и гарантировать эффективность обработки. Также следует знать, как калибровать оборудование для внесения гербицидов (опрыскивателя).

- Что касается механизации, рекомендуется приобретать опыт, не делая больших капитальных вложений. Специальные сеялки можно получить для временного пользования, взяв в аренду или в рамках демонстрационного показа. Посев при нулевой обработке выполняется как однопроходная операция. Ошибки или низкое качество посева могут обойтись очень дорого. Поэтому, следует попрактиковаться на небольшом участке поля для приобретения навыков обеспечения однородности сева на точно заданную глубину. Сначала следует сеять по низкой стерне, а с обретением опыта – при большем количестве пожнивных остатков.

- Следует начать внедрение системы почвозащитное ресурсосберегающее земледелие на небольшом участке (10% от площади хозяйства), чтобы обрести опыт и подготовиться к новому образу действий и графику мероприятий, прежде чем применять эту технологию во всем хозяйстве (Сандра Корси, 2017).

Если есть такая возможность, следует побеседовать с опытными фермерами, занимающимися почвозащитным ресурсосберегающим земледелием, и поучиться на их опыте и ошибках.

Эрозия почвы (от латинского *erosio* – разъедание) – разрушение водой и ветром верхнего плодородного слоя почвы, а также подстилающих пород, перемещение продуктов разрушения с места первоначального нахождения и осадение их на новых местах (рисунок 6).



Рисунок 6 – Эрозия почв

Эрозия почвы происходит везде, где стекает дождевая и талая вода и почва подвержена воздействию ветра. Если этот процесс протекает под действием воды, то он называется *водной эрозией*, если под действием ветра – *ветровой эрозией*, или *дефляцией*.

По темпам проявления и степени разрушительности эрозию почв разделяют на *нормальную (естественную)* – когда снос и смыв почв не превышает темпа почвообразования, и *ускоренную* – когда превышает.

В зависимости от способа отделения и перемещения почвенных частиц водная эрозия может быть плоскостная, *ручейковая (струйчатая)* и *овражная*.

Плоскостная эрозия почв возникает под влиянием стока воды, неуспевающей впитываться в почву, и характеризуется сравнительно равномерным смывом почвенного слоя.

Струйчатая эрозия почв происходит при смыве почвы ручьями, образующими неглубокие промоины, устраняемые обычной обработкой почвы. Овражная эрозия возникает, когда мощные потоки размывают глубокие промоины – овраги, которые невозможно выровнять обычной обработкой.

В районах искусственного орошения проявляется *ирригационная эрозия*, в горных наблюдаются сели.

Ветровая эрозия (дефляция) может быть двух видов: *повседневная*, когда ветры малой скорости поднимают в воздух и относят на другие места мельчайшие почвенные частицы, и *пыльные бури (черные бури)*, вызываемые ветрами больших скоростей. Пыльные бури могут охватывать огромные пространства.

Факторами эрозии и дефляции являются климат, рельеф местности, почвенный и растительный покров, геологические условия территории и хозяйственное использование земель.

Из климатических факторов на развитие водной эрозии наиболее существенное влияние оказывают осадки и режим их выпадения, особенно ливневые дожди. За один ливень в зависимости от его интенсивности и крутизны с 1 га пашни смывается от 10 до 50 т почвы. Нередки случаи смыва почвы всего пахотного слоя, прироста оврагов до 30-50 м. Талые воды весной, стекая за 7-10 дней, разрушают почву вплоть до образования оврагов.

В зависимости от рельефа местности установлено, что, смыв увеличивается прямо пропорционально уклону. С увеличением уклона почвы от 2° до 4° смыв почвы возрастал в 1,8, а от 4° до 8° - в 7,2 раза. При удвоении линии стока с 50 до 100 м смыв почвы возрастал в 2,9-3,7 раза.

Южные склоны эродированы, как правило, больше, чем северные и северо-восточные. Количество солнечной радиации, тепла и температуры воздуха отдельных частей рельефа может изменяться до 10 %. Рельеф местности оказывает влияние на скорость ветра и отложение снега, относительную влажность воздуха.

Противоэрозионные свойства почвенного покрова определяются типом почвы, ее гранулометрическим составом, содержанием гумуса, сложением, структурой, водопропускностью агрегатов, водопроницаемостью. Более устойчивы к эрозии и дефляции черноземы и дерново-подзолистые суглинистые почвы.

Растительный покров уменьшает или полностью предупреждает развитие эрозии и дефляции. Возможность защиты растениями почвы от эрозии выражается коэффициентом эрозионной опасности под различными культурами и чистым паром.

Различная почвозащитная способность сельскохозяйственных культур определяется их биологическими и агротехническими свойствами, а также режимом выпадения осадков.

В районах, где водная эрозия вызывается стоком талых вод, наибольшее противоэрозионное значение имеют многолетние травы, а там, где эрозия вызывается июньскими и июльскими ливнями, хорошо защищают почву от эрозии озимые культуры, а позже пропашные.

К геологическим условиям территории, определяющим возможность и характер проявления эрозионных процессов, относятся размывающая характеристика пород, особенности их залегания, проявление различных экзогенных и эндогенных процессов.

К хозяйственным факторам, от которых зависят проявление и степень развития эрозионных процессов, относятся следующие:

- общая организация территории (размещение полей и структура посевных площадей, лесных полос, дорожной сети, производственных помещений и других объектов);

- применяемые способы основной и предпосевной обработки почвы и технологии возделывания культур (вспашка, безотвальная обработка вдоль или поперек склона, степень уплотнения и распыления почвы, уход за посевами, чистыми парами и т. д.);

- применение предупредительных противоэрозионных и почвоулучшающих мер (почвозащитные севообороты, залужение, минимизация обработки почвы, агролесомелиорация, гидротехнические и другие противоэрозионные сооружения);

- проведение мелиоративных и других земляных работ (строительство мелиоративных систем, плотин, прудов и водоемов, дорожной сети, засыпка оврагов, карьеров) (Харалгина О.С., Рзаева В.В., Фисунов Н.В., Миллер С.С., 2019).

Вопросы для контроля

1. Понятие почвозащитного земледелия.
2. Научные основы управления агрофизическими показателями плодородия почвы при освоении севооборотов.
3. Агрохимические факторы плодородия почвы и приемы управления минеральным питанием растений в севообороте.
4. Режим органического вещества почвы.
5. Элементы почвозащитной системы земледелия.
6. Принципы почвозащитного ресурсосберегающего земледелия.
7. Цели и задачи почвозащитного ресурсосберегающего земледелия.
8. С чего начать внедрение почвозащитного ресурсосберегающего земледелия?
9. Ограничения и решения, касающиеся внедрения и применения почвозащитного ресурсосберегающего земледелия.
10. Хозяйственные факторы, от которых зависят проявление и степень развития эрозионных процессов.

5 БОГАРНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Богарное земледелие – земледелие, основанное на применении органических удобрений, механической обработки почвы и биологических методов защиты растений (рисунок 7).



Рисунок 7 – Богарное земледелие, Иран

Богарá (богарные поля, богарное земледелие, от перс. бехар, بهار – весна) – земли в зоне орошаемого земледелия, на которых сельскохозяйственные культуры возделывают без искусственного орошения. Чаще всего богарой заняты подгорные равнины и окраины оазисов. То есть используется главным образом влага, получаемая почвой весной. На богаре выращивают засухоустойчивые зерновые, кормовые и бахчевые растения.

Вплоть до середины XX века богарные посевы вследствие недостатка воды играли чрезвычайно важную роль в хозяйстве среднеазиатского жителя, и неурожай богары мог повлечь за собой голод. В Ходжентском уезде около трети всех посевов производились под дождь, а в остальных местностях Самаркандской области от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ (Большая советская энциклопедия, 1970).

Урожай хлеба на богарных полях зависит от количества влаги в почве весной (снежная зима) и от весенних дождей, а, следовательно, чаще всего дают

урожай богарные поля, расположенные в подгорной полосе (около 1200 метров над уровнем моря). Площадь богарных полей постоянно изменяется в зависимости от видов на более или менее обильную влагой весну (<https://ru.wikipedia.org>).

Богарное земледелие распространено в предгорьях и на окраинах оазисов Афганистана, Ирана, Китая, Индии, Пакистана, Судана, Турции, в республиках Средней Азии, на юге Казахстана, а также в Закавказье, в степях юга России и Украины.

Этот вид земледелия имеет большое экономическое значение, так как позволяет использовать неудобные для орошения участки.

По данным Нарзулова Т.С. (2019) при соблюдении агротехнических приёмов в условиях богары (неорошаемая зона) можно получить высокую урожайность. Результатами полевого опыта выявлено, что на богарных землях Центрального Таджикистана, где выпадает более 600 мм осадков, основным элементом агротехники является установление оптимальных сроков посева сельскохозяйственных культур. Установлено, что в условиях богарных земель Гиссарской зоны оптимальным сроком посева сельскохозяйственных культур в зимний период является третья декада февраля, а весной – первая декада марта, что обеспечивает получение стабильного урожая. Посев сельскохозяйственных культур в условиях обеспеченной осадками богары Гиссарской зоны Центрального Таджикистана в зависимости от условий года рекомендуется проводить в третьей декаде февраля – начале марта с целью получения высокой урожайности.

Элементы технологии возделывания в условиях богары:

Размещение полей. Богарные бахчи размещают на целинных землях или в пропашном клину травопольных севооборотов. Поля, засоренные многолетними сорняками, под бахчи не пригодны.

Подготовка почвы. В местах, предназначенных под бахчи, проводят лущение стерни, глубокая обработка почвы плугами с предплужниками, без боронования. Для накопления влаги на богарных землях рекомендуется

применять весной влагозарядочные поливы талыми или ливневыми водами. Ранней весной почву боронуют. Во второй половине марта – начале апреля проводят культивацию, чизелевание или вспашку на глубину 20-22 см, в зависимости от уплотнённости почвы. Перед посевом поле перепахивают на глубину 16-18 см с последующим боронованием и малованием. Последнюю глубокую обработку обычно приурочивают к началу жаркого летнего периода, что позволяет создавать хорошо разрыхлённый, мелкокомковатый слой почвы.

Посев. Арбузы высевают сразу за последними весенними дождями. В зависимости от условий погоды сроки посева могут изменяться. Семена раскладывают в бороздах и заделывают при обратном ходе плуга во влажный слой почвы на глубину 6-8 см. Ширина междурядий устанавливается 2-2,5 м.

Уход за посевами. Заключается в двукратном прореживании всходов. Первое прореживание делают в фазе развития первого настоящего листа, растения при этом оставляют на расстоянии 80-100 см одно от другого. Второй раз прореживают во время развёртывания 3-4 настоящих листьев, расстояние между растениями доводится до 2-2,5 м. При гнездовом посеве во время первого прореживания оставляют по два растения в лунке, во время второго – по одному.

Борьба с почвенной коркой. Её необходимо разрушать боронованием или культивацией междурядий и ручным мотыжением в рядках.

Также в условиях богары для возделывания рекомендуют использовать засухоустойчивые и высокопродуктивные культуры, например сафлор. Для него определяют сроки и способы посева, густоту стояния растений, нормы и сроки внесения минеральных удобрений.

условиях богары одним из основных факторов стабильного земледелия является наличие в севообороте парового поля. Оно способствует стабилизации питательного режима и улучшению фитосанитарного состояния полей. 1

Особенности севооборотов в условиях богары:

1. Использование зернопаропропашного севооборота с краткой ротацией (чистый пар – пшеница – пшеница).

2. Включение зернобобовых культур, например нута, которые являются хорошими предшественниками для пшеницы благодаря азотфиксирующей способности.
3. Использование 7-8-польных севооборотов, насыщенных многолетними травами, пожнивными культурами и промежуточными посевами. Такие севообороты за 7-8-летнюю ротацию могут создать положительный баланс гумуса (www.vavilovsar.ru).

По мнению Бабичева А.Н. (2016) в условиях необеспеченной богары Шемахинской ЗОС АзНИИЗ на каштановых почвах использовался 6-польный севооборот по следующей схеме:

- 1 – пар;
- 2 – озимая пшеница;
- 3 – озимая пшеница;
- 4 – озимая пшеница;
- 5 – нут;
- 6 – озимая пшеница.

Для защиты растений в условиях богары можно использовать следующие методы:

Содержание посевов в чистоте. Это позволяет снизить численность некоторых вредителей, например, группы тлей, за счёт подавления их афидофагами (путем исключения источников альтернативной пищи).

Прикатывание почвы. Обеспечивает более раннее появление всходов, что снижает повреждённость кукурузы почвенными вредителями и вредителями растительного яруса.

Применение инсектицидов. В условиях богары подавление инсектицидами комплекса вредителей всходов, обладающих в засушливых условиях повышенной вредоносностью, даёт ощутимые прибавки урожая.

Использование препаратов для повышения засухоустойчивости растений. Например, регулятор роста «Альбит» увеличивает засухоустойчивость растений на 10-60%.

Также на богарных землях важно учитывать, что влага является основным фактором формирования урожая, поэтому важно снижать её расход на создание единицы продукции. Например, лучшее накопление осенних и зимних осадков, а также усвоение талых вод весной, происходит при плоскорезных обработках за счёт остающейся на поверхности поля стерни и пожнивных остатков.

Вопросы для контроля

1. Понятие богарного земледелия.
2. Понятие богаре.
3. Чем чаще всего занята богара.
4. От чего зависит урожай хлеба на богарных полях.
5. Где распространено богарное земледелие.
6. Как получить высокую урожайность в условиях богары.
7. Элементы технологии возделывания в условиях богары.
8. Особенности севооборотов в условиях богары.
9. Методы защиты растений в условиях богары.
10. Основной фактор формирования урожая в условиях богары.

6 АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Современное земледелие – многокомпонентная система, отдельные элементы которой находятся во взаимосвязи между собой и природной средой. Поскольку природная среда очень изменчива и труднопрогнозируема, земледелие относят к сложным системам.

В современных условиях в связи с возросшими задачами интенсивности сельского хозяйства понятие системы земледелия значительно усложнилось. Согласно ГОСТ 16256-80, под системой земледелия понимают комплекс агротехнологических, мелиоративных и организационно-экономических мероприятий, направленных на эффективное использование земли и других ресурсов, сохранение и повышение плодородия почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Под используемыми землями подразумевают не только пашню, но и другие земли, которые пригодны для сельскохозяйственных целей – луговые и пастбищные угодья, заболоченные, нарушенные земли, заброшенные, ранее обрабатываемые поля, если их можно привести в пригодные для земледелия состояние.

Научно-обоснованная система земледелия должна обеспечивать защиту почв от водной и ветровой эрозии, успешное регулирование водного режима, экологическую безопасность и охрану окружающей среды от загрязнения пестицидами и минеральными удобрениями, создание благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Система земледелия, как единое целое, состоит из взаимосвязанных звеньев. К ним относятся: организация территории землепользования хозяйства и севооборотов, система обработки почвы, система удобрений, система защиты растений, технологии возделывания сельскохозяйственных культур, система семеноводства, мелиоративные мероприятия, система контроля экологической обстановки в хозяйстве и другие. Значение каждого звена системы земледелия в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвы в

разных агроландшафтных условиях неодинаково. Однако только при наличии всех научно-обоснованных и взаимосвязанных звеньев система может функционировать эффективно (Баздырев Г.И., 2000).

Отличительной особенностью современных систем земледелия является агроландшафтный подход к их разработке и совершенствованию. Это значит, что они должны быть хорошо адаптированы к местным ландшафтам, отвечать требованиям экологической чистоты, создавать предпосылки для рационального использования земли и повышения почвенного плодородия, получения высоких и устойчивых урожаев (Борин А.А., Лошина А.Э., 2020).

Ландшафт – это относительно однородный участок географической оболочки земли, который выделяется в ходе её эволюции и отличается структурой, характером взаимосвязей и взаимодействия между компонентами. Это – генетически однородный территориальный комплекс, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа и одинаковый климат. В соответствии с ГОСТ 178102-88 сельскохозяйственным ландшафтом называется ландшафт, используемый для целей сельскохозяйственного производства, формирующийся и функционирующий под его влиянием. Точнее можно определить сельскохозяйственный ландшафт как антропогенно-природный ландшафт, обусловленный сельскохозяйственной деятельностью, в котором природная основа сочетается с производственной и социальной инфраструктурой. Данную категорию правильнее определить, как природно-сельскохозяйственный ландшафт (Кирюшин В.И., 2011).

Ландшафты, освоенные сельскохозяйственным производством, получили название агроландшафтов. В процессе земледельческого использования природный ландшафт не перестраивается до основания, лишь частично преобразуется. Поэтому агроландшафты следует рассматривать как измененные под воздействием антропогенных факторов природные ландшафты (Уфимцева М.Г., 2023).

Адаптивно-ландшафтная система земледелия (АЛСЗ) – это система

использования земли определенной агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества, и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия. Термин «ландшафтная» в названии системы означает, что она разрабатывается в пределах конкретной категории агроландшафта, который трансформируется в соответствии с оценкой экологических условий в агроэкологическую группу земель.

Ландшафтная система земледелия может существовать только на уровне хозяйства. Для района, области могут быть сформулированы лишь общие отличительные особенности ландшафтных систем земледелия хозяйств данного региона.

Ландшафтность систем земледелия – это абсолютная дифференцированность и максимально возможная технологичность земледелия, которые достижимы на элементарном уровне, то есть на уровне конкретных хозяйств.

Отличие АЛСЗ от обычного земледелия состоит в дифференцированном воздействии на весь процесс возделывания сельскохозяйственных культур, включая введение оптимальных севооборотов, дифференцированных систем обработки и удобрения почвы, использование новых современных сортов и гибридов, средств защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, применение новых технических средств.

Часто новая организация производства растениеводческой продукции связана с трансформацией сельскохозяйственных угодий, с разработкой улучшенных севооборотов (включая почвозащитные) и новых проектов внутрихозяйственного землеустройства, комплексно учитывающих современные достижения аграрной науки.

Сущность адаптивно-ландшафтной системы земледелия заключается в рациональном хозяйственном использовании почв с учетом их биоклиматического потенциала, химических, агрохимических и физико-химических свойств, спроса и предложения рынка, местных трудовых и исторических традиций, наличия природных и производственных ресурсов по обеспечению устойчивости агроландшафта и воспроизводства почвенного плодородия. Необходимо учитывать агроэкологическую оценку почв – это комплексная агрономическая характеристика почвенного покрова с учётом требований сельскохозяйственных культур. И начинается с агроэкологической оценки первичных элементов, составляющих ландшафт. В качестве таковых рассматриваются элементарные ареалы агроландшафта (ЭАА). Под ЭАА понимается участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарным почвенным ареалом с элементарной почвенной структурой. Оценка ЭАА проводится на основе агроэкологической классификации земель, раскрывающей всю совокупность агроэкологических факторов, которые необходимо принимать во внимание при формировании систем земледелия.

Далее можно переходить к этапам формирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

Этапы формирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия включают:

- картографирование земель по состоянию главенствующих свойств и условий почв (почвенная карта, картограммы содержания питательных веществ, гумуса, кислотности, засоренности, зараженности болезнями и заселенности вредителями, подверженности эрозии), определяющих плодородие и продуктивность сельскохозяйственных культур;

- разработку проекта землеустройства;

- создание и введение банка данных, всесторонне характеризующих объект управления (агробιοценоз), его отклик на различные приемы и мероприятия;

- построение оптимизационной модели на основе учета разнообразных ограничений (включая экологические), проверку её адекватности при производственном внедрении: механизм корректировки оптимизационной модели (Окорков В.В., 2003).

Методика формирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия является выражением системных принципов организации агропроизводства (базируется на представлении об агропроизводственном формировании любого уровня как единой системе) и обеспечивает качественно новый, более высокий уровень точности, дифференцированности земледелия (учет природных и социально-экономических условий).

Методика должна обеспечивать вариабельность проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия с учётом конкретных природных и хозяйственных условий, допустимых порогов антропогенной нагрузки в агробиоценозах, снижения затрат невозполнимых ресурсов на получение дополнительной единицы сельскохозяйственной продукции, предотвращение загрязнения и разрушения окружающей среды и повышение безопасности продуктов питания (Солодун В.И., 2022).

Основные этапы проектирования систем земледелия всех уровней рассмотрим применительно к хозяйству:

1. Анализ агроландшафтных, климатических и организационно-экономических условий хозяйства. Проведение агроэкологической группировки земель.

2. Уточнение специализации хозяйства.

3. Разработка природоохранной организации территории землепользования. Проведение землеустроительных работ (выделение сенокосов, пастбищ, пашни, экологических микрозаповедников, рекреаций). Распределение пашни по агроэкологическим группам для организации адаптивных к агроландшафту севооборотов.

4. Обоснование структуры посевной площади и организации системы севооборотов.

5. Проектирование системы удобрений, химической мелиорации и воспроизводства органического вещества почвы.

6. Разработка системы почвозащитной ресурсосберегающей обработки почвы.

7. Обоснование и составление системы защиты растений от вредных организмов.

8. Определение основных параметров системы семеноводства.

9. Обоснование экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства.

10. Разработка системы обустройства природных (естественных) кормовых угодий, включающая определение способов их использования, обоснование технологий поверхностного и коренного улучшения, графиков эксплуатации сенокосов и пастбищ и мероприятий по их уходу.

11. Составление плана освоения системы земледелия (Солодун В.И., 2022).

Адаптивно-ландшафтная направленность современных систем земледелия подразумевает приспособляемость производства продукции растениеводства к различным агроландшафтам, формам хозяйствования, уровням обеспеченности материальными и энергетическими ресурсами, условиями рынка на основе достижений сельскохозяйственной науки.

По степени сложности система земледелия относится к очень сложным многоуровневым системам, сущность взаимосвязей в которых зависит не только от элементов, входящих в систему, но и от состояния среды.

Традиционные методы проектирования систем земледелия, основанные на практическом опыте, интуиции, несложных расчётах, не обеспечивают желаемого системного эффекта. Для этой цели необходимо использовать

системный анализ, предлагающий изучение сложных явлений как целого, без дробления на части, исследования, прежде всего его общесистемных свойств (Солодун В.И., 2022).

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия наиболее полно отвечают стратегическому направлению развития земледелия – экологизации. Они обеспечивают приведение производственных процессов в соответствие с объективными законами природы и общества, условиями конкретных агроландшафтов, тем самым минимизируют предпосылки проявления негативных экологических процессов: деградации природных компонентов агроландшафта и снижения эффективности самого агропроизводства (Санникова Н.В., 2024).

По оценкам экспертов в настоящее время в России около 50 млн. га земель сельскохозяйственного назначения находятся в резерве и не используются для сельскохозяйственного производства более трёх лет, из них 30 млн. га уже заросли сорными или древесно-кустарниковыми растениями (Евтушкова Е.П., 2024). В Тюменской области площадь неиспользуемых сельскохозяйственных угодий муниципальных районов Тюменской области составляет около 46 тыс. га. Часто для культивирования с.-х. культур уровень их почвенного плодородия недостаточен, но вполне пригоден для выращивания целевых хвойных и ценных лиственных пород. Другая причина недолжного состояния таких земель в том, что данные земельные участки принадлежат так называемым «пайщикам» или «дольщикам», которые были наделены ими в 90-х годах при реорганизации колхозов и совхозов (Уфимцева М.Г., 2022).

В.И. Кирюшин (1996) предложил 6 групп факторов формирования систем земледелия:

1. Общественные (рыночные) потребности (рынок продуктов, потребности животноводства, требования перерабатывающей промышленности).

2. Агроэкологические требования культур.

3. Агроэкологические параметры земель, природно-ресурсный потенциал ландшафта.

4. Производственно-ресурсный потенциал, уровень возможной интенсификации производства.

5. Хозяйственный уклад, социальная инфраструктура.

6. Качество продукции и среды обитания, экологические ограничения.

Система земледелия должна соответствовать всем шести вышеуказанным группам факторов, определяющих условия производства. Если будет иметь место несоответствие хотя бы одному фактору, возникнут экономические и экологические проблемы, функционирование агропредприятия не сможет быть эффективным и устойчивым.

Общий алгоритм формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия: исходя из агроэкологических и агротехнологических требований сельскохозяйственных культур, пользующихся спросом на рынке или отвечающих запросам животноводства, найти отвечающую этим требованиям экологическую обстановку или создать её путем последовательного устранения лимитирующих факторов с учетом экономических возможностей и экологических ограничений. Важно учесть, что преодоление факторов, лимитирующих продукционные процессы, сопряжено с дополнительными инвестициями.

Следовательно, главным фактором, определяющим характер системы земледелия, в том числе и подбор конкретных культур той или иной хозяйственной группы (зерновые, зернобобовые, технические, кормовые) является характер земель, их агроэкологические свойства, такие как морфологические признаки, имеющие агрономическое значение, гранулометрический (механический) состав почв, плотность, порозность и структурное состояние почвы, химические и физико-химические свойства почв, такие как содержание и запасы органического вещества, ёмкость катионного обмена, кислотно-основное состояние (Соколов В.А., Надежина Н.В., 2008).

6.1 Этапы разработки адаптивно-ландшафтной системы земледелия

В основу разработки адаптивно-ландшафтной системы земледелия включены следующие этапы:

1. Анализ агроландшафтных, климатических и организационно-экономических условий хозяйства. Проведение агроэкологической группировки земель.

2. Уточнение специализации хозяйства.

3. Разработка природоохранной организации территории землепользования. Проведение землеустроительных работ (выделение сенокосов, пастбищ, пашни, экологических рекреаций). Распределение пашни по агроэкологическим группам для организации адаптированных к агроландшафту севооборотов.

4. Обоснование структуры посевных площадей и организация системы севооборотов.

5. Проектирование системы удобрений, химической мелиорации и воспроизводства органического вещества почвы.

6. Разработка системы почвозащитной ресурсосберегающей обработки почвы.

7. Обоснование и составление системы защиты растений от вредных организмов.

8. Определение основных параметров системы семеноводства.

9. Обоснование экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства.

10. Разработка системы обустройства природных (естественных) кормовых угодий, включающая определение способов их использования, обоснование технологий поверхностного и коренного улучшения, графиков эксплуатации сенокосов и пастбищ и мероприятий по их уходу.

11. Составление плана освоения системы земледелия.

Методика должна обеспечивать вариабельность проектирования

адаптивно-ландшафтных систем земледелия с учетом конкретных природных и хозяйственных условий, допустимых порогов антропогенной нагрузки в агробиоценозах, снижения затрат невозполнимых ресурсов на получение дополнительной единицы сельскохозяйственной продукции, предотвращения загрязнения и разрушения окружающей среды и повышения безопасности продуктов питания.

6.2 Формы организации земельной территории

Формами организации земельной территории могут быть прямоугольная, контурная, контурно-полосная, контурно-мелиоративная. В различных природных зонах страны соотношение площадей основных угодий (пашни, естественных кормовых угодий, леса, водоисточников) неодинаковое.

В южных районах с большей (до 80-90%) распаханностью земель преобладает пашня, в более северных (до 60-70%) лесные и естественные кормовые угодья. В зависимости от площадей, занятых пашней и естественными кормовыми угодьями, специализации хозяйства разрабатывают структуру посевной площади и систему севооборотов.

В комплексе мер по рациональному использованию земельных ресурсов, сохранению и повышению плодородия почвы, особенно в районах со сложным рельефом, важное место занимает противоэрозионная организация территории хозяйства. Смысл ее заключается в расчленении склонов большой длины на небольшие отрезки (полосы).

Расчленение склонов находит свое воплощение при полосном размещении сельскохозяйственных культур, создании буферных полос, кулис, валов-террас, а также валов-каналов, валов-ложбин, водорегулирующих лесных полос. Успешное расчленение больших водосборов на малые связано, прежде всего, с организацией территории.

Наиболее полным выражением адаптивноландшафтного земледелия являются контурная и контурно-мелиоративная организация территории. Такая

организация территории лучше других учитывает почвенные и рельефные особенности каждого земельного массива и является наиболее ярко выраженной формой дифференцированного подхода в земледелии к созданию условий формирования целых экосистем и агроландшафтов.

При контурной организации повышается эффективность как отдельных противоэрозионных мероприятий, так и их комплексов. Принципы и основы контурного и контурно-мелиоративного земледелия необходимо разрабатывать и проектировать с учетом основных факторов формирования талого и ливневого стока и закономерностей проявления эрозионных процессов. Одним из обязательных условий противоэрозионной мелиорации на пашне является соответствие величины задержания талого и ливневого стоков оптимальной потребности растений во влаге.

Сущность контурной и контурно-мелиоративной организации территории заключается в том, что линейные рубежи (поля севооборотов, рабочие участки, полосные лесные насаждения, гидротехнические сооружения, направления обработки почвы на склонах) размещают по контуру, т. е. по горизонталям рельефа или с небольшими отклонениями от них.

Сток талых и дождевых вод направляется по склонам перпендикулярно линейным рубежам, задерживается ими в расчетных объемах или безопасно сбрасывается по залуженным водотокам в прилегающие балки.

В современных условиях ландшафтно-экологического земледелия агроэкологическая группировка земель в конкретных хозяйствах предусматривает их подразделение по основным свойствам рельефа (величина уклона, длина и экспликация склона, характер почвенного покрова, его степень смытости, гидрологический и температурные режимы и т. д.). Такой подход создает предпосылки для использования контурно-мелиоративной организации территории как основы почвозащитной и природоохранной системы земледелия. Эта система, снижая до допустимых пределов сток талых и ливневых вод и смыв почвы, лучше других форм землеустройства и землепользования учитывает почвенные и рельефные особенности каждого

земельного массива (контура). Она является наиболее ярко выраженной формой дифференцированного (с учетом местных условий) подхода в земледелии к созданию условий формирования целых экосистем и ландшафтов (Севооборот, 2020).

При контурно-мелиоративной организации территории пашню разделяют на технологические группы в зависимости от крутизны склонов:

- первая группа – до 3° ;
- вторая – $3-5^{\circ}$;
- третья – более 5° .

Предусматривают сбалансированное размещение гумусоемких и гумусосберегающих культур на склонах крутизной $0-3^{\circ}$; исключение размещения любых пропашных культур на склонах крутизной более 3° и создание на этих землях системы полевых защитных и стокорегулирующих лесных полос с водопоглощающими канавами; возделывание на почвах второй и третьей технологических групп культур сплошного посева.

К склонам крутизной более 5° приурочивают земли особо ограниченного использования. Их включают в травянозерновые севообороты с контурнобуферной организацией территории и максимальным (не менее 60%) насыщением многолетними травами.

Контурно-мелиоративная организация территории способствует воссозданию естественных условий противоэрозионного комплекса, обеспечивая высокую водопроницаемость и противоэрозионную устойчивость почв.

Дифференцированное использование каждого земельного участка с учетом особенности его рельефа, (микроклимата, почвенного покрова, закономерности формирования склонового стока, смыва, гидрологического режима почвы и биоклиматического потенциала) – одно из важнейших условий реализации противоэрозионного и природоохранного содержания адаптивно-ландшафтной системы земледелия (Севооборот, 2020).

Важнейшими элементами проектирования организации территории

являются дифференциация сельскохозяйственных угодий по группам использования, а также оптимальное размещение их и севооборотов, элементов инженернобиологического обустройства.

При организации территории необходимо обоснование способа размещения на склонах эколого-ландшафтных контурных полос, стокорегулирующих лесных насаждений и гидротехнических сооружений (рисунок 8).



Рисунок 8 – Проект рекультивации земель лесного фонда

На сложных склонах допускают некоторые отклонения от горизонталей, в результате чего сооружения и полосы на склоновых участках имеют небольшой уклон, обеспечивающий не размывающие скорости водных потоков.

На склонах с неравномерным уклоном при размещении контурных полос неизбежно образуются клинья, выключки различной величины. Их следует отводить под облесение или постоянное залужение многолетними травами. В годы с повышенным количеством осадков в мелиоративные сооружения будет поступать сток выше расчетного, который нужно отводить на дно балок. Возможны следующие способы отвода: по естественным хорошо задерненным ложбинам и лощинам (рисунок 9), по искусственным водотокам, залуженным

многолетними травами (рисунок 10), на пологие задерненные склоны балок, в искусственные лесные насаждения на склонах балок, в приовражные и прибалочные лесные полосы и в естественные лесные массивы.



Рисунок 9 – Естественный отвод стока воды



Рисунок 10 – Искусственный отвод стока воды

Сложность контурной организации территории, насыщенность ее различными элементами зависят от характера рельефа, формы, крутизны и длины склонов. Наиболее полное выражение она получает в хозяйствах с большим преобладанием сложных склонов, сильно расчлененных крупными балками и оврагами. С упрощением строения рельефа контурная организация территории также упрощается и может быть сведена в основном к проведению всех технологических приемов поперек простых односкатных склонов. Контурно-мелиоративная организация территории предусматривает создание системы гидротехнических сооружений линейного типа для задержания или отвода избыточного стока, стокорегулирующих лесных полос.

Контурно-полосная организация территории обеспечивает регулирование поверхностного стока путем фитомелиорации. При этом обработку почвы проводят вдоль горизонталей по полосам, которые чередуются с полосами, покрытыми растительностью (рисунок 11).



Рисунок 11 – Контурно-полосная организация территории

Контурно-полосную организацию землепользования хозяйства применяют на длинных, пологих, слабоэродированных склонах. Суть приема состоит в том, что на склоне чередуются полосы из разных растений. Ширина полосы может быть различной от 30 до 100 метров. Разные полосы создаются

не просто отличными сортами одной культуры или разными культурами, но близкими по агротехнике. Культуры сплошного посева чередуются с пропашными культурами. Как видно на рисунке полосы нарезают не вдоль склона, а поперек. Если же высевать по линии склона, то такая структура будет способствовать эрозии, разгонять воду.

Агротехнический или технологический блок (структура посевных площадей, севообороты, системы обработки почвы, удобрений и т. д.) *должен вписываться в рамки созданной почвоводоохранной структуры агроландшафта.* Он предусматривает расширенное восстановление почвенного плодородия и строится на принципах экологизации и биологизации земледелия. Именно подчинение организации территории технологическому блоку земледелия (когда лесополосы и другие рубежи создавались эпизодически по границам существующих полей севооборотов, а сами поля выделялись крупными массивами и были заняты монокультурой без учета рельефа и почвенных условий, преобладали интересы удобства применения тяжелой тракторной техники и крупногабаритных агрегатов) – *это было и есть главным недостатком созданных ранее концепций земледелия.*

Вопросы для контроля

1. Понятие ландшафта и агроландшафта.
2. Адаптивно-ландшафтная система земледелия.
3. Ландшафтность систем земледелия.
4. В чем сущность адаптивно-ландшафтной системы земледелия.
5. Этапы формирования адаптивно-ландшафтной системы земледелия.
6. Основные этапы проектирования систем земледелия, применительно к хозяйству.
7. Контурно-полосная организация территории.
8. Контурно-мелиоративная организация территории.
9. Агротехнический или технологический блок.
10. Естественный и искусственный отток стока воды.

7 СЕВООБОРОТЫ В АЛЬТЕРНАТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Представители отечественной агрономии П.А. Костычев и В.Р. Вильямс развивали направление, связывающее снижение продуктивности растений в отсутствии севооборота с ухудшением физических свойств почвы, особенно с разрушением водопрочных почвенных агрегатов. Было предложено разделить сельскохозяйственные культуры на две группы: улучшающие физические свойства и ухудшающие их. К основным создателям почвенной структуры были отнесены многолетние бобовые и злаковые травы, и рекомендовалось активно вводить их в севообороты.

Постепенно в теорию севооборотов добавлялись направления о необходимости чередования культур с целью уменьшения засоренности посевов, накопления вредителей, возбудителей болезней, почвенных патогенов.

В земледелии сформированы представления о фитосанитарной роли севооборотов. Долгое время отдельные правильно подмеченные причины снижения урожайности сельскохозяйственных культур при бессменном возделывании рассматривались обособленно друг от друга.

Д. Н. Прянишников (1953) объединил причины чередования сельскохозяйственных культур в четыре группы. Он считал, что необходимость правильного чередования культур в севообороте основано на причинах химического, физического, биологического и экономического порядка. В современных условиях две первых причины эффективно регулируются технологическими приемами. Причины экономического порядка все больше определяются рыночной конъюнктурой. Возрастающую значимость приобретают причины биологического порядка. Именно они дают реальную возможность уменьшить пестицидную нагрузку на агроценозы, снять или ослабить процессы почвоутомления. Накопление специфических почвенных токсикантов является непреодолимым препятствием на пути использования бессменных посевов.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация при Организации объединенных наций – ФАО (Food and Agriculture organization) пришла к заключению о том, что именно токсичность почвы потенциально является самой большой угрозой для мирового сельского хозяйства.

По данным ФАО, ежегодная потеря урожая по этой причине составляет 25%. Система севооборотов направлена на сохранение и увеличение почвенного плодородия, а также на оздоровление почвы как среды обитания растений.

Определить химическую природу веществ, вызывающих почвоутомление, исключительно сложно. Поэтому химизм почвоутомления изучен крайне слабо. А.М. Гродзинский (1965) разделяет эти вещества на три группы.

К первой группе он относит вещества вторичного происхождения: органические кислоты, эфиры, алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества, витамины, фитонциды. Эти соединения образуются как продукты нормального обмена веществ в организме растений и микроорганизмов. В почву они попадают как в процессе жизнедеятельности, так и после отмирания компонентов агроценозов.

Вторая группа представлена остатками и производными белковых соединений – пептидами, аминокислотами, амидами, аммиаком. Они образуются при окислении, гидролизе и других реакциях разложения белков. Многие из них очень токсичны для растений.

К третьей группе веществ, участвующих во взаимодействии растений, отнесены разнообразные продукты минерализации и гумификации растительного материала. Действие фитотоксичных веществ носит аллелопатический характер, но включает только явления взаимного ингибирования. В явлении токсикоза почвы участвуют физиологически активные выделения высших растений, метаболиты почвенной микрофлоры и продукты разложения органического вещества почвы. Эти соединения могут оказывать стимулирующее, индифферентное или негативное влияние на прорастание семян, развитие корневой системы и в целом на все факторы продукционного процесса.

Определенная роль в явлении почвенного токсикоза отводится свободным радикалам биогенного происхождения. Аккумулятором физиологически активных веществ, выделяемых растениями, почвенными грибами, бактериями, служит почва.

Благодаря своей сорбционной способности почва оказывает существенное влияние на активность находящихся в ней соединений, в том числе ингибиторов неспецифического действия, так называемых колинов. Поэтому ингибирующее влияние бесменного выращивания сельскохозяйственных культур по-разному проявляется в зависимости от химико-физических свойств почвы, полей севооборота.

Устойчивость к бесменному возделыванию является также специфической видовой особенностью сельскохозяйственных растений.

Полевые сельскохозяйственные культуры по отношению к повторным посевам можно разделить на три группы:

1. Растения, выносящие многократные повторные посевы без снижения урожая – кукуруза, рис, картофель, хлопчатник, табак.

2. Растения, повторные посевы которых возможны в течение 2-3 лет подряд. При хорошем уходе, правильном удобрении и обработке почвы существенного снижения урожайности в этом случае не наблюдается – (овес, пшеница, ячмень).

3. Растения, резко снижающие урожай при повторных посевах – лен, клевер, сахарная свекла.

В отсутствие севооборота для поддержания стабильной урожайности культур первой группы требуется разработка и применение научно-обоснованной системы удобрений, тщательный контроль фитосанитарного состояния, почвозащитные приемы основной и предпосевной обработки почвы.

Особенную вредоносность в бесменных посевах приобретают специфические вредители и болезни. Бесменное возделывание картофеля в значительной степени способствует быстрому распространению картофельной нематоды, увеличению популяции колорадского жука, усилению вредоносности

фитофтороза и его раннему проявлению на растениях. В бессменных посевах опасность распространения сорняков сильно возрастает.

Засоренность бессменных посевов бывает в 3-4 раза, а в отдельные годы в 8-10 раз выше, чем в севообороте. Без гербицидов обойтись в такой ситуации невозможно.

Культуры второй группы допускают повторные посевы при размещении их в специализированных севооборотах. Такие севообороты осваиваются главным образом по экономическим причинам, доля главной культуры может достигать в них 50 и более процентов. В экологическом отношении специализированные севообороты можно считать вынужденным компромиссом между экономикой и экологией.

Для культур третьей группы севооборот не имеет альтернативы. Бессменное выращивание резко снижает урожайность этих видов уже на второй - третий год выращивания, а при постоянном выращивании на одном и том же поле либо семена не прорастают, либо всходы не проявляются, либо растения сильно угнетены и плохо развиваются (Вьюгин С.М., 2014).

Не только урожайность, но и устойчивость урожаев по годам зависят от севооборотов. Основой любого севооборота служит структура посевных площадей, то есть соотношение площади, занятой различными сельскохозяйственными культурами и чистым паром, выраженное в процентах к площади пашни, отведенной под севооборот.

Обоснование структуры зависит от специализации хозяйства. В каждом хозяйстве, кроме достижения намеченных объемов производства растениеводческой продукции, севооборот должен выполнять функции охраны окружающей среды. Особенно важна природоохранная функция севооборотов в ландшафтных системах земледелия.

Структура использования пашни и система севооборотов в адаптивном земледелии должны отвечать следующим требованиям:

- 1) полный учет биологических особенностей и экологических требований каждой культуры;

2) оценка технологии возделывания;

3) дифференцированный подход к использованию каждого поля севооборота, участка пашни на основе физических и химических свойств почвы, особенностей рельефа;

4) размещение возделываемых культур по рекомендованным в данной почвенно-климатической зоне предшественникам;

5) соблюдение сроков ротации, ограниченное насыщение севооборота однотипными культурами;

6) максимальное использование биоклиматического потенциала за счет совершенствования набора основных культур и введения промежуточных посевов;

7) введение и освоение севооборотов с короткой ротацией, отличающихся относительной гибкостью, позволяющих вносить определенные коррективы в схему севооборота без нарушения принципиальных основ чередования культур (Вьюгин С.М., 2014).

Правильно спроектированные и освоенные севообороты без дополнительных материальных вложений обеспечивают продуктивное использование пашни. Нельзя не вспомнить, что в XVIII веке урожайность зерновых в Англии повысилась в среднем с 10 ц/га до 18 ц/га главным образом за счет освоения плодосменного, так называемого «норфолькского» севооборота со следующей схемой чередования культур:

1. Ячмень с подсевом клевера

2. Клевер

3. Озимая пшеница

4. Корнеплоды или картофель,

где 50 % занимают зерновые культуры, по 25% отведено многолетним травам и пропашным культурам.

В таком севообороте создаются оптимальные условия для эффективного применения удобрений, комбинации различных пестицидов, внедрения энергосберегающих технологий.

Идеальное построение системы севооборотов в устойчивом земледелии представляется набором небольшой группы видов и сортов, хорошо адаптированных к абиотическим стрессам и биотическим воздействиям экстремального типа (эпифитотии, всплеск размножения вредителей). Главное препятствие этому заключается в требованиях рыночной экономики.

Экономическая целесообразность не позволяет производителю ограничиваться самыми продуктивными, пластичными и технологичными культурами, если они не востребованы на рынке сельскохозяйственной продукции. В связи с этим оценка какой-либо культуры как компонента севооборота всегда должна включать экономический аспект.

Научно-обоснованная смена агрофитоценозов на одном и том же поле во времени является одним из немногих приемов в агрономии, базирующихся на природных механизмах. Чередование культур в севообороте по своему воздействию на почву и по роли в агроэкосистеме можно сравнить с естественным растительным сообществом. Разница заключается только в том, что в первом случае процесс растянут во времени, а во втором разные по биологическим особенностям и экологическим требованиям растения влияют друг на друга и компоненты биоценоза одновременно. Поэтому экологическая оценка любого предшественника не менее важна, чем агрономическая и экономическая (Вьюгин С.М., 2014).

Лучшим предшественником в севообороте для любой культуры является чистый пар. Чистый пар способствует накоплению влаги и минерализации азота в почве, снижению засоренности посевов, улучшению фитосанитарной обстановки, получению зерна высокого качества.

В то же время чистому пару присущи серьезные недостатки:

- разрушается гумус в результате интенсивной минерализации органического вещества почвы,
- наблюдаются потери минерального азота вследствие миграции нитратов за пределы корнеобитаемого слоя,
- происходит усиление эрозионной опасности.

Чистый пар имеет серьезные преимущества в засушливых степных районах по сравнению с зоной устойчивого увлажнения и на засоренных полях по сравнению с полями, свободными от сорняков.

После чистого пара почва освобождается от многих вредителей зерновых культур, пораженность посевов болезнями, в частности корневыми гнилями, уменьшается в несколько раз.

Чистый пар дает возможность получать стабильные урожаи зерна наиболее ценной зерновой культуры – яровой и озимой пшеницы. В настоящее время ведутся поиски нейтрализации или смягчения отрицательных экологических последствий применения чистого пара в севообороте.

Чтобы предотвратить избыточную минерализацию гумуса и эрозионные явления, потери азота и почвенной влаги, рекомендуется полностью оставлять солому на полях после уборки зерновых и вводить элементы минимальной обработки почвы. Поскольку чистый пар – это поле, свободное от сельскохозяйственных культур в течение всего вегетационного периода, то урожай на нем не получают. Это связано с ощутимыми экономическими издержками и требует замены таким предшественником, который бы максимально сочетал достоинства чистого пара с возможностью получения продукции.

Такими предшественниками в условиях достаточного увлажнения могут быть занятые пары.

После занятых паров чаще размещают озимые и зерновые культуры, а иногда выращивают и яровые раннеспелые сорта. В Нечерноземной зоне при высокой агротехнике продуктивность озимых зерновых культур по занятым парам, особенно занятым пропашным паром (ранний картофель) и сидеральным паром (однолетние виды люпина), бывает высокой и стабильной.

Если оценивать экологическую роль культур в севообороте, то на первое место следует поставить многолетние травы. Клевер, люцерна и их смеси с тимофеевкой, овсяницей, ежой и другими злаковыми травами защищают почву от разрушения и формируют водопрочные структурные агрегаты.

Многолетние травы, размещенные в севообороте, не только хорошо оструктурируют почву, но и рыхлят ее, оптимизируя сложение почвенного профиля за счет мощного развития корневой системы.

Интенсивное минеральное питание обогащает корневые остатки макро- и микроэлементами, переводит их в органическую форму, создается исходное сырье для деятельности «гумусового хозяйства» почвы (Вьюгин С.М., 2014).

Эффективность многолетних трав сильно зависит от количества осадков, сроков и способов разделки дернины, видового состава травосмесей, урожайности, которая определяет массу поукосных и корневых остатков. При высокой культуре земледелия наиболее эффективны многолетние травы в Нечерноземной зоне, где проявляются все их потенциальные возможности, реализуется экологическая пластичность и высокая адаптивность.

Без качественных многолетних трав в севообороте невозможно высокопродуктивное животноводство. Большую ценность, как предшественники, представляют зернобобовые культуры. В Российской Федерации распространены посевы гороха, вики, чечевицы, люпина. Однолетние представители семейства Бобовых являются хорошими азотофиксаторами, хотя накапливают азота меньше, чем многолетние бобовые травы, и азотофиксация сильно колеблется в зависимости от уровня почвенного плодородия и системы удобрений.

В среднем зернобобовые накапливают биологического азота в количестве, эквивалентном 30-60 кг минерального азота. В севооборотах с клевером они обеспечивают поддержание бездефицитного баланса гумуса.

Бобовые переводят в доступное состояние труднорастворимые соединения фосфора, активизируют использование кальция и калия последующими культурами севооборота. Они не имеют общих вредителей и болезней с большинством других полевых культур, что повышает их ценность как предшественников. Раннее созревание оставляет достаточно времени для тщательной подготовки почвы и посева озимой ржи и пшеницы.

Зернобобовые – хорошие предшественники для большинства пропашных культур в полевых севооборотах и для большинства овощных культур - в овощных севооборотах. Лен, ячмень, овес, гречиха также формируют высокие урожаи после зернобобовых. При повторных и бессменных посевах зернобобовые сильно снижают урожай (Вьюгин С.М., 2014).

Важным элементом интенсивного природоохранного земледелия являются промежуточные культуры. Использование промежуточных культур позволяет увеличить коэффициент использования пашни. Если между уборкой предшественника и посевом следующей культуры остается большой промежуток времени, то в это время поле можно занять посевами других культур. Последние называются промежуточными.

Таким образом, промежуточные культуры – это сельскохозяйственные растения, выращиваемые на поле севооборота в промежуток времени, свободный от возделывания основных культур.

Промежуточные культуры – это дополнительные корма, зеленое удобрение, зерно. Они очищают поля от сорняков, повышают плодородие почвы, помогают защитить поля от эрозии и дефляции. Промежуточные культуры делят на пожнивные, поукосные, озимые и подсевные (Вьюгин С.М., 2014).

Большинство хозяйств агропромышленного комплекса России имеет многоотраслевое сельскохозяйственное производство. Обычно оно состоит из хорошо развитых животноводства и растениеводства. В зависимости от специализации, масштабов производства, почвенно-климатических и других условий в каждом хозяйстве складывается своя структура посевных площадей.

Структура посевных площадей – соотношение площади посевов сельскохозяйственных культур и чистого пара, выраженное в процентах к общей площади пашни. Структура посевных площадей – основа севооборота.

Севооборотом называют научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистого пара во времени и на территории или только во времени (ГОСТ 16265-89).

Чистый пар – поле, свободное от возделывания сельскохозяйственных культур (ГОСТ 16265-89).

На этом поле проводят систематическую обработку почвы, вносят удобрения, осуществляют другие мероприятия по подготовке поля под посев последующей культуры (озимой или яровой).

Рассмотрим конкретный пример. Представим, что на одном из массивов пашни необходимо разместить посевы сельскохозяйственных культур, имеющих следующую структуру посевных площадей:

озимая пшеница – 25%

ячмень – 25%

горохоовсяная смесь на зеленый корм – 25%

картофель – 25%

Отведенный для возделывания названных культур участок земли делят на четыре равных по площади поля и на них размещают сельскохозяйственные культуры. Распределение всех четырех культур в первый год их возделывания (например, в 2023 г.) не вызывает особых затруднений – одну из культур высевают на одном из полей. При этом размещение культур в этот год может быть любым при условии, что каждая из них занимает одно поле. Однако в последующие годы возможны два решения.

В первом варианте каждую культуру много лет подряд возделывают на одном и том же поле, и на каждом из четырех полей будет бессменная культура озимой пшеницы, или ячменя, или картофеля, или викоовсяной смеси.

Бессменная культура – сельскохозяйственная культура, длительное время возделываемая на одном и том же поле вне севооборота (ГОСТ 16265-89).

Если же бессменная культура является единственной сельскохозяйственной культурой, возделываемой в хозяйстве, то она называется монокультурой (ГОСТ 16265-89).

Часто понятия «бессменная культура» и «монокультура» употребляют как синонимы. Многовековой опыт земледелия показывает, что бессменное возделывание почти всех сельскохозяйственных культур приводит к

значительному снижению урожайности, а иногда к полной гибели посевов. Поэтому, отказываясь от бессменных посевов, находят другое решение.

Во втором варианте ежегодно на каждом из четырех полей проводят смену культур в заранее определенной последовательности. Эту последовательность устанавливают по схеме севооборота, а схема севооборота – перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте (ГОСТ 16265-89).

Для данного набора культур в этих условиях наиболее эффективна и научно обоснована следующая схема севооборота:

- 1 – горохо-овес на корм
- 2 – озимая пшеница
- 3 – картофель
- 4 – ячмень.

В этой схеме каждая культура является предшественником по отношению к той, которая идет в следующем году.

Предшественником называют сельскохозяйственную культуру или пар, занимавшие поле до посева последующей в севообороте культуры (ГОСТ 16265-89).

По этой схеме в каждом поле севооборота происходит чередование культур, в течение 4 лет по данной схеме севооборота все культуры севооборота пройдут через каждое из четырех полей, и ротация севооборота завершится (таблица 7).

Период времени, в течение которого сельскохозяйственные культуры и пары проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота, называется ротацией (ГОСТ 16265-89).

Ротационная таблица – план размещения сельскохозяйственных культур и паров по полям и годам на период ротации севооборота (ГОСТ 16265-89).

Таблица 7 – Ротационная таблица

№ Поля	Севооборот	Годы ротации			
		2023	2024	2025	2026
1	горохо-овёс	озимая пшеница	картофель	ячмень	горохо-овёс
2	озимая пшеница	картофель	ячмень	горохо-овёс	озимая пшеница
3	картофель	ячмень	горохо-овёс	озимая пшеница	картофель
4	ячмень	горохо-овёс	озимая пшеница	картофель	ячмень

Продолжительность ротации для данного примера четырехлетняя. Ротация выражается схемой севооборота, и ее продолжительность равна количеству полей в севообороте. Но чтобы различить их между собой, принято порядок чередования культур в схемах севооборотов за ротацию обозначать арабскими цифрами, а нумерацию севооборотных полей – римскими.

При введении севооборота каждое поле получает постоянный номер, который сохраняется в землеустроительной и севооборотной документации, а также на межевых знаках по границам полей в натуре до тех пор, пока используется данная схема севооборота.

Однако практика показывает, что при сохранении общей схемы чередования культур в последующих ротациях севооборота могут происходить изменения по составу возделываемых культур, их чередованию и т.д. Это может быть связано с изменениями структуры посевных площадей.

В связи с такой практикой часто в схемах севооборотов указывают только группы сельскохозяйственных культур:

- зерновые культуры (озимые или яровые),
- пропашные культуры,
- зернобобовые культуры,

многолетние травы,
однолетние травы,
чистые пары,
занятые пары.

При замене названия конкретных культур названиями групп, к которым они относятся, схема севооборота в нашем примере примет такой вид:

1 – однолетние травы
2 – озимые зерновые
3 – пропашные
4 – яровые зерновые.

Это та же схема севооборота, которая в общем виде отражает прежние соотношение и чередование, но уже по группам культур. Она позволяет при необходимости вносить в нее изменения. Например, по этой схеме возможна и такая ротация:

1 – вика+ячмень на корм
2 – озимая рожь
3 – кукуруза на силос
4 – овес.

Произошла замена всех культур, но суть севооборота не изменилась – остались то же чередование по группам культур и их соотношение по занимаемой площади.

При необходимости в севооборот вводят сборные поля, когда на одном поле размещают две, три и более культур одной и той же группы. Например, - на поле пропашных культур можно разместить картофель, кукурузу на силос и кормовые корнеплоды,

- на поле яровых зерновых – ячмень и овес,
- на поле озимых зерновых – озимую пшеницу и озимую рожь и т.д.

Поле севооборота, разделенное на несколько частей, называют сборным, т.е. сборное поле – поле севооборота, разделенное на несколько частей, на

которых возделываются различные сельскохозяйственные культуры (ГОСТ 16265-89).

Структура посевных площадей часто определяет необходимость не только ежегодной, но и периодической смены культур на полях. В этом случае одну и ту же культуру можно возделывать на одном поле 2-3 года подряд и более с последующей ее сменой до завершения полной ротации севооборота. Такие культуры называют повторными – сельскохозяйственная культура, возделываемая на одном и том же поле севооборота более 2 лет подряд.

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.

В севооборотах многолетние травы чаще всего подсевают под покров предшествующих культур – зерновых культур или однолетних трав. Их высевают одновременно с посевом ранних яровых культур зернотравяной сеялкой. В год посева многолетние травы, например, клевер, образуют розетку листьев, на следующий год формируют вегетативную массу.

Биологические особенности многолетних трав таковы, что они в первый год жизни растут и развиваются медленно, поэтому не дают значимого урожая. В это время они в основном формируют корневую систему, сохраняются под покровом основной культуры и после ее уборки вегетируют до поздней осени и уходят в зиму. Ранней весной следующего года после перезимовки начинается их вегетация. За лето они дают 2-3 хороших укоса высококачественной зелёной (кормовой) массы. Этот год является первым годом пользования многолетних трав, и после очередной их перезимовки – последующий год – вторым годом пользования, далее – третьим годом пользования и т.д.

Первая культура, идущая в севообороте после многолетних трав, называется идущей по пласту, а вторая (последующая) – по обороту пласта.

Помимо основных культур, занимающих поле большую часть вегетационного периода, в севообороте могут возделывать промежуточные культуры.

Промежуточная культура – сельскохозяйственная культура, выращиваемая в период времени, свободный от возделывания основных культур севооборота (ГОСТ 16265-89).

Подсевная культура – сельскохозяйственная культура, высеваемая под покров основной культуры (ГОСТ 16265-89) и убранная осенью в год посева. Например, райграс однолетний подсевают весной под покров зерновых культур, после уборки которых он вегетирует и за пожнивный период дает урожай зеленой массы.

Поукосная культура – промежуточная культура, выращиваемая после уборки на зеленый корм, силос или сено основной культуры в том же году (ГОСТ 16265-89). Высевают во второй половине лета после скашивания многолетних, однолетних трав и других кормовых культур. Убирают поукосные культуры на корм в конце августа или в сентябре.

Севооборот с его системой чередования и сменой культур на полях по определенной схеме по своей сути является образцом системного решения одной из основных задач современных систем земледелия – рационального использования пашни.

В научно обоснованной схеме севооборота заложена возможность эффективного использования:

- почвенного плодородия,
- биологического потенциала сельскохозяйственных культур,
- агроклиматических ресурсов (тепла и атмосферных осадков),
- удобрений,
- средств защиты растений,
- сельскохозяйственных машин,

- трудовых ресурсов с целью получения высокого урожая при одновременном сохранении и повышении плодородия почвы, и охране окружающей среды.

Поэтому севооборот – центральное звено современных зональных агроландшафтных систем земледелия. На него, как на стержень, нанизываются другие звенья этих систем земледелия:

- система обработки почвы и защиты ее от эрозии,
- система удобрений,
- система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков,
- система семеноводства и сортосмены,
- система орошения или осушения,
- система машин,
- система организации и оплаты труда и т.д.

В крупных хозяйствах основой их организационной структуры служит система основных, чаще всего полевых, севооборотов.

За каждым подразделением (бригада, цех, отделение, подрядное звено и т.д.) закрепляют севооборот, и это подразделение, оснащенное необходимой техникой, другими средствами производства, обеспечивает выполнение всего комплекса работ по технологии возделывания сельскохозяйственных культур этого севооборота.

Система севооборотов – совокупность принятых в хозяйстве севооборотов (ГОСТ 16265-89).

Особое значение севооборот приобретает при решении экологических проблем.

Прежде всего севооборот – основа правильно организованной системы почвозащитного и природоохранного землепользования в современных агроландшафтных системах земледелия.

По границам полей севооборота создают:

- буферные полосы,
- высаживают полезащитные лесонасаждения,

- создают сеть полевых дорог,
- организуют систему задержания талых и ливневых вод,
- строят оросительные системы с каналами и водоемами.

Тесно увязанная с лугами и пастбищами, лесными угодьями и с другими элементами агроландшафта такая система землепользования в сочетании с контурной обработкой почвы: щелевание, кротование, гребневание и другими специальными приемами (определения и примеры в учебном пособии: «Обработка почвы в западной Сибири», Федоткин В.А. и др., 2018) обеспечивает надежную защиту почвы от водной эрозии.

В степных районах с ветровой эрозией почвы полосное размещение посевов культур севооборота и чистых паров на полях поперек господствующих ветров в сочетании с кулисами и системой безотвально-плоскорезной обработки почвы – основа почвозащитной системы земледелия (Корчагин А.А. и др., 2021).

Таким образом, севооборот или система севооборотов на пашне в современном агроландшафте является надежной защитой почвы от эрозии – основного источника загрязнения окружающей среды.

С вымываемой и выдуваемой с полей почвой теряется огромное количество питательных веществ. Лишенная наиболее плодородного верхнего слоя почва становится бесплодной, покрывается сетью оврагов и непригодна к сельскохозяйственному использованию.

Защищая почву от эрозии, севооборот эффективно снижает химическое загрязнение окружающей среды, так как вместе с почвой и в составе стоковых вод с полей в реки, озера, пруды, в грунтовые воды попадают ядовитые остатки минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста, других химических веществ, применяемых в сельском хозяйстве. И в этом заключается исключительно большое экологическое значение севооборота (Киселёва Т.С., Миллер С.С., Моисеев Н.А. и др., 2024).

Необходимость чередования культур была давно установлена практикой земледелия. О пользе его писали еще римские агрономические деятели. Колуммела считал, что возделывание растений приводит, с одной стороны, к

отравлению почвы и накоплению в ней вредных ядов, с другой – к истощению в почве запаса питательных веществ (Астафьев В.Л., 2020).

Согласно теории швейцарского ботаника О.П. Декандоль, растения берут из почвы как нужные, так и ненужные им вещества. Последние, выделяясь обратно в почву, накапливаются в ней и задерживают развитие последующих посевов данной культуры. Эта теория была экспериментально проверена П. Ж. Макером, полагавшим, что растения выделяют через корни органические вещества, которые вредны для последующих посевов тех же растений, но не вредят другим видам, а, напротив, служат им пищей.

В начале XX в. в Казанском университете, а затем учеными США, были обнаружены токсические вещества, выделяемые корнями растений. Например, вещества, выделяемые корнями пшеницы, были вредны для той же культуры, менее вредны для овса и не вредны для несходных по биологии с пшеницей культур (Буряк Л.В., Зленко Л.В., 2016).

С открытием симбиоза в питании бобовых культур чередование бобовых и не бобовых растений получило новое обоснование введения севооборотов в практику земледелия.

Выяснилось, что, при выращивании бессменной бобовой культуры, азот, фиксированный клубеньковыми бактериями и накапливаемый в почве, не только не использовался последующим посевом того же бобового растения, но угнетал его. Посев же других видов позволил использовать накопленный бобовыми растениями азот и получать высокие урожаи. П. А. Костычев и В. Р. Вильямс объяснили падение плодородия почвы при возделывании однолетних зерновых культур не изменением химического состава почвы, а ухудшением ее физических свойств, в частности, утратой ею прочной структуры, в результате чего ухудшается ее водный и пищевой режимы. Это привело ученых к выводу о необходимости периодической смены культур однолетних растений посевом смеси многолетних бобовых и злаковых трав.

Главная роль в улучшении структуры отводилась злаковым травам. Все указанные теории имеют один недостаток – односторонность и ограниченность.

Правильно подмеченная та или иная причина благоприятного влияния севооборота на урожайность выделялась из всей совокупности взаимосвязанных причин, обуславливающих тот эффект, который наблюдался в практическом земледелии от чередования культур. В современных теориях севооборота учитывается все многообразие причин, вызывающих необходимость чередования культур (Буряк Л.В., Зленко Л.В., 2016).

С того времени как Д.Н. Прянишников сформулировал четыре группы взаимосвязанных причин чередования культур на полях, в агрономической науке и практическом земледелии произошли значительные изменения. Расширились познания в области физиологии и питания сельскохозяйственных растений, раскрыты многие механизмы взаимодействия в системе почва – растение – окружающая среда. Детальное освещение получили вопросы баланса воды, гумуса, азота, зольных элементов в земледелии, изучены многие аспекты теории и практики севооборота в разных зонах страны в условиях интенсификации и специализации сельскохозяйственного производства (Корчагин А.А. и др., 2021).

Однако принципиальные положения о причинах чередования культур по-прежнему актуальны и лежат в основе современных научных представлений о севообороте.

Причины химического порядка

Причины химического порядка чередования культур связаны, прежде всего с различиями в химическом составе почвы на полях после уборки различных культур. Это объясняется тем, что для формирования урожая культуры потребляют из почвы различное количество азота, фосфора, калия, кальция, других зольных элементов и в разном их соотношении.

Например:

- сахарная свекла, капуста, кукуруза на силос, хлопчатник потребляют из почвы значительно больше азота, чем зерновые культуры;

- бессменные посевы культур, расходующих азот в больших количествах, могут быстро привести к азотному истощению почвы:

- бобовые культуры оставляют в почве значительные запасы азота. Это – горох, вика, клевер, люцерна, люпин, сераделла, эспарцет, чина, нут, вигна, маш и другие бобовые культуры, которые с помощью клубеньковых микроорганизмов усваивают атмосферный азот.

На каждом гектаре почвы, занятой бобовыми растениями, ежегодно связывается от 100 до 250 кг и более азота атмосферы. Это равноценно внесению в почву от 300 до 700 кг дорогостоящего минерального удобрения – аммиачной селитры.

Но при повторных и бессменных посевах азот бобовых культур не используется растениями, вымывается из почвы, загрязняет грунтовые воды нитратами и другими вредными веществами.

Кроме того, бессменное возделывание бобовых вызывает различные виды почвоутомления, и их урожайность резко снижается.

Поэтому при чередовании бобовых культур с зерновыми, пропашными и другими азот потребляющими культурами устраняются отрицательные последствия их бессменного возделывания, обеспечивается рациональное использование азотного фонда и повышение урожайности всех культур севооборота.

Такое чередование предотвращает загрязнение окружающей среды вредными соединениями азота и поэтому имеет большое экологическое значение.

Помимо азота имеются существенные различия в потреблении и выносе культурами из почвы многих зольных элементов. Важнейший из них – фосфор – значительно больше, чем другие культуры, потребляют из почвы картофель, бобовые, а также озимые зерновые культуры (пшеница и рожь).

Кроме того, культуры различаются по степени усвоения труднорастворимых фосфатов почвы и фосфорных удобрений. Так, корни люпина, гречихи, овса, картофеля, сахарной свеклы, горчицы способны с помощью корневых выделений растворять и переводить в доступные для растений формы труднорастворимые фосфаты почвы и фосфоритной муки.

Калий в больших количествах потребляется из почвы картофелем, сахарной свеклой, кормовыми корнеплодами, овощами, хлопчатником. Повышенным потреблением кальция, серы, магния, других зольных элементов отличаются кукуруза, картофель, сахарная свекла и другие пропашные и бобовые культуры.

Несмотря на то что ни одна сельскохозяйственная культура при уборке урожая с поля неспособна увеличить запасы зольных элементов в почве, при чередовании достигается более рациональное их использование. Этому способствует также чередование на полях культур с различной глубиной проникновения корней. Люцерна, клевер, люпин, бахчевые культуры имеют глубокопроникающую корневую систему – до 3 м и более. У льна, гречихи, проса, однолетних трав, рапса, огурца, лука мелкозалегающая корневая система.

Глубокопроникающие корни сельскохозяйственных культур вместе с почвенной влагой потребляют из подпахотных слоев почвы значительные количества питательных веществ. В виде корневых и послеуборочных растительных остатков они накапливаются в пахотном слое почвы и после минерализации могут использоваться доследующей культурой с мелкозалегающей корневой системой.

Растительные остатки и гумус являются особой статьей баланса питательных веществ в почве, где постоянно идут два противоположных процесса – синтез и распад гумуса (Пальчикова Т.В., 2014).

Эти процессы носят сложный характер. От них зависит и конечный результат – повышение или снижение содержания гумуса в почве, что влияет не только на химические, но и на физические и биологические показатели плодородия почвы. Содержание гумуса в почве зависит от количества и химического состава органического вещества, остающегося после уборки в почве и на ее поверхности, количества и качества внесенных органических удобрений, погодных условий, агротехники, состава и чередования культур, гранулометрического состава, плотности, структуры, биологической активности почвы и т.д.

По количеству органического вещества, оставляемого в почве, растения полевой культуры располагают в следующей убывающей последовательности:

для Нечерноземной зоны – многолетние травы – кукуруза на силос – озимые зерновые – яровые зерновые – зернобобовые культуры – картофель;

для лесостепной зоны (ЦЧЗ) – многолетние травы – озимая пшеница – кукуруза на зерно и на силос – яровые зерновые – подсолнечник – зернобобовые культуры – сахарная свекла.

С помощью изменения структуры посевных площадей можно регулировать поступление растительных остатков в почву и степень их гумификации и минерализации. С увеличением удельного веса многолетних трав происходит накопление органического вещества и замедляются процессы его разложения с одновременным снижением содержания в почве доступных для растений питательных элементов.

Увеличение в структуре посевных площадей доли пропашных культур и чистого пара при недостаточном внесении органических удобрений приводит к значительному уменьшению запасов гумуса в почве, особенно в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях южных регионов с продолжительным теплым периодом.

Поступление растительных остатков в почву можно увеличить за счет посевов промежуточных культур. В южных районах при орошении эти культуры за ротацию севооборота оставляют до 10 т/га растительных остатков, в центральной и юго-западной части Нечерноземной зоны – от 3 до 5 т/га.

С растительными остатками в почве в зависимости от культуры остается 21,5-51,5% азота, 18,5-51,7 фосфора, 1,7-48,1 калия и 27,6-54% кальция от их общего количества в урожае. Поэтому они служат важным источником не только азота, но и зольных элементов питания.

С причинами химического порядка чередования культур связан и характер использования получаемого урожая. Технические культуры – сахарная свекла, лен, конопля, хлопчатник – дают товарную продукцию, с которой отчуждается почти все количество питательных веществ, потребленных ими из почвы на

формирование урожая. В то же время при возделывании кормовых культур для внутривладельческого использования почти все питательные вещества возвращаются в почву в виде навоза, корневых и поукосных остатков.

При возделывании зерновых культур часть потребленных ими из почвы питательных веществ возвращается с соломой, а также с навозом, если зерно частично используют как фуражный корм. Эти особенности круговорота питательных веществ учитывают при расчете их баланса в севообороте (Корчагин А.А. и др., 2021).

Причины физического порядка

Причины физического порядка определяются прежде всего различным влиянием сельскохозяйственных культур на строение, структуру, плотность, водный режим почвы и ее устойчивость к водной или ветровой эрозии. Они связаны с различиями в биологии и морфологии, в технологии возделываемых культур и прежде всего с массой и распространением корней в почве, с условиями их разложения, с обработкой почвы.

В то же время большинство полевых и кормовых культур своим зеленым покровом защищает почву от эрозии, а их корневые и послеуборочные остатки улучшают ее структуру.

Наиболее благоприятное влияние на физическое состояние почвы оказывают и защищают ее от эрозии культуры сплошного посева с хорошо развитой наземной и корневой системами. К ним прежде всего относятся посевы многолетних трав – бобовых и злаковых и их смесей. У этих культур масса корневых и поукосных остатков примерно равна массе убираемого урожая. Большое количество растительных остатков многолетних трав эффективно улучшает структуру почвы.

Корневая система многолетних трав, проникая на большую глубину, своими многочисленными корешками пронизывает почву и разделяет ее на отдельные комочки. При отмирании корешков эти комочки пропитываются перегноем; в результате формируется водопрочная структура почвы.

С глубиной проникновения и массой корней многолетних трав связано и их влияние на подпахотные слои почвы. На дерново-подзолистых почвах клевер своей глубокопроникающей корневой системой обогащает нижележащие слои перегноем и способствует созданию более глубокого окультуренного слоя почвы. На засоленных почвах аналогично действие люцерны, разрыхляющей своими корнями плотный подпахотный слой почвы, что создает благоприятные условия для последующего возделывания зерновых культур.

Среди зерновых культур наиболее благоприятное влияние на физические свойства почвы оказывают озимые. По сравнению с яровыми зерновыми культурами они имеют более продолжительный период вегетации и лучше развитую корневую систему. В осенний и весенний периоды они своей корневой системой скрепляют почву и сплошным зеленым покровом предохраняют ее от разрушения атмосферными осадками и талыми водами.

Пропашные культуры из-за небольшого количества растительных остатков, широкорядных посевов и интенсивных обработок почвы как до посева, так и во время вегетации в большинстве случаев способствуют разрушению почвенной структуры и не могут надежно защитить почву от эрозии, особенно если они возделываются повторно или бессеменно. Еще больше структура почвы разрушается в чистых парах.

Однако отрицательное влияние пропашных культур и чистого пара на структуру почвы можно в значительной мере смягчить внесением удобрений, особенно органических. В длительном опыте МСХА им. К. А. Тимирязева установлено различное влияние культур и чистого пара на структуру почвы на разных фонах удобрения (Корчагин А.А. и др., 2021).

Помимо различного влияния на структуру и другие физические свойства почвы культурные растения различаются и по влиянию на запасы почвенной влаги. Потребность растений в воде неодинакова, о чем можно судить по транспирационному коэффициенту. Если для растений кукурузы и проса он составляет 200, то для пшеницы и ячменя – 400 и более, для клевера – 500-600, для люцерны – 700-800.

Многолетние травы в больших количествах одновременно используют запасы влаги пахотного и подпахотных слоев. В результате у последующих культур из-за недостатка влаги может снизиться урожайность. Значительному иссушению почвы способствуют посевы сахарной свеклы, подсолнечника и некоторых других культур.

Для обеспечения растений влагой в севообороте большое значение имеет продолжительность периода от уборки предшественника до посева последующей культуры. Чем он продолжительнее, тем больше накапливается в почве влаги за счет летних атмосферных осадков или сохранения талых вод, что особенно важно в условиях засушливых районов нашей страны.

Для создания устойчивого земледелия и получения гарантированных урожаев озимой или яровой пшеницы в засушливых районах степной зоны широко используют чистые пары. Их главная задача в этих условиях – накопление, сохранение и рациональное потребление влаги атмосферных осадков. В севообороте влага атмосферных осадков используется лучше, если культуры с глубокопроникающей корневой системой чередуют с культурами мелкокорневыми или с чистыми парами (Корчагин А.А., 2021).

Причины биологического порядка

Причины биологического порядка определяются различным отношением культурных растений к вредителям, болезням и сорным растениям. Они связаны с тем, что каждому культурному растению на полях сопутствуют свои, часто присущие только этому растению болезни, вредители и сорные растения. При бесменном возделывании культуры «специализирующиеся» на ней паразиты с каждым годом могут размножаться на посевах растения-хозяина в геометрической прогрессии и очень быстро довести их до гибели.

Д.Н. Прянишников приводил многочисленные примеры с попытками бесменного возделывания хлопчатника, сахарной свеклы, подсолнечника, льна, клевера, зерновых и других культур на постоянных плантациях как в нашей стране, так и за рубежом. Все они заканчивались неудачей, и, как показали

исследования, прежде всего из-за поражения растений различными паразитами: хлопчатника – вредителем хлопковым долгоносиком и болезнью вилтом (рисунок 12);



Хлопковый долгоносик



Болезнь вилтом

Рисунок 12 – Поражение хлопчатника

Поражение сахарной свеклы – вредителями нематодой и свекловичным долгоносиком (рисунок 13);



Нематода



Свекловичный долгоносик

Рисунок 13 – Поражение сахарной свеклы

Поражение подсолнечника – сорняком заразихой и болезнями белой и серой гнили (рисунок 14);



Заразиха



Белая гниль



Серая гниль

Рисунок 14 – Поражение подсолнечника

Поражение льна – болезнью фузариозом, вредителем льняной плодояркой при крайне низкой конкурентной способности к большинству сорняков; клевера – вредителем клеверным долгоносиком и болезнями антракнозом, раком, фузариозом; зерновых культур – болезнями корневых гнилей, вредителями шведской мухой, клопом-черепашкой при массовом засорении озимых культур метлой, костром, васильком, ромашкой; яровых культур – овсюгом, куриным просом и т.д.

Из-за высокой приспособляемости этих паразитных организмов к условиям жизни их культурных хозяев с большинством из них при бессменных посевах даже при наличии самых современных средств защиты растений бороться очень сложно.

С развитием науки и техники удалось найти достаточно эффективные способы химической и биологической защиты культурных растений практически от всех вредителей и сорных растений. Но до настоящего времени многие сельскохозяйственные культуры остаются беззащитными при массовом размножении специализированных болезней в случае их бессменных посевов или при нарушении правильного чередования в севообороте.

Почва и растительные остатки в ней служат носителями инфекции многих болезней сельскохозяйственных культур.

Болезни, которые переносятся с семенным материалом, можно легко предупредить химическим протравливанием семян. Но невозможно протравить сотни тысяч, миллионы гектаров пашни с растительными остатками, зараженными возбудителями болезней растений.

Большинство возбудителей болезней имеет узкоспециализированную направленность поражения растений. Например, возбудители корневых гнилей пшеницы и ячменя безопасны для посевов овса. С этой позиции овес признан «санитарной» культурой севооборота. Озимая рожь может быть сильно поражена спорыньей, но эта болезнь не причиняет вреда другим зерновым культурам. Кила капусты может поражать только растения из семейства капустных, но неопасна для растений из пасленовых, зонтичных и других семейств.

Установлено, что основная масса грибов – возбудителей болезней растений – поселяется на растительных остатках своего хозяина, с уничтожением которых грибы обычно погибают. Поэтому освобождение почвы от той или иной группы патогенных грибов прямо связано со скоростью разложения растительных остатков.

Известно, что скорость разложения растительных остатков в почве различна и зависит от их химического состава, соотношения углерода и азота, наличия в почвенно-поглолительном комплексе оксидов азота, доступных для почвенной сапрофитной микрофлоры.

Сапрофитные микроорганизмы являются не только основными разрушителями растительных остатков, но и серьезными конкурентами для патогенных почвенных грибов в борьбе за пищу, влагу и другие условия жизни.

Поэтому все приемы повышения активности почвенных сапрофитов – внесение в почву свежего навоза, зеленого удобрения, азотных удобрений, возделывание бобовых культур, рыхление почвы, другие мероприятия, направленные на создание оптимального водно-воздушного, теплового режимов

почвы, – увеличивают интенсивность минерализации растительных остатков. В результате ускоряется и процесс очистки почвы от патогенных грибов.

С этой точки зрения эффективны возделывание пропашных культур и система обработки почвы в парах различных видов.

Наибольшей эффективности в борьбе с почвенными патогенами достигают на фоне правильного чередования сельскохозяйственных культур в севообороте без повторных посевов.

Лен-долгунец – одна из наиболее чувствительных к грибным болезням культур, и прежде всего к фузариозу. По данным ВНИИ льна, возбудители этой болезни могут сохраняться в почве в течение 5-6 лет. Этим и обусловлена такая же периодичность возвращения льна на одно и то же поле. При использовании фузариозоустойчивых сортов льна периодичность возврата сокращается. Периодичность возврата сахарной свеклы также связана с продолжительностью сохранения в почве возбудителей корнееда, церкоспороза и других болезней.

Распространение в почве возбудителей болезней парши, вертициллеза служит основным препятствием повторных посевов картофеля. Установлено, что в севообороте картофель поражается паршой в 4-5 раз меньше, чем при бессменном посеве.

По данным ВНИИ масличных культур, при поражении подсолнечника склеротинией, мучнистой росой, сухой гнилью его урожайность снижается на 30-40 %, если нарушается севооборот и не выдерживается необходимая пауза в возврате его посевов на одно и то же поле.

Среди овощных культур наиболее распространена кила капусты, которая развивается при повторных посевах, посадках. Ущерб от этого заболевания очень высок. Однако селекционеры вывели килоустойчивые сорта капусты, и при их использовании повторные посевы возможны. Но наиболее надежным в борьбе с килой капусты является ее чередование с растениями иных семейств – пасленовых, бобовых, зонтичных и др.

Всестороннее изучение почвоутомления показало, что его причины носят комплексный характер. При бессменных посевах клевера, льна, люцерны,

капусты и других культур причиной почвоутомления является не только накопление в почве корневых выделений, но и возбудителей фузариоза, корнееда, а также нематод – свекловичных, овсяных, ржаных, картофельных и т.д.

При бессменных или повторных посевах значительную опасность представляют сорняковые растения. Среди них, особенно среди малолетних сорняков, немало таких, которые очень хорошо приспособились к условиям произрастания многих сельскохозяйственных культур. И даже по классификации малолетних сорняковых растений названия их биологических групп совпадают с названиями групп культурных растений (ранние и поздние яровые, озимые и др.)

При бессменных посевах озимых культур в их стеблестое увеличивается число озимых и зимующих сорняков, в посевах поздних яровых культур – преимущественно поздних яровых сорняков, в посевах ранних яровых культур – ранних яровых сорняков. На полях многолетних трав наиболее распространены многолетние, двулетние, озимые и зимующие сорняковые растения.

Однако формирующееся на полях сообщество культурных и сорняковых растений – агрофитоценоз – постоянно зависит как от применяемых агротехнических приемов, погодных, почвенных условий, так и от биологических особенностей обеих конкурирующих групп растений.

Культурные растения отличаются разной способностью противостоять сорнякам в борьбе за свет, влагу, пищу и другие факторы жизни.

Высокой конкурентоспособностью отличаются посевы многолетних трав, озимой пшеницы, озимой ржи. Не выдерживают конкуренции с сорняками посевы льна, яровой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы.

Промежуточное положение занимают посевы ячменя, овса, люпина, кукурузы и некоторых других культур.

После междурядных обработок пропашных культур остаются относительно чистые от сорняков поля. Это делает их бессменные посевы менее

зависимыми от сорняков, чем культур сплошного посева, даже таких, как озимая пшеница.

Специализированные сорняки особенно часто появляются при повторных и бессменных посевах, а севооборот служит для многих из них серьезным препятствием их распространения в посевах других культур. Смена озимых культур яровыми устраняет распространение озимых и двулетних сорных растений. И наоборот, в посевах озимых культур, а также многолетних трав подавляются растения ранних и поздних яровых сорняков.

При этом большое значение имеет технология обработки почвы и ухода за сельскохозяйственными культурами. В борьбе с сорняками эффективна система обработки в чистых и занятых парах, в полях пропашных культур. При повышении удельного веса зерновых и других культур сплошного посева засоренность полей севооборота увеличивается, тогда как при увеличении, площадей посева пропашных культур и чистого или занятого пара снижается. В соответствии с этим и разрабатывают комплекс мероприятий по эффективной борьбе с сорняками в конкретном севообороте. *Систему обработки почвы можно выстроить* согласно учебного пособия: обработка почвы в Западной Сибири (Федоткин В.А., Рзаева В.В., Фисунов Н.В. и др., 2018).

В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур для уничтожения вредителей растений широко используют различные химические препараты, однако чередование культур для борьбы с ними также не утратило своего значения.

Помимо того, что не все вредители могут быть эффективно уничтожены пестицидами (например, свекловичная, овсяная и другие нематоды), севооборот является действенным профилактическим средством против массового появления вредителей на посевах той или иной культуры.

Чередование сельскохозяйственных культур препятствует распространению многих специализированных вредителей растений. Например, чередование злаковых с культурами других семейств значительно уменьшает поражение их посевов жуликами и стеблевой совкой.

Но не только бессменные или повторные посевы могут быть причиной массового поражения культурных растений вредителями. Например, посевы зерновых, кукурузы, картофеля после многолетних трав сильно повреждаются проволочником (личинкой жука – шелкона) (Корчагин А.А. и др., 2021).

Причины экономического порядка

К причинам экономического порядка относится возможность в севообороте разгрузить пики в полевых работах и в использовании рабочей силы и техники. При наличии ранних и поздних яровых культур, имеющих разные сроки посева и уборки, нагрузки на людей и технику в один и тот же период в 2 раза ниже, чем на полях, занятых только ранними или только поздними яровыми культурами. Если к ним добавить еще озимые культуры, то напряженность полевых работ будет еще меньше.

При этом уменьшается риск, связанный с несоблюдением оптимальных сроков выполнения полевых работ и создаются предпосылки для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Севооборот с определенным соотношением зерновых, кормовых и технических культур обеспечивает хороший баланс навозообразующих (кормовые культуры) и навозопотребляющих (пропашные) растений.

В условиях, когда биологические факторы чередования культур выступают как наиболее важная и часто ограничивающая урожайность группа причин, возникают новые аспекты экономической оценки севооборота (Перекопский А.Н., 2020). С помощью севооборота, в сочетании с удобрениями, обработкой почвы, устойчивыми сортами можно снизить численность сорняков, вредителей, возбудителей болезней до уровня их безвредности (порог вредоносности) и отказаться от применения большого количества пестицидов, что снизит себестоимость Производимой растениеводческой продукции.

В условиях рыночной экономики и острой конкуренции это весомый экономический аргумент в пользу преимуществ севооборота.

Наряду с защитой почвы от эрозии севооборот помогает решать экологические проблемы, связанные с использованием пестицидов. Замена химического способа борьбы севооборотом с агротехническими, биологическими и другими мерами борьбы с вредителями, болезнями и сорняками позволяет избавиться от перенасыщения земледелия пестицидами, остаточные количества которых представляют большую угрозу для окружающей среды.

Этот фактор учитывается в законе «Об охране окружающей среды» и включается во все планы и мероприятия по снижению экологической угрозы, связанной с сельскохозяйственным производством. Севооборот служит организующим началом экологически чистого землепользования как внутри хозяйства, так и за его пределами в границах единых агроландшафтов (Корчагин А.А. и др., 2021).

Особое положение занимают *почвозащитные севообороты*, в которых набор, размещение и чередование культур обеспечивают защиту почвы от эрозии.

Почвозащитный севооборот – специальный севооборот, в котором состав, чередование, размещение и агротехника сельскохозяйственных культур обеспечивают защиту почвы от эрозии (ГОСТ 16265-89).

Примером может служить следующая схема севооборота:

- 1 – многолетние травы первого года
- 2 – многолетние травы второго года
- 3 – многолетние травы третьего года
- 4 – многолетние травы четвертого года
- 5 – многолетние травы пятого года
- 6 – лен, просо, яровая пшеница
- 7 – яровые зерновые или однолетние травы с подсевом сложной травосмеси многолетних трав.

Почвозащитные севообороты – севообороты, направленные на защиту почв от водной эрозии на склонах более 5°С, где, смыв почвы может достигать

15 т/га в год, и ветровой эрозии, например, в открытой степи, где скорость ветра около поверхности более 3-4 м/с.

Пример:

1 – однолетние травы с подсевом многолетних трав

2 – многолетние травы

3 – многолетние травы

4 – многолетние травы

5 – многолетние травы

6 – многолетние травы

7 – многолетние травы.

Такой *травопольный* севооборот, размещенный на склоновых землях, является *почвозащитным*.

В агроландшафтных системах земледелия к севообороту предъявляется требование обеспечения почвозащитной и природоохранной функций, особенно на землях, подверженных риску водной или ветровой эрозии почв.

В основе почвозащитных севооборотов заложено свойство некоторых сельскохозяйственных культур защищать почву от эрозии, в сочетании со специальными приемами обработки почвы и размещения культур.

Кроме типов и видов, севообороты различаются по количеству полей, которые зависят от структуры посевных площадей, организационно-хозяйственных условий, особенностей рельефа и землепользования (Чибис В.В., 2019).

В севообороте может быть от 2-3 до 10-12 полей, для Западной Сибири характерны севообороты от 3-4 до 5-7 полей.

Примером могут служить следующие севообороты:

I. Зернопаровой трехпольный севооборот:

1) чистый пар

2) озимая рожь или яровая пшеница

3) яровая пшеница, овес.

II. Зернопаропропашной шестипольный:

- 1) ранний пар
- 2) озимая рожь
- 3) яровая пшеница
- 4) пропашные
- 5) яровая пшеница
- 6) ячмень, овес.

III. Зернотравяной пятипольный

- 1) клевер+донник
- 2) яровая пшеница
- 3) яровая пшеница
- 4) горох на зерно

5) яровая пшеница с подсевом клевера с донником (Федоткин В.А. и др., 2004, 2009).

Функции севооборота в биологическом земледелии:

- играет роль удобрения, формируя количество и качество попадающих в почву растительных остатков;
- выполняет фитосанитарную функцию, прерывая цикл развития болезнетворных микроорганизмов, вредителей и сорных растений.

В основе оценки роли севооборотов лежат следующие критерии:

- 1) Регулирование режима органического вещества почвы и минеральных элементов питания;
- 2) Поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы;
- 3) Регулирование водного баланса агроценозов;
- 4) Предотвращение процессов эрозии и дефляции;
- 5) Уменьшение засоренности посевов;
- 6) Регулирование фитосанитарного состояния почвы.

Смешанные посевы сельскохозяйственных культур в биологическом земледелии.

Возделывание многовидовых растений возникло в результате взаимодействия многовекового крестьянского опыта, биологических особенностей возделываемых культур и почвенно-климатических условий.

Главное преимущество смешанных посевов в их способности эффективно использовать факторы окружающей среды.

Преимущество травосмесей перед одновидовыми посевами состоят в следующем:

- 1) более урожайны;
- 2) растения, входящие в состав травосмесей, лучше противостоят действию отрицательных температур в зимний период, дольше сохраняются и дают более устойчивый урожай по годам;
- 3) смеси лучше используют питательные вещества, так как их корни охватывают больший объём почвы;
- 4) бобовые, входящие в состав смесей, участвуют в обеспечении других растений азотом;
- 5) смешанные посевы лучше используют солнечную энергию, так как растения, входящие в их состав, имеют различную форму и расположение листовых пластинок. Это обеспечивает более оптимальное распределение листьев в пространстве;
- 6) травосмеси меньше страдают от сорняков, вредителей и болезней;
- 7) травосмеси в большей степени, чем одновидовые посевы улучшают структуру почвы, т.к. образуют очень много корней;
- 8) при возделывании травосмесей снижается вероятность возникновения почвоутомления.

Успешное выращивание с/х культур в смешанных посевах возможно только при научно-обоснованном подборе компонентов.

Совместное выращивание клевера лугового и люцерны со злаковыми травами эффективно, если в состав смеси входят овсяница и тимофеевка луговая.

Продуктивность травосмесей с участием костреца безостого, а также лисохвоста лугового оказалась ниже (таблица 8).

Таблица 8 – Урожайность смешанных посевов многолетних трав, г/сосуд (Федоткин В.А., Рзаева В.В., 2004)

Варианты	Клевер луговой		Люцерна	
	1 г. жизни	2 г. жизни	1 г. жизни	2 г. жизни
Посев с кострецом безостым	19,2	74,4	19,6	47,3
Посев с тимофеевкой луговой	17,3	79,7	17,1	53,0
Посев с овсяницей луговой	22,2	82,1	19,8	46,3
Посев с лисохвостом луговым	13,5	57,5	11,2	42,4

Принципы конструирования агрофитоценозов включают в себя учет особенностей растений:

- * Характер пространственного расположения листьев, их форму и ориентацию;
- * Реакцию на изменение интенсивности освещения;
- * Требовательность к влажности и устойчивость к водному дефициту;
- * Тип корневой системы и глубину проникновения корней;
- * Периодичность поглощения минеральных элементов;
- * Способность усваивать питательные элементы из труднодоступных соединений;
- * Время прохождения фенофаз.

Подбор компонентов для смешанных посевов должен идти в направлении совмещения растений, отличающихся по морфологическим признакам и предъявляющих различные требования к условиям окружающей среды. Совмещение растений в смешанных посевах должно проводиться с учетом их аллелопатического взаимодействия.

Аллелопатия – это взаимодействие совместно обитающих организмов (прежде всего растений) посредством выделяемых ими в окружающую среду продуктов жизнедеятельности. Повышенной аллелопатической активностью обладают рапс, сурепица и редька масличная. Крестоцветные способствуют очищению почвы от инфекции. Рапс, сурепица усиливают профилактическое санитарное действие севооборота.

В современной земледелии следует особо выделить роль подсевных, поукосных и пожнивных культур, которые продлевают время нахождения почвы под растительным покровом, как одно из важнейших средств биологизации земледелия.

Роль многолетних трав в севообороте

В совершенствовании структуры посевных площадей и севооборотов важное значение имеет размещение многолетних трав. С помощью посевов многолетних трав решается задача регулирования гумусового баланса почв. Но если в таежных районах целесообразно возделывание многолетних трав, то в степи оно приводит к снижению продуктивности пашни.

В степной зоне многолетние травы следует размещать в основном в почвозащитных севооборотах на эрозионно опасных участках, на участках с близким залеганием грунтовых вод.

Во всех зонах необходимы: оптимизация сроков пользования многолетними травами и увеличение бобового компонента, что намного повышает продуктивность и значение многолетних трав как предшественника в севообороте.

Роль многолетних трав как предшественника в севообороте возрастает при их удобрении. Удобренные многолетние травы оставляют в почве больше

органического вещества, обогащенного питательными элементами, которые затем постепенно освобождаются в ходе вегетации последующей культуры.

Главная задача биологизации земледелия заключается в адекватном размещении культур в соответствии с их биологическими требованиями, что может быть достигнуто формированием специализированных севооборотов применительно к различным типам земель.

Севообороты в биологическом земледелии

В севообороте культуры, потребляющие азот почвы, должны размещаться за культурами, обогащающими почву азотом (многолетние бобовые травы и их смеси со злаковыми культурами, зерновые бобовые; культуры, под которые вносят органические удобрения).

Например:

Зернотравяно-пропашной:

1. Многолетние травы
2. Озимая рожь (пожнивno рапс)
3. Картофель
4. Ячмень
5. Занятый пар (вика+овес)
6. Озимая пшеница (пожнивno рапс)
7. Овес с подсевом многолетних трав.

Зернотравяно-пропашной:

1. Клевер
2. Озимая пшеница (пожнивno рапс)
3. Картофель
4. Ячмень, овес с подсевом клевера.

Зернотравяно-пропашной:

1. Клевер
2. Озимая пшеница (пожнивno рапс)
3. Гречиха
4. Картофель

5. Горох

6. Ячмень, овес с подсевом клевера.

Для биологического земледелия важно *самообеспечение органическими удобрениями*.

Вопросы для контроля

1. Влияние севооборотов на плодородие почвы.
2. Недостатки чистого пара.
3. Структура посевных площадей.
4. Ротационная таблица и правила ее составления.
5. Система севооборотов.
6. Почвозащитные севообороты.
7. Роль многолетних трав в севообороте.
8. Севообороты в биологическом земледелии.
9. Принципы конструирования агрофитоценозов.
10. Преимущество травосмесей перед одновидовыми посевами.

8 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В АЛЬТЕРНАТИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Обработка почвы в альтернативном земледелии основывается на следующих принципах:

- не допускается внесение в глубокие почвенные горизонты неперегнивших органических веществ; необходимо осуществлять лишь их мелкую заделку, с тем, чтобы они перегнивали в поверхностном слое;

- в зависимости от особенностей альтернативного земледелия применяют навозно-земляной и обычный компост (в биодинамическом земледелии) или свежий навоз (в биоорганическом земледелии);

- рекомендуется по возможности отказаться от отвальной вспашки почвы; при необходимости в такой вспашке следует избегать глубокой обработки почвы, так как она приводит к снижению содержания питательных веществ в корневой зоне, а в засушливых условиях – к разрушению водоносного слоя;

- рыхление почвы позволяет сохранить активность эдафона; отдается предпочтение обработке почвы рыхлителями. В сохранении плодородия почвы роль дождевых червей широко известна. В целях их сохранения в альтернативном земледелии рекомендуется:

- отказаться от применения ротационных и режущих почвообрабатывающих орудий;

- отказаться от осенней и весенней обработок увлажненных участков из-за обитания дождевых червей в этот период под самой поверхностью почвы;

- путем мульчирования почвы и поверхностного внесения органических удобрений необходимо создать благоприятные условия для обитания дождевых червей;

- отказаться от бессменной культуры, которая интенсивно исчерпывает запас питательных веществ в почве.

Большое внимание в альтернативном земледелии уделяется борьбе с уплотнением почвы. Применяется только легкая сельскохозяйственная техника.

Не допускается применение химических средств защиты растений. Для борьбы с вредителями, болезнями и сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур используются исключительно агротехнические и биологические методы. Для хозяйств с альтернативным земледелием, в которых содержатся животные, вместо сложных кормовых смесей, включающих многочисленные синтетические кормовые добавки, характерно возвращение к естественным (натуральным) кормам (Цыбиков Б.Б., 2023).

Минимальная обработка почвы – научно обоснованная обработка почвы, обеспечивающая уменьшение энергетических, трудовых или иных затрат путем уменьшения числа, глубины и площади обработки, совмещения операций. Комбинированные агрегаты; АКП-5 (агрегат комбинированный почвообрабатывающий) (рисунок 15); КФС-3,6 (культиватор фрезерный, сеялка); РВК-3,6 (рыхлитель влагосберегающий комбинированный) (рисунок 16); МКП-4 (многофункциональный посевной комплекс); посевные комплексы «Кузбасс» (рисунок 17), «HORSCH» (рисунок 18). Минимальная обработка осуществляется на глубину до 16 см.



Рисунок 15 – АКП-5

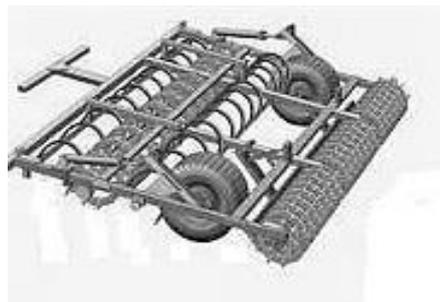


Рисунок 16 – РВК-3,6



Рисунок 17 – «Кузбасс»



Рисунок 18 – «HORSCH»

Нулевая обработка почвы. Земледелие ведется без обработки; на поле нарезаются узкие борозды сошниками сеялки и применяются высокоэффективные гербициды.

Система нулевой обработки почвы, также известная как *No-Till*, – современная система земледелия, подсказанная пермакультурой, при которой почва не обрабатывается, а её поверхность укрывается специально измельчёнными остатками растений –мульчей. Поскольку верхний слой почвы не рыхлится, такая система земледелия предотвращает водную и ветровую эрозию почвы, а также значительно лучше сохраняет воду.

Нулевую обработку почвы целесообразно применять в засушливых местностях, а также на полях, расположенных на склонах, в условиях влажного климата, а также в местностях, где традиционный способ земледелия с нарушением поверхностного слоя невозможен или запрещён.

Однако, для того, чтобы применение нулевой технологии было успешным, её необходимо дифференцировать в зависимости от почвенно-климатических условий региона, наличия соответствующих возможностей хозяйств и материально-технической базы.

Хоть урожайность при этой системе нередко ниже, чем при использовании современных методов традиционного земледелия, такая обработка почвы требует значительно меньших затрат работы и горючего. Нулевая обработка почвы – современная сложная система земледелия, которая требует специальной техники и соблюдения технологий и отнюдь не сводится к простому отказу от пахоты (<https://ru.wikipedia.org/wiki/>).

Необходимость минимализации обработки почвы обуславливается снижением энергетических и трудовых затрат на ее выполнение. Интенсификация земледелия предусматривает увеличение мощности тракторов, ширины захвата орудий, но вместе с этим возрастают их масса и давление на почву.

Применение в севооборотах интенсивной обработки с преобладанием ежегодной вспашки приводит к активизации деятельности микроорганизмов, ускоряющих разложение гумуса.

Возрастающее механическое воздействие на почву влечет за собой ряд негативных явлений.

Во-первых, механическая обработка почвы поглощает около 40 % энергетических и свыше 25 % трудовых затрат в земледелии.

Во-вторых, возрастающее механическое давление на почву, как вследствие возрастания массы движителей, так и частоты движения агрегатов по полю резко усилило деградацию почвы: плотность почвы и ее сопротивление обработке резко возросли, содержание гумуса в почве за последние 60 лет снизилось на 25-30% и усилились эрозионные процессы.

В-третьих, хотя механическое воздействие на почву за последние 20 лет возросло в 3,5 раза, урожайность культур от переуплотнения почв снизилась на 12-30 %. Эти и другие отрицательные явления резко повысили актуальность минимализации обработки почвы в современном земледелии (<https://ru.Agropromyshlennost/priemy>).

Основные пути такой минимизации состоят в следующем:

- сокращение числа обработок вследствие выполнения их при оптимальном физическом состоянии почвы;
- уменьшение глубины обработки почвы при использовании агротехнически обоснованного чередования глубоких и поверхностных приемов;
- совмещение ряда технологических операций за один проход агрегата;
- уменьшение площади обрабатываемой поверхности за счет широкого использования пестицидов на остальной площади;
- использование движителей и почвообрабатывающих орудий с минимальным удельным давлением на почву.

Однако реализация этих путей в практике земледелия возможна и при соблюдении определенных условий:

- формирование равновесной плотности почвы соответственно оптимальной плотности для культур (для зерновых – 1,1-1,3 г/см³, для пропашных – 1,0-1,2 г/см³);
- поддержание общей пористости почвы на уровне не менее 50-55 % и пористости аэрации более 15-20 %;
- обеспечение водопроницаемости почвы (не менее 60 мм/ч);
- сохранение полевой влагоемкости почвы на уровне около 30-33%;
- поддержание водопрочных агрегатов макроструктуры на уровне не выше 40%;
- формирование мощности пахотного слоя не менее 20-22 см;
- сдерживание обилия вредных организмов в агрофитоценозе на уровне ниже экономического порога вредоносности.

Для минимализации обработки почвы широко применяют как орудия для рыхления всего пахотного слоя и его поверхностной обработки, так и комбинированные орудия и агрегаты.

Обоснованием минимализации обработки почвы, также является то, что хорошо оструктуренные черноземные, темно-серые лесные, каштановые, а также почвы легкого механического состава имеют благоприятные для роста растений агрофизические свойства и не требуют интенсивной механической обработки. Кроме того, на этих почвах при широком применении гербицидов можно сократить число междурядных рыхлений при возделывании пропашных культур (картофель, сахарная свекла и др.).

Минимальную обработку почвы применяют в зависимости от почвенно-климатических условий, биологических особенностей возделываемых культур и степени засоренности посевов. Например, на хорошо окультуренных и чистых от сорняков почвах в системе обработки почвы под озимые и яровые зерновые культуры глубокое рыхление может быть заменено поверхностной обработкой (Рзаева В.В., Киселева Т.С., Фисунов Н.В., 2024).

Недостатком приемов минимализации обработки является ухудшение фитосанитарного состояния почвы: повышенная засоренность посевов,

поражаемость культур болезнями и вредителями. Снижение при этом темпов минерализации гумуса ухудшает обеспеченность культур азотом, особенно после стерневых предшественников, что требует дополнительного внесения азотных удобрений (https://ru.agropromyshlennost/priemy_sposoby_poverhnoy).

Оборудование для борьбы с сорняками. Имеются следующее полевое оборудование для борьбы с сорняками:

- портативные косилки для уничтожения сорняков лучше всего приспособлены для использования в мелких хозяйствах. Они не требуют специальных знаний по применению химических веществ и несут меньшую угрозу разноса (разбрызгивания, дрифта) гербицида и нанесения вреда посевам, чем опрыскиватели;

- популярны ранцевые опрыскиватели (для применения на небольшой площади), однако есть сложности с их правильным использованием. Требуется обучение для получения навыков их использования должным образом. Для охвата более широкой площади, ранцевые опрыскиватели могут быть оборудованы многофорсуночной штангой. Для борьбы с сорняками в междурядьях с применением гербицидом неизбирательного действия при возделывании пропашных культур, опрыскиватели можно снабдить щитками для предотвращения вреда культурам;

- оборудование для опрыскивания (портативное или на гужевой тяге, а также приспособленное для мотоблока или четырехколесного трактора).

Оборудование для обращения с остатками растений и возделывания покровных культур. Управление покровными культурами и остатками растений – исключительно важный компонент почвозащитного ресурсосберегающего земледелия, требующий тщательного выбора оборудования и умения им пользоваться.

Деформирующий каток предназначен для прикатывания и прерывания жизненного цикла растений покровной культуры, оставляя остатки растений на поверхности почвы. Он является необходимым орудием для управления

покровными культурами, помогающим значительно снизить нормы применения гербицидов при нулевой обработке почвы.

Опрыскиватели. Спектр опрыскивателей охватывает как 20-ти литровые ранцевые с одной форсункой, так и самоходные с 40-метровой штангой и емкостью бака 2 тыс. литров и более. Все они используют гидравлические распылительные форсунки (рисунок 19).



Рисунок 19 – Прицепной опрыскиватель Заря ОПГ-2500-18-05 (роторный)

В крупных хозяйствах пестициды можно применять посредством прицепных опрыскивателей: два трактора тянут линию форсунок, питаемых из шланга, соединенного с другим шлангом (100 м максимум) между тракторами.

Возможно также опрыскивание с самолетов. Однако, поскольку при авиаопрыскивании гербицидами высок риск разноса вещества и загрязнения окружающей среды, а также угрозы здоровью населения в прилегающей местности, то этот способ не рекомендуется.

Локальное опрыскивание можно проводить вручную, используя ранцевый опрыскиватель, или трубками, соединенными с баком штангового опрыскивателя (изолируя или демонтируя штанги).

Уборочная техника. Из всех растительных остатков, проходящих через комбайн и сбрасываемых на землю, одна часть состоит из цельных элементов

(например, пшеничной соломы, цельных початков кукурузы, стеблей бобовых культур), а другая часть – из мелких фрагментов или измельченных остатков (мякины), которые выдуваются или сбрасываются с задней стороны комбайна. Комбайнам с шириной жатки более 6 м трудно равномерно распределять остатки по всей ширине скашиваемой полосы.

Решением этой проблемы является установка распределителей для соломы и мякины. Распределитель соломы предназначен для распределения цельных остатков растений по полю. Обычный распределитель мякины использует 2 вращающихся диска с поворотными пластинами для разбрасывания мякины во все стороны с задней стороны комбайна. Важно, чтобы в конструкции устройства было предусмотрено следующее: солома, оставляемая в середине, не должна быть толще той, которая остается по краям полосы прохождения комбайна, а при закупорке распределителя не оставалось бы кучи соломы. Если это случается, улучшить работу распределителя можно следующим образом: повысить скорость и увеличить передаваемую мощность (например, используя двойную ременную передачу) или увеличить размер лопастей на распределительных дисках, чтобы усилить нагнетательный эффект.

Оборудование для прямого посева. Для посева без предварительной вспашки или обработки почвы и нарезки гребней требуются посевные комплексы (агрегаты), способные:

- Прорезать слой остатков растений;
- Проникать в почву (в том числе и уплотненную) на оптимальную глубину сева семян;
- Точно размещать семена, закрывая борозду и обеспечивая хороший контакт между семенем и почвой;
- Одновременно с посевом вносить минеральные удобрения чуть глубже и в стороне от семени.

Вопросы для контроля

1. Принципы обработки почвы в альтернативном земледелии.
2. Минимальная обработка почвы.
3. Обработка почвы в альтернативном земледелии.
4. Система нулевой обработки почвы.
5. Меры борьбы с уплотнением почвы.
6. Основные пути минимализации обработки почвы.
7. Оборудование для борьбы с сорными растениями в альтернативном земледелии.
8. Оборудование для обращения с растительными остатками.
9. Уборочная техника, рекомендованная для альтернативного земледелия.
10. Оборудование для прямого посева в альтернативном земледелии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распространение альтернативного земледелия заставляет ученых задуматься о перспективах его развития. Можно ли, следуя в этом направлении, решить назревшие экологические проблемы? Сможет ли альтернативное земледелие стать реальной альтернативой традиционному, т.е. успешно решить проблему обеспечения растущего населения планеты качественными продуктами питания?

Большинство методов альтернативного земледелия хорошо известны, проверены многовековой практикой ведения сельского хозяйства. Отказ от минеральных удобрений и пестицидов позволяет получать продукцию, не содержащую остаточных количеств этих агрохимикатов, а, следовательно, обладающую более высокой биологической ценностью. Она пользуется большим спросом у населения, несмотря на более высокие цены. Замена минеральных удобрений навозом и компостами обогащает почву органическим веществом и способствует росту численности организмов, населяющих почву, которые играют решающую роль в повышении почвенного плодородия.

Почвозащитная обработка, строгое соблюдение севооборотов препятствуют развитию эрозии и уменьшают потери питательных элементов из почвы. Отказ от минеральных удобрений и пестицидов (при их высокой стоимости) дает значительную экономию денежных средств и энергии.

Как итог, применение альтернативных методов оказывает положительное влияние на состояние окружающей среды и здоровье человека.

К числу недостатков альтернативного земледелия относят его повышенную зависимость от природных факторов, необходимость возделывания на больших площадях кормовых культур для нужд животноводства и сокращение за счет этого площадей под другими важными культурами, более низкий уровень урожайности сельскохозяйственных культур, повышение трудозатрат на их производство за счет приготовления и внесения компостов, по сравнению с традиционной системой.

Из-за этих недостатков многие ученые и практики относятся с достаточной осторожностью к альтернативному земледелию. Опыт передовых хозяйств в различных регионах страны показывает, что можно вести высокоинтенсивное земледелие, получать высокие урожаи и не допускать возникновения отрицательных явлений.

По мнению целого ряда ученых, широкомасштабное применение альтернативного земледелия в чистом виде в России с целью решения экологических проблем вряд ли возможно. Они выражают несогласие с отдельными составляющими концепции альтернативного земледелия, например, в отношении полного отказа от минеральных удобрений, которые, на их взгляд, не обеспечивают полного возврата отчуждаемых с урожаем питательных веществ, особенно фосфора.

Биологические средства повышения почвенного плодородия не рекомендуют противопоставлять минеральным удобрениям, пестицидам и другим средствам химизации, так как при правильном использовании агрохимикатов действие биологических факторов усиливается.

Реальной, на наш взгляд, является разработка интегрированного земледелия, которое включало бы лучшие черты альтернативных систем и в то же время допускало бы в разумных размерах применение минеральных удобрений и пестицидов. Такое земледелие не только отвечало бы требованиям интенсивного ведения растениеводства с использованием современных достижений науки и техники, но и соответствовало бы экологическим задачам и максимальной реутилизации всех отходов сельскохозяйственного производства.

Негативные последствия интенсификации земледелия способствовали развитию за рубежом в начале 60-х годов так называемого альтернативного земледелия, которое называют также биологическим, биодинамическим или органическим.

Комплекс агротехнических мероприятий основывается на строгом соблюдении севооборотов, введении в их состав бобовых культур, сохранении

растительных остатков, применении навоза, компостов и сидератов, проведении механических культиваций, защиты растений биологическими методами.

Движение за альтернативное земледелие развивается в промышленно развитых странах, где с большой силой проявились негативные последствия интенсификации земледелия.

Альтернативное земледелие зарубежные специалисты не считают шагом назад в развитии земледелия, поэтому фермеры, придерживающиеся этих методов, используют высококачественные семена лучших сортов и современные машины и оборудование, орудия, проводят почвоохранные меры.

Переработка органических отходов осуществляется современными методами. Знание жизненных циклов сорняков, возбудителей болезней и вредителей дает возможность разрабатывать оптимальные севообороты.

Сторонники альтернативного земледелия признают, что традиционное земледелие характеризуется более высокими показателями, но, во-первых, они достигаются снижением плодородия почвы и загрязнением окружающей среды остатками удобрений и пестицидов и, во-вторых, в традиционном земледелии, по их мнению, не придается достаточного значения такому важному показателю, как биологическое качество продукции, которое надо оценивать не только по привлекательному внешнему виду, вкусу и размеру, но и по способности поддерживать здоровье человека.

В альтернативном земледелии большое внимание уделяют борьбе с уплотнением почвы. Для этого применяют только легкую сельскохозяйственную технику (во Франции многие фермеры вернулись к использованию лошадей). Не допускается применение химических средств защиты растений. Для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями используют только агротехнические и биологические методы. Для альтернативных хозяйств, в которых содержатся животные, вместо применения сложных кормовых смесей, содержащих многочисленные синтетические кормовые добавки, характерен возврат к натуральным кормам (Цыбиков Б.Б., 2023).

Библиографический список:

1. Абдриисов, Д. Н. Урожайность яровой пшеницы по видам паров / Д. Н. Абдриисов, В. В. Рзаева // ДОСТИЖЕНИЯ МОЛОДЕЖНОЙ НАУКИ для АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА : Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14–18 марта 2022 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 5-9. – EDN IMVAEA.
2. Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. Материалы V научно-практической конференции с международным участием (Вологда ; Молочное, 21-25 февраля 2022 г.) : материалы конференции. – Вологда : ВолНЦ РАН, 2022. – ISBN 978-5-93299-542-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/296369> (дата обращения: 27.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 380.
3. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: Учебное пособие для обучающихся направления подготовки магистратуры - 35.04.04 «Агрономия» по дисциплине «Адаптивно-ландшафтные системы земледелия» / В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов, С. С. Миллер, Т. С. Киселева. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. – 134 с. – ISBN 978-5-98346-168-0. – EDN XWDVVG.
4. Алтаев, А. А. Сельскохозяйственные производственные системы : Учебное пособие / А. А. Алтаев, Т. М. Корсунова, С. К. Миронов. – Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2003. – 46 с. – EDN NHWZBE.
5. Альтернативные системы земледелия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Корчагин [и др.]; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2020. – 167 с. – ISBN 978-5-9984-1092-5.
6. Бабичев А.Н. Агромелиоративная система повышения эффективности использования орошаемых земель на юге России : Специальность: 06.01.02 – «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»: диссертация на соискание

- ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Бабичев Александр Николаевич, 2016. – 344 с.
7. Баздырев Г.И. и др. Земледелие. – М.: Колос, 2000. – 552 с.
 8. Барыло, Б. О. влияние элементов биологизации на урожайность ярового рапса / Б. О. Барыло, В. В. Рзаева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 3-1(78). – С. 176-180. – DOI 10.24412/2500-1000-2023-3-1-176-180. – EDN UJFDZN.
 9. Бекетова, О. А. Стратегии выбора альтернативных подходов при разработке систем земледелия / О. А. Бекетова, Ю. Ф. Едидеичев // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. Том 1 Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 408-413. – EDN MPMTJS.
 10. Бекетов, Анатолий Дмитриевич. История и методология адаптивно-ландшафтных и альтернативных систем земледелия : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 110200 "Агрономия" и по специальности 110201 "Агрономия" / А. Д. Бекетов, Ю. Ф. Едидеичев, О. А. Бекетова ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Красноярский гос. аграрный ун-т. – Красноярск : Красноярский гос. аграрный ун-т, 2006. – 234 с., [1] л. портр. : ил., табл. : 21 см.
 11. Биоземледелие – новая парадигма сельскохозяйственного производства и повышения плодородия почв [Текст] : монография. В 2 т. Т. 2 / Ю. С. Ларионов, О. А. Ларионова, Е. И. Баранова, Б. В. Селезнев; под общ. ред. Ю. С. Ларионова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 209 с.
 12. Большая советская энциклопедия, 1970.
 13. Богара // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890–1907.
 14. Борин А.А. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия: учебно-методическое пособие / А.А. Борин, А.Э. Лоцинина // – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2020 – 43 с.

15. Волобуев, Ю. И. Альтернативная система земледелия / Ю. И. Волобуев, С. А. Каменев, Р. В. Степашов // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса : Материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Курск, 21 декабря 2021 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 325-330. – EDN CFBZZZ.
16. Вьюгин, С. М. Адаптивные технологии в современной земледелии : учебное пособие / С. М. Вьюгин, Г. В. Вьюгина, З. А. Богданова. – Смоленск : Смоленская ГСХА, 2014. – 70 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/139087> (дата обращения: 22.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
17. Глухих, М. А. Земледелие : учебное пособие / М. А. Глухих, О. С. Батраева. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – ISBN 978-5-8114-3594-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206849> (дата обращения: 22.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 94.
18. Государственный стандарт СССР ГОСТ 16265-89 Земледелие. Термины и определения.
19. Голенецких, Д. В. Годичная динамика уровня воды в реке Тобол / Д. В. Голенецких, М. Г. Уфимцева // Стратегические ресурсы Тюменского АПК: Люди, наука, технологии : Сборник трудов LVIII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 12 марта 2024 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. – С. 144-148. – EDN MJRUUY.
20. Григорьев, А. А. Роль многолетних трав в севообороте при возделывании зерновых культур / А. А. Григорьев, В. В. Рзаева // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России : сборник трудов национальной научно-практической конференции, Тюмень, 01–03 ноября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 64-69. – EDN GKPEIM.

21. Довбан, К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики : монография / К. И. Довбан. – Минск : Белорусская наука, 2009. – 404 с. – ISBN 978-985-08-1019-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/90549> (дата обращения: 22.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1979. – 416 с.
23. Евтушкова, Е. П. Темпы роста отрасли сельского хозяйства Уральского федерального округа / Е. П. Евтушкова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 4(400). – С. 417-424. – DOI 10.55186/25876740_2024_67_4_417. – EDN XAQQVC.
24. Ермоленков В.В., Никончик П.И., Дудук А.А., Мартинчик Н.В., Прокопович В.Н. Земледелие. Мн.: ИВЦ Минфина, 2006. – 463 с.
25. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно – ландшафтного земледелия / В.И. Кирюшин / – Пущино, 1993. – 64 с.
26. Кирюшин В.И. Методика разработки адаптивно – ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Кирюшин / – М., 1995. – 81 с.
27. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин / – М.: Колос, 1996. – 366 с.
28. Кирюшин В.И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко. – Новосибирск, 2002. – 387 с.
29. Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно – ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: Методические указания / В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов / – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005 – 784 с.
30. Кирюшин В.И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов. – М., 2005. – 253 с.

31. Кирюшин В.И. Теория адаптивно – ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В.И. Кирюшин / – М.: КолосС, 2011. – 443 с.
32. Киселева, Т. С. Влияние основной обработки почвы на продуктивность зернобобовых культур в северной лесостепи Западной Сибири / Т. С. Киселева, В. В. Рзаева. – Тюмень : ИД «Титул», 2023. – 163 с. – ISBN 978-5-98249-141-1. – EDN XBZUCG.
33. Киселева, Т. С. Урожайность гороха с элементами биологизации в Тюменской области / Т. С. Киселева, В. В. Рзаева // Проблемы и пути повышения качества зерна в природно-климатических условиях Западной Сибири : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 01 ноября 2023 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. – С. 177-180. – EDN IZJYJN.
34. Корчагин А.А., Ильин Л.И., Мазиров. Ресурсы адаптации агротехнологий в различные по метеоусловиям годы // Земледелие. 2017. № 1. – С. 16 – 20. – ISSN 0044-3913.
35. Корчагин А.А., Винокуров И.Ю., Ильин Л.И. Эффективность севооборотов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия на почвах Владимирского ополья // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 10. – С. 50 – 54. – ISSN 0235-2451.
36. Корчагин А.А. Винокуров И.Ю. Ильин Л.И. Севообороты адаптивно-ландшафтных систем земледелия на серых лесных почвах Владимирского ополья // Достижения науки и техники АПК. №6, 2017. – С. 15-20. – ISSN 235-2451.
37. Когоякова, В. В. Альтернативные системы земледелия / В. В. Когоякова, С. А. Мамонтова // Проблемы современной аграрной науки : Материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2019 года / Ответственные за выпуск: Валентина Леонидовна Бопп, Жанна Николаевна Шмелева. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С. 34-39. – EDN ZKNLRW.

- 38.Круглов, О. А. Альтернативное земледелие, безотходная переработка сельскохозяйственной продукции и роль ландшафтов на природно-заповедной территории / О. А. Круглов, А. И. Козлов, В. П. Полуянов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2008. – № 2. – С. 79-82. – EDN OMSSCF.
- 39.Лящев А.А. Эффективность использования различных субстратов при вермикультивировании // Агропродовольственная политика России. 2013. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-razlichnyh-substratov-pri-vermikultivirovanii> (дата обращения: 27.11.2024).
- 40.Лящев, А. А. Влияние плотности дождевых червей *E. fetida* на скорость переработки газонной травы для получения биогумуса при низкой температуре / А. А. Лящев, И. А. Прок // АПК: инновационные технологии. – 2022. – № 1. – С. 6-12. – DOI 10.35524/2687-0436_2022_01_06. – EDN SBKBIZ.
- 41.Минченко, Л. А. Актуальные тренды развития органического сельского хозяйства: от теории к практике / Л. А. Минченко // Вопросы устойчивого развития общества. – 2021. – № 3. – С. 354-359. – DOI 10.34755/IROK.2021.99.99.076. – EDN FPMWHY.
- 42.Мелиоративное земледелие : учебное пособие / О. С. Харалгина, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов, С. С. Миллер. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2019. – ISBN 978-5-98249-109-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157122> (дата обращения: 26.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 7.
- 43.Мохова, Е. В. Некоторые агроэкологические аспекты альтернативных систем земледелия / Е. В. Мохова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : МАТЕРИАЛЫ XIX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Брянск, 14–18 марта 2022 года. Том ЧАСТЬ I. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 45-51. – EDN TMKVDL.
- 44.Нарзулоев, Т.С. ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ЛЬНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА НА БОГАРНЫХ ЗЕМЛЯХ ГИССАРСКОЙ ДОЛИНЫ ТАДЖИКИСТАНА / Т. С. Нарзулоев // Масличные культуры. – 2019. – № 4(180).

- С. 94-96. – ISSN 0202-5493. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/312278> (дата обращения: 27.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 1.
45. Научные и методические основы разработки агротехнологий для адаптивно-ландшафтных систем земледелия на комплексе серых лесных почв Владимирского Ополя : монография / А.А. Корчагин, Е.В. Шеин, Л.И. Ильин, М.А. Мазиров. – Иваново : Изд-во ПресСто, 2018. – 214 с. – ISBN 978-5-6041301-5-5.
46. Невзоров, А. И. Методические указания по теме: «Плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур» по дисциплине – «Программирование урожаев сельскохозяйственных культур» : методические указания / А. И. Невзоров. – Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2009. – 20 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/47160> (дата обращения: 22.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 5.
47. Окорков В.В. Опыт изучения адаптивно – ландшафтных систем земледелия во Владимирском Ополе / В.В. Окорков // – Владимир, 2003. – 280 с.
48. Основы и продуктивность севооборотов / Т. С. Киселева, С. С. Миллер, А. Н. Моисеев [и др.]. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. – 178 с. – ISBN 978-5-98346-126-0. – EDN ODEWUW.
49. Обработка почвы в Западной Сибири : Учебное пособие предназначено для студентов, преподавателей, аспирантов. / В. А. Федоткин, В. В. Рзаева, Н. В. Фисунов [и др.]. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2018. – 138 с. – ISBN 978-5-98249-099-5. – EDN LRPBRT.
50. ОПЫТ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛОГО ЭНХИТРЕЯ (*ENCHYTRAeus ALBIDUS*) В КАЧЕСТВЕ СТАРТОВОГО КОРМА / З. Т. Болатбекова, 2, н. с. младший [и др.] // Ғылым және білім / Наука и образование. – 2020. – № 1. – С. 92-99. – ISSN 2305-9397. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL:

- <https://e.lanbook.com/journal/issue/312436> (дата обращения: 27.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
51. Органическое земледелие : учебное пособие : в 2 частях / составители С. С. Авдеенко [и др.]. – Персиановский : Донской ГАУ, 2023 – Часть 2 – 2023. – 186 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/400811> (дата обращения: 27.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – С. 133.
52. Перфильев Н.В. Научные основы оптимизации системы обработки темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье / ГНУ НИИСХ Северного Зауралья Россельхозакадемии. – Тюмень, 2014. – 410 с.
53. Патент № 2825160 С2 Российская Федерация, МПК А01В 79/02. Комбинированный способ обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур в севообороте : № 2022101069 : заявл. 17.01.2022 : опубл. 21.08.2024 / В. В. Рзаева, С. С. Миллер ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Государственный аграрный университет Северного Зауралья". – EDN BMBJFA.
54. Постников, Д. А. Агроэкологические приемы в системе альтернативного земледелия / Д. А. Постников, А. Н. Постников, С. К. Темирбекова // Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС : Материалы докладов, сообщений, Москва, 09–12 августа 2016 года / Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии. Том 2. – Москва: Печатный город, 2016. – С. 419-431. – EDN WLLUXR.
55. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие [Электронный ресурс] / Продовольственная и сельскохозяйственная нация (ПРЗ) – 2023. – Режим доступа: <https://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/ru/>
56. Рзаева, В. В. Роль сидератов при возделывании зерновых культур / В. В. Рзаева, Н. В. Корепанова // АгроФорум. – 2023. – № 3. – С. 47-49. – EDN ZQKNTT.

- 57.Рзаева, В. В. Агротехнический бракераж в земледелии : учебное пособие / В. В. Рзаева, Т. С. Киселёва, Н. В. Фисунов. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 140 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/343337> (дата обращения: 23.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 58.Рзаева, В. В. Продуктивность сои в Северной лесостепи Тюменской области в зависимости от агротехнических приемов / В. В. Рзаева, Е. А. Краснова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2022. – № 1(198). – С. 10-26. – DOI 10.33920/se1-05-2201-02. – EDN OCZGMD.
- 59.Рзаева, В. В. Влияние основной обработки почвы на содержание гумуса в черноземе выщелоченном / В. В. Рзаева, Д. И. Еремин // АгроФорум. – 2021. – № 6. – С. 38-40. – EDN VHBTIW.
- 60.Сандра Корси ПОЧВОЗАЩИТНОЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ / Учебное пособие для консультантов по распространению сельскохозяйственных знаний и фермеров в Восточной Европе и Центральной Азии. Анкара, 2017, с. 160.
- 61.Санникова, Н. В. Система обращения с отходами на предприятии по производству растениеводческой продукции / Н. В. Санникова // АПК: инновационные технологии. – 2024. – № 1(64). – С. 71-81. – DOI 10.35524/2687-0436_2024_01_70. – EDN IOERWV.
- 62.Система земледелия : учебное пособие / составители Б. Б. Цыбиков [и др.] ; под редакцией Б. Б. Цыбикова. – Улан-Удэ : Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2023. – 287 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/441998> (дата обращения: 23.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 63.Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А. Биологизация земледелия: определение, принципы и направления развития [Электронный ресурс] / Агробизнес. – 2023. – Режим доступа: <https://agbz.ru/articles/biologizatsiya-zemledeliya-opredelenie-printsipy-i-napravleniya-razvitiya/>

64. Соколов В.А. Системы земледелия: Учебно-методическое пособие / В.А. Соколов, Н.В. Надежина // – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, 2008 – 176 с.
65. Солодун В.И. Учебно-методическое пособие по системам земледелия / В.И. Солодун // – Иркутск, Изд-во Иркутского ГАУ, 2022 – 110 с.
66. Сорокина, Н. Н. Выбор типов и видов альтернативных систем земледелия в современных сельскохозяйственных предприятиях / Н. Н. Сорокина // Проблемы современной аграрной науки : Материалы международной научной конференции, Красноярск, 15 октября 2020 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. – С. 82-85. – EDN АРМУХІ.
67. Столбовой В.С., Корчагин А.А., Бибик Т.С. Цифровые технологии в управлении земельными ресурсами Владимирской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 10. Т. 32. – С. 45 – 50. – ISSN 0235-2451.
68. Уфимцева, М. Г. Новое в использовании лесов на землях сельхоззначения / М. Г. Уфимцева // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации : Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Тюмень, 19 декабря 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 143-146. – EDN IDZOXF.
69. Федоткин, В. А. Ресурсосберегающие интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в лесостепи Тюменской области / В. А. Федоткин, В. В. Рзаева // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2004. – № 10. – С. 23-27. – EDN PBY SIN.
70. Экологические аспекты систем альтернативного земледелия / В. Ф. Мальцев, В. Е. Ториков, А. И. Артюхов [и др.]. – Брянск : Брянская Государственная Сельскохозяйственная Академия, 1998. – 85 с. – ISBN 5-88517-036-3. – EDN VRMSFB.
71. Экологическое значение альтернативных систем земледелия [Электронный ресурс] / Экология реки Уча. – 2023. – Режим доступа:

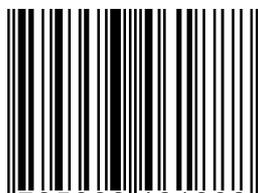
<https://ecoucha.ru/znaniya/ekologicheskoe-znachenie-alternativnyh-sistem-zemledeliya/?ysclid=m3przmx57367430707>

72. Kiseleva, T. S. Influence of basic tillage on the productivity of leguminous crops / T. S. Kiseleva, V. V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22043. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022043. – EDN VHGJAA.
73. Rzaeva, V. Productivity of crop rotation by the main tillage in the Tyumen region / V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18–20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52079. – DOI 10.1088/1755-1315/677/5/052079. – EDN ZVCNEB.
74. Cherkasova, E. A. Influence of the predecessor and the seeding rates on the rape productivity / E. A. Cherkasova, V. V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Vol. Volume 839. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22037. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022037. – EDN VYXIKT.
75. ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІГІНДЕГІ ОРМАНДЫ ДАЛА АЙМАҒЫНДА ШАБЫНДЫҚ-ЖАЙЫЛЫМДАРДЫ ҚҰРУ НЕГІЗІНДЕ ӨНІМДІЛІГІ ЖОҒАРЫ ЖАСЫЛ МАЛ АЗЫҒЫН ӨНДІРУ / А. С. Шаяхметова, А. С. Шаяхметова, A. S. Shayakhmetova [и др.] // Ғылым және білім / Наука и образование. – 2023. – № 2-2 (71). – С. 288-298. – ISSN 2305-9397. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/350594> (дата обращения: 27.11.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья
<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/kiseleva.pdf>,
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».
Заказ № 1251 от 26.12.2024; авторская редакция
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-188-8



9 785983 461888 >