

ФГБОУ ВО СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра общего земледелия, растениеводства и селекции  
им. проф. Ф.И. Бобрышева

**Дорожко Г. Р.**

**ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**  
**(курс лекций)**

*Учебное пособие*

**Ставрополь**  
**СЕКВОЙЯ**  
**2016**

УДК 631/635  
ББК 41.4  
Д68

***Автор:***

*Дорожко Г. Р. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

**Дорожко Г. Р.**

Земледелие (курс лекций) : учебное пособие / Г. Р. Дорожко. –  
Ставрополь : СЕКВОЙЯ, 2017. – 232 с.

**Аннотация?**

**УДК 631/635**  
**ББК 41.4**

© Дорожко Г.Р., 2017  
© Оформление ООО «СЕКВОЙЯ», 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ В ЗЕМЛЕДЕЛИЕ	
1. Земледелие как отрасль сельскохозяйственного производства, его особенности и основные этапы развития	
2. Земледелие как наука	
3. Развитие земледелия в стране и в Ставропольском крае	
Лекция 2. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	
1. Факторы жизни растений	
2. Законы земледелия	
3. Законы земледелия и агротехники	
Лекция 3. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ	
1. Понятие о плодородии почвы	
2. Общие физические и физико-химические свойства почвы	
3. Факторы улучшения водопропускной структуры почвы	
4. Структурное состояние пахотного слоя почвы и его значение	
Лекция 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ	
1. Органическое вещество почвы	
2. Почвенная биота	
3. Зависимость плодородия от фитосанитарного состояния почвы	
Лекция 5. ВОДНО-ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ПРИЕМЫ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	
1. Почвенная влага	
2. Почвенный воздух	
3. Способы регулирования водно-воздушного режима почвы	
Лекция 6. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И ЭКОЛОГИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ	
1. Сорные растения, их вред и вредоносность	
2. Биологические особенности сорных растений	
3. Классификация и экология сорных растений	
3.1 Малолетние сорные растения	
3.2 Паразитные и полупаразитные сорняки	

Лекция 7. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ	
1. Предупреждение засоренности полей	
2. Уничтожение в почве семян и вегетативных органов размножения сорняков	
3. Уничтожение сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур	
Лекция 8. ХИМИЧЕСКАЯ БОРЬБА С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ПОСЕВАХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР	
1. Действия гербицидов на растения	
2. Экономические пороги вредоносности сорной растительности	
3. Рекомендуемые гербициды при возделывании основных полевых культур	
Лекция 9. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СЕВООБОРОТОВ	
1. Понятие о предшественнике	
2. Размещение полевых культур и пара в севообороте	
3. Бессменные посевы и севообороты	
4. Принципы и правила построения севооборотов	
5. Промежуточные культуры в севообороте	
Лекция 10. СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	
1. Основные задачи обработки почвы	
2. Способы механической обработки почвы	
3. Приемы механической обработки почвы	
Лекция 11. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОЗИМЫЕ И ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ	
1. Роль обработки почвы в регулировании ее плодородия	
2. Минимализация обработки почвы	
3. Системы обработки почвы под озимые культуры	
4. Система обработки почвы под яровые культуры	
Лекция 12. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЭРОЗИИ И ДЕФЛЯЦИИ	
1. Понятие об эрозии	
2. Факторы эрозии-климат, рельеф, почвы, растительность	
3. Агротехнические меры борьбы с эрозией	
4. Понятие о дефляции	
5. Агротехнические меры борьбы с дефляцией	

## **Лекция 1. ВВЕДЕНИЕ В ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**

*План:*

- 1. Земледелие как отрасль сельскохозяйственного производства, его особенности и основные этапы развития.*
- 2. Земледелие как наука.*
- 3. Развитие земледелия в стране и в Ставропольском крае.*

### **1. Земледелие как отрасль сельскохозяйственного производства, его особенности и основные этапы развития**

Основная задача сельского хозяйства состоит в том, чтобы обеспечить дальнейший рост и большую устойчивость сельскохозяйственного производства, всемерное повышение эффективности земледелия и животноводства для более полного удовлетворения потребностей населения в продуктах питания и промышленности в сырье, создание необходимых государственных резервов сельскохозяйственной продукции.

В земледелии важнейшей задачей является увеличение производства зерна, повышение устойчивости зернового хозяйства на основе совершенствования структуры посевных площадей, роста урожайности, эффективного использования минеральных и органических удобрений, максимального расширения посевов на мелиорированных землях и на землях в районах достаточного увлажнения, внедрения высокоурожайных культур и гибридов, улучшения агротехники зерновых культур.

Все продукты сельского хозяйства состоят из органических веществ, которые синтезируются в растениях из веществ неорганической природы. Синтез органического вещества происходит с поглощением солнечной энергии. Превращение кинетической энергии солнца в потенциальную энергию органического вещества – главная особенность сельскохозяйственного производства, отличающая его от других видов производства. Это превращение совершается в зелёном растении, которое связывает космические источники энергии с протекающими на Земле жизненными процессами. Растения, по

выражению Ф. Энгельса, представляет собой великих поглотителей и хранителей солнечной энергии в измененной форме.

Таким образом, культурное растение является не только продуктом человеческого труда, но и средством сельскохозяйственного производства, живой машиной, превращающей один вид энергии в другой, одни вещества в другие. Ещё К. А. Тимирязев обращал внимание на то, что растения из воздуха образует органическое вещество, из солнечного луча – запас силы. Этим объясняется прибыльность труда земледельца: затратив сравнительно небольшое количество вещества – удобрения, он получает большие массы органического вещества; затратив немного силы, он получает громадный запас силы в виде топлива или пищи (К. А. Тимирязев, 1962).

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

Различные растения обладают неодинаковой способностью усваивать энергию солнца и создавать то или иное количество органического вещества. Одни растения, например, кукуруза, сахарная свёкла, при хороших условиях способны давать с гектара 15 т и более сухого органического вещества, тогда как другие культуры при тех же условиях дают в несколько раз меньше. Даже у одного и того же вида разные растения имеют не одинаковый выход условной продукции.

Большие различия имеются также и в качестве продукции. Продуктивность земледельческой отрасли сельского хозяйства в значительной степени зависит от правильного подбора и соотношения возделываемых культур и сортов, наиболее соответствующих

почвенным и климатическим условиям данной местности. Выращивание зелёных растений составляет задачу растениеводства, которая в зависимости от назначения и биологических особенностей возделываемых культур подразделяется на полеводство, луговоеводство, овощеводство, плодоводство, лесоводство. Полеводство, в свою очередь, специализируется на возделывании одной или небольшого числа культур: зерновое хозяйство, кормопроизводство, льноводство, хлопководство и др.

Степень использования растениями энергии солнца зависит не только от размеров занимаемой ими территории, правильного подбора и соотношения возделываемых растений, но и от обеспеченности растений другими факторами их жизни (вода, воздух, элементы питания и др.), которые растения получают, как правило, через почву или из приземного слоя атмосферы (табл. 1).

Таблица 1 – Вынос азота, фосфора и калия культурными растениями (кг/га)

Наименования растения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Всего	Урожайность, т/га
Озимая рожь	85	40	78	203	3,0
Картофель	80	40	120	240	20,0
Озимая пшеница	75	52	82	209	3,0
Яровая пшеница	60	24	84	168	3,0
Лён	78	30	69	177	0,7
Яровой ячмень	80	33	63	176	3,0
Кукуруза на силос	110	45	130	285	30,0

При урожайности озимой пшеницы 3,0 т/га зерна растения этой культуры выносят из почвы с гектарной площади посева 75 кг азота, 52 кг фосфора и 82 кг калия. В сумме это составляет 209 кг. Другие зерновые культуры, как озимая рожь, яровой ячмень, яровая пшеница также выносят сравнительно большое количество этих жизненно необходимых веществ из почвы. Что касается таких культур, как кукуруза на силос, картофель, то они и урожай формируют значительно больший по массе и выносят из почвы больше основных элементов питания растений. Так, при урожайности 30 т/га кукуруза на силос из почвы выносит 110 кг азота, 45 кг фосфора и 130 кг калия, что в сумме

составляет 285 кг/га. Это один из высоких показателей в данном примере.

В посевах культурных растений произрастает сорняки. Сорняками называют такие растения, которые не возделываются человеком, но которые постоянно сопровождают культурные растения, наносят им вред – забирают воду и питательные вещества, затеняют их, способствуют распространению вредителей и болезней культурных растений и т. д. Вынос питательных веществ основными видами сорных растений представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Вынос азота, фосфора и калия сорными растениями, кг/га

Наименование растения	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Всего	Масса сорных растений, т/га
Амброзия полыннолистная	135	40	157	332	5,4
Пырей ползучий	46	32	69	147	6,0
Мать-и-мачеха	74	27	235	336	6,1
Бодяк полевой	137	31	117	285	5,7
Осот огородный	67	29	160	256	4,3
Пикульник обыкновенный	38	7	84	129	4,5
Щирица колосистая	190	14	286	490	6,5
Ромашка непахучая	25	19	27	71	4,7
Хвощ полевой	280	92	278	650	8,4
Редька дикая	43	15	43	101	1,3
Василёк синий	65	24	98	187	3,0

Приведённые экспериментальные данные по выносу питательных веществ сорными растениями убедительно показывают, что сорные растения даже при средней засорённости выносят питательных веществ значительно больше, чем культурные растения. Такие сорняки, как амброзия полыннолистная, мать-и-мачеха, бодяк полевой, щирица колосистая в полтора – два раза выносят из почвы питательных веществ больше, чем зерновые колосовые культуры. Это указывает на то обстоятельство, что с сорными растениями необходимо вести борьбу, в

противном случае они могут существенно снижать урожай культурных растений, и могут привести к его полной гибели.

Если земля является необходимым условием для всякого производства, то в сельском хозяйстве она выступает как основное средство производства, отличающееся от других средств своей ограниченностью. Ограниченность земли обязывает земледельца сохранять и непрерывно улучшать её. Это достигается благодаря другой особенности земли – её изнашиваемости.

Все средства производства (машины, постройки, сооружения и т. д.) по мере их использования изнашиваются и заменяются новыми. Земля не только не изнашивается, а по мере правильного её использования всё улучшается. Отмечая эти особенности земли, К. Маркс возлагал на каждое поколение человечества задачу пользоваться благами земли так, чтобы оставить потомкам её в лучшем состоянии по сравнению с той, какую оно приняло от своих предков, т. е. систематически повышать плодородие почвы. Почва в зависимости от её происхождения, воздействия климата, растений и микроорганизмов, земледельческой культуры обладает различным плодородием.

Одной из задач правильного использования земли является такое размещение возделываемых растений, при котором они могли бы создавать наибольшее количество органического вещества, а с каждого гектара земли можно было получать возможно больше продукции. По мере развития сельскохозяйственного производства как отрасли народного хозяйства понятие «земледелие» изменялось. В ранний период развития оно отождествлялось в самостоятельную отрасль в понятие «земледелие» стали вкладывать только растениеводство в широком смысле этого слова. В настоящее время термин «земледелие» применяют к растениеводческим отраслям, связанным с обработкой почвы, преимущественно к полеводству.

Земледелие возникло ещё в каменном веке. Первые орудия для обработки почвы – деревянные мотыги с каменными наконечниками (мотыжное земледелие).

*Пашенное земледелие* формировалось и развивалось по мере совершенствования почвообрабатывающих орудий (соха, косуля, плуг) и тягловой силы (лошади, волы, тракторы). С ростом производительных сил, изменением производственных отношений и развитием

естественных наук земледелие менялось и совершенствовалось, постепенно переходя от экстенсивных форм (увеличение валовых сборов с.-х. культур при расширении посевных площадей) к интенсивным (использование факторов интенсификации, обеспечивающих рост урожайности с.-х. культур). (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность зерновых культур в Ставропольском крае.

Годы	Урожайность, т/га	Годы	Урожайность, т/га
1858 - 1867	0,33	1938 – 1947	0,92
1868 – 1877	0,38	1948 – 1957	0,99
1878 – 1887	0,43	1958 – 1967	1,35
1888 – 1897	0,58	1968 – 1977	1,66
1898 – 1907	0,64	1978 – 1987	2,04
1908 - 1917	0,63	1988 – 1997	2,63
1918 – 1927	0,43	1998 – 2002	2,36
1928 - 1937	0,81	2003 - 2010	2,89
		2011-2015	3,64

Анализ урожайности зерновых культур в Ставропольском крае за последние 153 года показывают, что в середине 19 века урожайность зерновых культур на Ставрополье находилась в пределах 0,3 – 0,4 т/га. К концу 19 века этот показатель достиг 0,58 – 0,64 т/га, что практически в полтора раза выше, чем в середине века.

Первая мировая война, затем гражданская в России привели к отрицательной динамике показателей урожайности зерновых культур. И только в тридцатые годы 20-го столетия на Ставрополье наблюдается рост урожайности этих культур. Во второй половине 20-го столетия на Ставрополье наблюдается существенный рост как урожайности, так и валовых сборов зерновых культур, и средняя урожайность к концу века достигает 2,36 т/га. За 2011 – 2015 годы урожайность достигла 3,64 т/га.

## 2. Земледелие как наука

В системе агрономических наук земледелию принадлежит важная роль. Это отрасль знаний, связывающих естественнонаучные дисциплины с прикладными, агрономическими.

С развитием сельскохозяйственного производства и расширением научных знаний происходит дифференциация агрономии. В руководствах по земледелию первых русских учёных агрономов

излагали все агрономические науки, растениеводство, сельскохозяйственные орудия и машины, мелиорация, удобрение и т. д. Но уже в начале 19 века наметилось деление земледелия на общие вопросы возделывания сельскохозяйственных культур и характеристику отдельных растений и системы их возделывания.

Позднее первая часть получила название общего земледелия, а вторая – частного земледелия, или растениеводства. И. А. Стебут утверждал, что растениеводство, или учение о полевой культуре изучает только полевые растения, каждое в отдельности, тогда как общее земледелие имеет в виду растения в общем.

К. А. Тимирязев главной задачей научного земледелия считал изучение требований культурных растений и разработку способов их удовлетворения. Эти способы должны быть направлены на развитие растения в нужном для земледельца направлении, например, для получения максимально количества семян хорошего качества или для развития вегетативных органов, для получения корнеплода и т. д.

*Земледелие* – это система функционального размещения культур по полям, а также приёмов воздействия на почву для выращивания сельскохозяйственных культур и получения высоких, устойчивых урожаев и повышения плодородия почвы.

*Главная задача земледелия* – сохранение и повышение плодородия почвы, создание условий для наиболее полного её использования посевами с.-х. культур, увеличения их урожайности. Основные средства для достижения этих задач земледелия – оптимальная обработка почвы, применение системы удобрений, мелиорация, правильный подбор культур и сортов, и размещение их в севооборотах.

Из-за разнообразия почвенных, ландшафтных и климатических условий, набор культур, приемов и способов воздействия на почву дифференцируется в соответствии с зональностью и конкретными условиями. В связи с этим для каждой зоны разработаны *системы земледелия*. Различают следующие системы земледелия (табл. 4).

*Примитивная система земледелия.* Это первые системы земледелия, когда использовалось природное плодородие почвы. При этих системах земледелия в обработке находилось более одной четверти пахотно-пригодной земли и по мере снижения урожаев земледелец переходил на новый участок.

Таблица 4 – Виды систем земледелия

Системы земледелия	Способ использования земли	Способ повышения плодородия
Примитивные: залежная, переложная, подсечёно-огневая, лесопольная	Почти все посе­вы заняты зерновыми, в обработке меньшая часть пахотно-пригодных земель.	Природные процессы без участия человека.
Экстенсивные: паровая, многопольно-травяная	Под посевами не менее половины пашни. Преобладают зерновые культуры. Остальная площадь под паром и многолетними травами.	Природные процессы, направляемые человеком.
Переходные: улучшенная зерновая, травопольная	Все пахотно-пригодные земли в обработке. Преобладают зерновые культуры с многолетними травами или пропашными культурами, и чистым паром.	Взросшее воздействие человека с использованием природных факторов
Интенсивные: плодосменная, промышленно-заводская, пропашная.	Почти все пахотные земли заняты посевом. Значительные площади заняты пропашными культурами, введены посе­вы промежуточных культур.	Активное воздействие человека с использованием средств, поставляемых промышленностью.
Современные: 1. Почвозащитные: зернопаровая, зернопаропропашная, зернопропашная, зернотравяная, плодосменная, травопольная, пропашная и т. д. 2. Агроландшафтные, контурно-мелиоративные и др. 3. Альтернативные: зелёная, залежная.	Интенсивное использование пашни связано с использованием элементов агроландшафта и защиты окружающей среды для получения экологически чистой продукции. Значительная часть пашни залужена.	Широкое применение промышленных средств и мероприятия по защите почв от эрозии и дефляции. Сочетание промышленных средств с почвозащитными мероприятиями при возрастающей роли биологических и агротехнических приемов.

*Экстенсивные системы земледелия.* Посевы зерновых культур стали занимать более половины обрабатываемой площади. Плодородие

почвы восстанавливалось в паровом поле, которое удобрялось навозом и несколько раз в течение лета обрабатывалось в борьбе с сорняками.

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

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

*Современные системы земледелия.* В их основе – научно обоснованная структура посевных площадей, система севооборотов с культурами и сортами интенсивного типа, экологически чистая технология их возделывание с широким использованием новейшей техники, научно обоснованных систем удобрения, обработки и защиты почвы от эрозии и дефляции, интегрированной защиты растений от сорняков, вредителей и болезней, системы воспроизводства плодородия почвы и защиты окружающей среды.

Земледелие как наука изучает вопросы повышения плодородия почв, взаимодействия почвы и растения, обеспечение условий для получения высоких устойчивых урожаев методами механического, биологического и химического воздействия на почву, защита ее от эрозии, посевов от болезней, вредителей, сорняков и неблагоприятных условий (засух, суховеев, заморозков). Земледелие неразрывно связано с другими разделами агрономии – растениеводство, агрохимия, агрофизика, селекция и семеноводство, с.-х. фитопатология и энтомология, с.-х. мелиорация, с.-х. метеорология, землеустройство.

Комплексное использование достижений агрономии особенно важно при разработке систем земледелия. Научные основы земледелия получили интенсивное развитие с 18 века. Они связаны с работами А. Юнга (Великобритания), А. Тэера, Ю. Либиха (Германия), Ж. П. Буссенго (Франция) и др. учёных, отечественные исследователи: М. В.

Ломоносов, А. Т. Болатов, И. М. Комов, М. Г. Павлов, открыли законы «возврата питательных веществ», «минимума, оптимума, максимума», незаменимости факторов, теория минерального питания растений.

Во второй половине 19 века и в начале 20 века большой вклад в развитие научного земледелия внесли русские и советские учёные: И. А. Стебут, А. Н. Энгельгардт, П. А. Костычев, В. В. Докучаев, К. А. Тимирязев, В. Р. Вильямс, Н. М. Тулайков, А. Г. Дояренко, Д. Н. Прянишников и др. Их трудами была создана наука о почве, разработаны научные принципы высокопродуктивного земледелия в разнообразных природных условиях и предложены конкретные рекомендации по повышению плодородия почв и их рациональному использованию.

Большую роль в развитии земледелия сыграли опытные станции и др. научные предприятия. Международную известность получили работы, проведённые на опытных станциях в Ротамстеде (Великобритания), Галле (Германия), Бехельбронне (Франция), Аскове (Дания), в Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева. Всесоюзный научно-исследовательский институт зернового хозяйства, Научно-исследовательский институт Юго-Востока, Сибирский научно-исследовательский институт с.-х. хозяйства, Научно-исследовательский институт с.-х. хозяйства центрально-чернозёмной полосы им. В. В. Докучаева ( бывшая каменностепная станция), Самаринский научно-исследовательский институт с.-х. хозяйства (бывшая Безенчукская опытная станция), и др. вошли в историю отечественного земледелия своими исследованиями по возделыванию с.-х. культур в засушливых условиях. Т. С. Мальцов разработал новую систему обработки почвы в районах Зауралья. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте зернового хозяйства под руководством А. И. Бараева создана высокоэффективная почвозащитная система земледелия для степных районов Западной Сибири, Алтайского края и Северного Казахстана. Крупные исследования проводятся в связи с осуществлением программы мелиорации избыточно увлажнённых и засушливых земель. Научные исследования по земледелию координирует Российская академия наук.

На современном уровне развития агрономических наук земледелие можно определять как науку, разрабатывающую способы

наиболее разумного использования пахотной земли и повышение эффективного плодородия почвы. Методы повышения плодородия почвы делятся на физические, химические и биологические. Химические условия и способы активного повышения плодородия почвы с помощью удобрений подробно изучаются в агрохимии. Земледелие изучает и разрабатывает преимущественно физические (приемы и системы механической обработки почвы) и биологические (растения, микроорганизмы, севооборот и т. д.) методы воздействия на почву.

Как составная часть агрономического учения наука земледелие опирается на почвоведение, физиологию растений, микробиологию, метеорологию, физику, химические дисциплины, учения о сельскохозяйственных орудиях и машинах. С другой стороны, земледелие служит фундаментом для всех растениеводческих дисциплин и специальных отраслей экономических наук. Учитывая достижения практики и ее запросы, состояние степени наук, исследователь через гипотезу идёт к эксперименту. После научного обобщения и производственной проверки разработанные приемы внедряются в производство.

При исследованиях в земледелии применяется главным образом полевой опыт, который дает возможность изучать поведение растений в зависимости от тех или иных приёмов изменения почвенных условий. Для выявления закономерностей взаимодействия растений с почвой и атмосферой и для изучения процессов, происходящих в почве, применяют вегетационный, лабораторно-полевой и лабораторные опыты.

Курс земледелие состоит из следующих разделов:

1. Научные основы земледелия;
2. Плодородие почвы, пути его сохранения и повышения;
3. Сорные растения и борьба с ними;
4. Севообороты;
5. Обработка почвы;
6. Система защиты почв от эрозии и дефляции;
7. Особенности земледелия в основных природно-экологических зонах страны или края.

### **3. Развитие земледелия в стране и в Ставропольском крае**

Земледелие как растениеводство в широком его понимании представляет собой одну из древнейших отраслей сельского хозяйства.

В условиях докапиталистических общественных формаций земледелие носило не научный или полунанучный характер. Вся или большая часть производимой продукции потреблялась в сельском хозяйстве (в самом хозяйстве). При феодальном общественном строе в России преобладало одностороннее зерновое хозяйство. Производство зерна базировалось на использовании преимущественно естественного плодородия почвы. Лишь в нечерноземной полосе крестьяне применяли навозное удобрение, которого, как правило, не доставало.

Технический и агрономический уровень земледелия был низким. Применялись в основном примитивные и экстенсивные системы земледелия. Феодально-крепостнический строй способствовал развитию земледелия.

В середине 19 века земледелие в России носило ярко выраженное зерновое направление, зерновые культуры занимали 96 % всех посевов. Урожай зерновых по 50 губерниям европейской части России в среднем за 1840-1860 гг. составляли около 5 ц с гектара.

С развитием капитализма в России происходит медленный переход от феодального земледелия к торговому. Главный центр производства зерна переносится из центрально-чернозёмных губерний в степные районы юга, юго-востока и востока. В течение 30 лет после отмены крепостного права Россия увеличила производство зерна с 32 до 54 млн. т. Расширилось также производство льна, картофеля, сахарной свеклы и др. технических культур.

Общий технический уровень земледелия в дореволюционной России оставался низким. Преобладали примитивные орудия обработки почвы.

По урожайности зерновых культур Россия стояла на одном из последних мест среди других стран Европы и Америки. Средний урожай за пятилетие 1909-1913 гг. равнялся 6,7 ц/га при среднем урожае за тот же период в Дании 29 ц, в Германии 23 ц. На душу населения Россия производила зерна почти в 2 раза меньше, чем в США и почти в 3 раза меньше, чем в Америке и Канаде. Потребление минеральных удобрений в России составляло в среднем 6,9 кг/га посева, тогда как в

Германии-166, а в Бельгии-236 кг/га.

В настоящее время главным путём увеличения производства зерна и других продуктов является повышение урожайности сельскохозяйственных культур, дальнейшее улучшение использования земли на основе научно-технического процесса.

Ускоренные темпы развития химической промышленности и увеличение производства минеральных удобрений, пестицидов и др. химических средств, применяемых в земледелии, позволяют резко повысить урожайность не только технических, но и зерновых и кормовых культур. Осуществляется широкая программа строительства мелиоративных сооружений, орошения и осушения новых земель. Приняты меры по дальнейшему повышению уровня механизации земледелия, по борьбе с эрозией почвы, по разработке и внедрению научно обоснованных систем ведения сельского хозяйства, соответствующих почвенно-климатическим условиям каждой зоны и обеспечивающих наибольший экономический эффект. В качестве государственной проблемы поставлена охрана земель и повышение плодородия почвы как непереносимое условие дальнейшего прогресса в сельском хозяйстве.

Составной частью интенсификации является специализация сельскохозяйственного производства, имеющая целью научно обоснованное размещение сельского хозяйства, а также наиболее целесообразное развитие отраслей экономики в каждой зоне с учётом ее природных условий в каждом конкретном хозяйстве. Непременным условием дальнейшего подъема земледелия и его интенсификации является широкое использование достижений науки и передового опыта, повышение эффективности научных исследований.

Земледелие Ставрополя сравнительно молодое – ему 200 лет. Два века назад на обширных просторах Ставрополя под пашню начали осваивать земли, занятые степной растительностью. В первую очередь осваивали чернозёмные и темно-каштановые почвы.

Низкий уровень производительных сил, наличие примитивных орудий обработки почвы, полное отсутствие удобрений (навоз использовался крестьянами степных районов в качестве топлива), возделывание преимущественно зерновых культур вело к постепенному утрачиванию целинными землями высокого естественного плодородия,

засорению. Таким образом, возникла необходимость оставить освоенные участки под залежь и осваивать новые целинные массивы. Со временем возвращались к распашке прежних участков земли, что приводило к эволюции земельной системы в переложную. Переложная система постепенно переходит в переложнопаровую, а затем в паровую систему. Край превращался в крупного производителя товарного зерна. Животноводство развивалось в основном на естественных пастбищах и сенокосах с использованием отгонных, а в горной зоне – альпийских лугов. В конце 19 века в пойме реки Кумы стали заниматься промышленным виноградарством. В начале 20 века набор возделываемых культур несколько увеличился, начали внедрять пропашные, крупяные, зернобобовые. В начале XX века площадь пашни в крае составляла около 2800 тыс. га, значительный удельный вес занимали посевы зерновых. Средний урожай зерновых составлял 5-6 ц/га. Слабо внедрялись ценные кормовые культуры.

Большого развития достигло сельское хозяйство в предвоенные годы. В этот период интенсивно совершенствовалась зерновая система земледелия. Начали строиться оросительные каналы, стали заниматься полевым травосеянием. В середине 50 годов значительно расширилась площадь пашни. В 1950 году пашни было 2923 тыс. га, а к началу 1960 годов – 4534 тыс. га.

Наличие разнообразных почвенно-климатических условий и подверженность почвы водной и ветровой эрозии показывает, что в наших условиях современные системы земледелия должны быть почвозащитными, направленными на максимальное накопление и сохранение почвенной влаги, обеспечивающими рациональное и интенсивное использование земель. Ставропольский край расположен на юге России. Основной земельный фонд – высокопродуктивные почвы чернозёмного и каштанового типа (табл. 5).

Основными подтипами чернозёмных почв являются чернозёмы обыкновенные карбонатные, распространённые на площади 1254 тыс. га (19,8 %), и южные, занимающие 658 тыс. га (10,4 %). Среди чернозёмов обыкновенных выделяют и род солонцеватых, приуроченных к солонцам, которые занимают Янкульскую, Сенгилеевскую котловины, долины рек Суркуля и Барсуков, а также значительную часть Минераловодской холмистой равнины на общей площади 405 тыс. га

(6,4%). На долю чернозёмов выщелочных приходится всего 55,5 тыс. га, или 0,84 %. Чернозёмы оподзоленные встречаются фрагментарно в предгорной зоне и слабо диагностируются. Среди каштановых выделяют тёмно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы. Преобладают тёмно-каштановые карбонатные почвы, занимающие 1112 тыс. га (17,7 %). В комплексе с ними находятся тёмно-каштановые солонцеватые почвы на площади в 154 тыс. га (2,3 %). Каштановые карбонатные почвы занимают только 316 тыс. га.

Таблица 5 – Площади почв Ставропольского края

Почвы	Площадь	
	тыс. га	%
Чернозёмы выщелочные	55	0,9
Чернозёмы обыкновенные карбонатные	1254	19,8
Чернозёмы обыкновенные солонцеватые	405	6,4
Чернозёмы южные	658	10,4
Тёмно-каштановые карбонатные	1112	17,6
Тёмно-каштановые солонцеватые	154	2,3
Каштановые карбонатные	316	5,0
Каштановые солонцеватые	734	11,6
Светло-каштановые карбонатные	246	3,9
Светло-каштановые солонцеватые и солончаковатые	162	2,6
Пески	239	3,8
Луговые	111	1,8
Аллювиальные	362	5,7
Солонцы	473	7,5
Солончаки	43	0,7
Всего по краю	6324,0	100,0

В 1983 году группой ведущих учёных, руководителей и специалистов сельского хозяйства Ставропольского края была издана монография «Система ведения сельского хозяйства Ставропольского края». В основу этой системы была положена система сухого земледелия с чистыми удобренными парами (табл. 6). Внедрение системы «сухого» земледелия в Ставропольском крае позволило практически удвоить урожайность и валовой сбор полевых культур. До внедрения системы «сухого» земледелия в крае урожайность зерновых культур составляла 1,85 т/га и валовой сбор достиг 3,63 млн. тонн.

Таблица 6 – Влияние научно обоснованной системы земледелия на производство зерна в Ставропольском крае.

Показатели	До внедрения системы 1971-1975	В период внедрения системы 1967-1980	После внедрения			В годы формирования		В годы стабилизации	
			1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Площадь чистых паров, тыс.га	278,2	488,0	646,5	655,9	611,2	715,1	834,7	791,5	762,5
Площадь посева зерновых культур, млн. га	2,09	1,96	1,94	1,94	1,76	1,72	1,92	2,18	2,24
Валовый сбор зерна, млн. т	3,35	3,63	3,78	5,09	4,63	3,51	5,7	7,26	7,66
Урожайность, т/га	1,6	1,85	1,95	2,63	2,63	2,04	2,9	3,3	3,36
Размещение озимой пшеницы по чистому пару, %	13,3	33,2	46,8	52,1	52,2	60,6	56,0	46,9	45,3
Валовый сбор зерна озимой пшеницы, млн. т	2,34	2,92	2,78	3,51	3,27	2,67	4,36	5,86	5,93
Урожайность озимой пшеницы, т/га	1,59	1,99	2,02	2,79	2,79	2,27	3,22	2,53	3,40

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства значительно возросла роль земледелия как экспериментально-прикладной, зональной науки с использованием ресурсо- и энергосберегающих технологий, систем и приёмов обработки почвы и их комплексного применения, культивирование наиболее эффективно использующих плодородия почвы культур в борьбе с эрозией и дефляцией. Глубокое научное познание в единстве с многолетним практическим опытом обуславливает успешное развитие земледелия как ведущей отрасли сельскохозяйственного производства. За последние годы урожайность зерновых культур в среднем находится в пределах 3,12-3,64 т/га, при валовом производстве 7,11-9,2 млн. тонн.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение земледелия, как науки.
2. В чем заключается особенности земледелия, как отрасли сельскохозяйственного производства?
3. Назовите и дайте определение основным этапам развития земледелия.
4. Дайте характеристику основным полевым культурам по выносу из почвы питательных веществ.
5. Дайте характеристику основным сорным растениям по выносу питательных веществ из почвы.
6. Проведите сравнение по выносу питательных веществ культурными и сорными растениями.
7. Проведите анализ урожайности зерновых культур с середины 19 века до наших дней в Ставропольском крае.
8. В чем сущность главной задачи научного земледелия?
9. В чем заключаются способы удовлетворения требований растений?
10. Какие вы знаете системы земледелия и в чем их принципиальные отличия.
11. Назовите основные этапы развития земледелия в стране и в Ставропольском крае.
12. В чем заключаются основные задачи земледелия?
13. Дайте краткую характеристику почвам Ставрополя
14. В чем заключается влияние научно обоснованных систем земледелия на производство зерна в Ставропольском крае?

### **Литература:**

1. Власова, О. И. Плодородие черноземных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья / О. И. Власова. – Ставрополь : «Агрус», 2014. – 306 с.
2. Доспехов Б. А., Васильев И. П., Туликов А. М. Практикум по земледелию. – М. : Агропромиздат., 1987. – 383 с.
3. Журнал «Земледелие».
4. Журнал «Защита и карантин растений».
5. Земледелие (под ред. проф. С. А. Воробьева) – М. : Агропромиздат., 1991. – 528 с.
6. Земледелие Ставрополя / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, 2004. – 263 с.

7. Земледелие под ред. академика РАСХН А. И. Пупонина. – М. «Колос», 2000. – 550 с.
8. Книга земледельца / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, 1998. – 173 с.
9. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополья / Под ред. доктора с. х. наук, профессора Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрус», 2012. – 290 с.
10. Системы земледелия Ставрополья / Под ред. академика РАН, РАСХН А. А. Жученко, члена-корреспондента РАСХН В. И. Трухачёва. – Ставрополь : «Агрус», – 2011. – 842 с.
11. Системы земледелия Ставрополья / Под ред. академика РАН, РАСХН А. А. Жученко, члена-корреспондента РАСХН В.И. Трухачева. – Ставрополь : «Агрус», – 2011. – 842 с.
12. Тимирязев, К.А. Жизнь растения, М., 1962. – 276 с.

## Лекция 2. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

*План:*

- 1. Факторы жизни растений.*
- 2. Законы земледелия.*
- 3. Законы земледелия и агротехники.*

### **1. Факторы жизни растений**

Растения, возделываемые человеком, как и другие организмы, в течение всей своей жизни постоянно находятся во взаимодействии с внешней средой. Несоответствие условий среды потребностям растительных организмов вызывает нарушения нормальных процессов роста и развития и даже гибель растений. Напротив, удовлетворение потребностей растений всеми условиями их жизни позволяет полнее использовать биологические возможности их для получения максимального урожая.

Эти требования определяются наследственностью растений и различны не только для каждого вида, но и для каждого сорта той или иной культуры. *Познание этих требований составляет первую основу научного земледелия* и дает возможность не только лучше удовлетворять их, но и правильно устанавливать структуру посевных площадей, чередование культур, размещение севооборотов.

Вторую основу научного земледелия составляет *учение о плодородии почвы*. Как природное свойство зависит от накопления в процессе почвообразования питательных веществ, физических свойств почвы и климатических условий. В нашей стране проведено почвенно-климатическое районирование, в результате которого выделены почвенно-климатические зоны. Изучение почв и климата этих зон – неперемнное условие научно обоснованной агротехники. Эффективное плодородие почвы зависит не только от наличия питательных веществ и климатических условий, но и от того, насколько они могут быть использованы растениями. *Превращение элементов питания в пригодную для растений форму, увеличение коэффициента использования атмосферных осадков растениями осуществляется с помощью различных земледельческих приёмов и целых систем*

агрономических мероприятий. Применение их позволяет согласовывать требования растений с условиями среды, что *составляет третью и главную основу земледелия.*

Для нормальной жизнедеятельности культурных растений необходимы свет, тепло, вода, питательные вещества, включая углекислоту и воздух. Каждый из названных имеет важное значение в жизни растений.

*Свет*, его роль в жизни растений и способы воздействия этим фактором на их рост и развитие изучаются в курсе физиология растений, выводы которой используются в земледелии и растениеводстве. Основным источником света для растений полевой культуры служит солнечная радиация. Хотя этот источник находится вне нашего влияния, степень использования световой энергии солнца для фотосинтеза зависит от уровня агротехники. Для лучшего ее использования применяют специальные приемы, например, дифференцированные нормы высева, и такие способы посева и направления рядов, при которых лучше используется в одних случаях утренний и вечерний свет (при направлении с севера на юг), в других случаях – полуденный (при направлении с востока на запад).

Своевременное прореживание растений и уничтожение сорняков улучшает освещённость растений. В настоящее время разработаны мероприятия (целый комплекс) для лучшего использования растениями солнечной энергии. При возделывании растений в условиях защищенного грунта применяют искусственное освещение.

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

*Вода и питательные вещества*, представляют почвенные факторы жизни растений. Поэтому воду и питательные вещества называют элементами плодородия почвы. Значение их в жизни растений обстоятельно изучено физиологией и агрохимией, а способы регулирования в земледелии мы будем рассматривать ниже.

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

## **2. Законы земледелия**

### ***Закон незаменимости и равнозначности факторов жизни.***

Взаимоотношения растений с отдельными факторами их жизни изучались длительный период. Попытки заменить какой-либо один фактор другим успеха не имели ни в опытах, ни в практике.

*Первый закон земледелия* – закон незаменимости факторов жизни растений, который устанавливает, что *ни один из факторов жизни растений не может быть заменён никаким другим.* Это значит, что, сколько бы мы ни вносили удобрений, они не могут возместить недостаток воды, так же, как фосфор нельзя заменить азотом или калием.

Как логическое следствие закона незаменимости факторов вытекает вывод, что существует физиологическая равнозначность факторов жизни растений. Ничтожная потребность растения в каком-либо микроэлементе, если она не будет удовлетворена, может нарушить нормальный ход роста и развития или даже привести растение к гибели, точно так же, как и отсутствие фактора, потребляемого растением неизмеримо в большем количестве.

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

При большом разнообразии почвенных и климатических условий и возделываемых культур возникают различные сочетания в наличии факторов, при которых в одних условиях приходится заботиться об удовлетворении потребности растений в воде, в других – в тех или иных элементах пищи, в-третьих, в создании лучших тепловых условий и т. д.

***Закон минимума, оптимума и максимума.***

На основании опытов и выводов из опытов был сформулирован закон минимума, который устанавливает зависимость величины урожая от фактора, находящегося в относительном минимуме.

По мере удовлетворения потребности растения в недостающем факторе урожай повышается до тех пор, пока он не будет ограничен другим фактором, оказавшимся в минимуме.

Наглядно этот закон изображается в виде бочки, клепки которой означают различные факторы жизни растений. Высота клепки соответствует степени обеспеченности потребности растения в данном факторе, выраженной в процентах. Из приведённого примера видно (рис. 1), что два фактора азот и свет удовлетворяют потребности растений полностью, а остальные находятся в недостатке. Сдерживающим фактором является микроэлементы и урожай можно получить порядка 58 процентов от потенциальных возможностей сорта. Значит, внесение микроэлементов поднимает планку урожая в данном примере до 70 %, где сдерживающим фактором будет содержание калия и т.д.

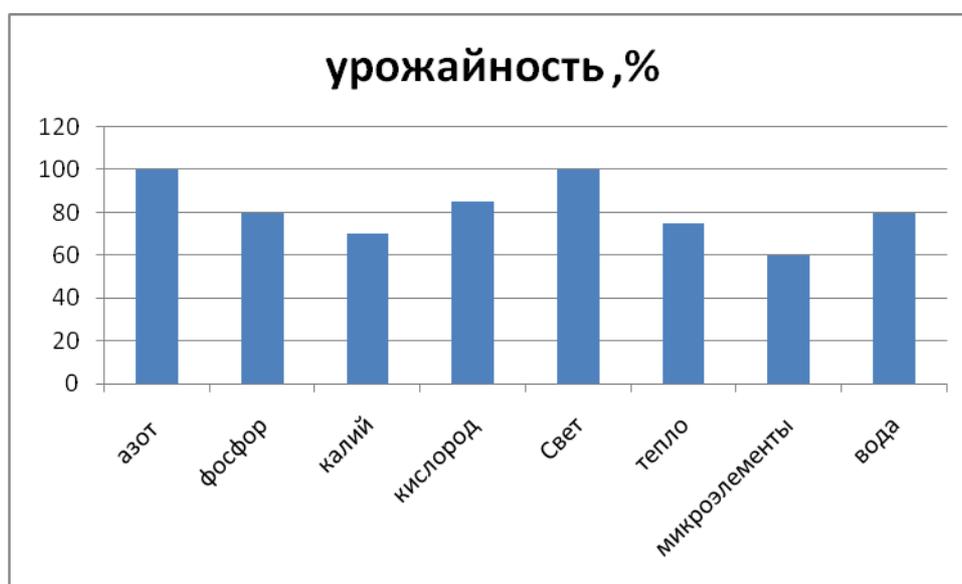


Рисунок 1– Количество факторов, обеспечивающего формирование урожая

Ю. Либих сформулировал закон минимума так: «Продуктивность поля находится в прямой зависимости от необходимой составной части пищи растения, содержащейся в почве в самом минимальном количестве». Он считал, что прибавка урожая прямо пропорциональна увеличению питательного вещества, находящегося в минимуме, то есть

$$Y = Ax,$$

где  $Y$  – урожай;

$x$  – количество питательного вещества;

$A$  – коэффициент пропорциональности для данного вида удобрения.

В последующем Либих признал понижающий эффект одинаковых доз последовательно вносимых в почву удобрений или других факторов. Это подтверждалось проведёнными опытами. Так, в вегетационном опыте Гельригеля сравнивалось влияние различной влажности почвы и урожай надземной массы ячменя. Величина урожая определяется фактором, находящимся в минимуме. Наивысший урожай возможен при оптимальном наличии фактора. Урожай невозможен при минимальном и максимальном значении фактора.

Закон минимума, оптимума и максимума подтверждает опыт Гельригеля (рис. 2).

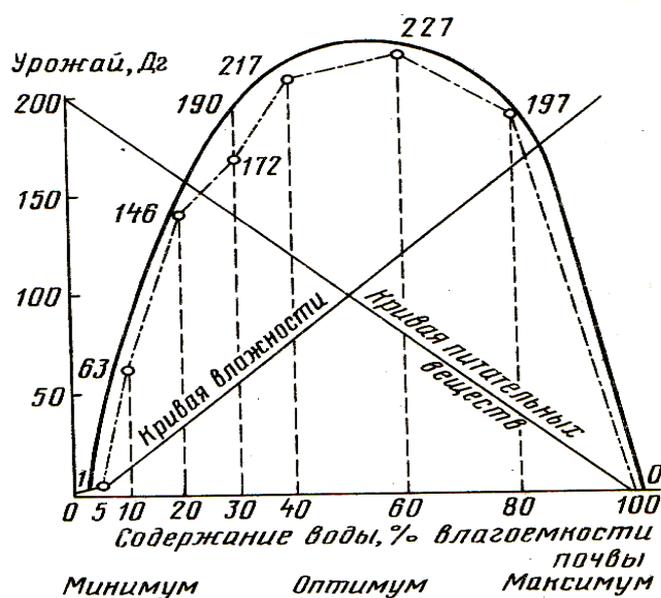


Рисунок 2 – Изменение величины урожая растения в зависимости от содержания влаги в почве

В этом опыте Гельригель выращивал ячмень в стеклянных сосудах, заполненных одинаковой почвой. Все условия выращивания ячменя, кроме влажности почвы были одинаковыми. Влажность почвы определяли по наименьшей влажности, которая соответствовала уровню влажности 100%.

Максимальный урожай ячменя был получен при влажности почвы 60 % от максимальной влажности. При минимальном показателе влажности – 5 % урожай был минимальным, а при максимальном увлажнении урожай не был получен.

Закон, минимума, оптимума и максимума имеет большое практическое значение в земледелии. В условиях крайне засушливой и засушливой зон вода является фактором, который, в основном, и определяет величину урожая, а поэтому все усилия земледельца должны быть направлены на накопление и сохранения воды в почве. Этот закон подтверждает, что при возделывании любой сельскохозяйственной культуры наибольший урожай можно получить, если все факторы жизни растений находятся в оптимуме. В условиях полеводства добиться такого состояния практически невозможно, но ясно одно – надо создавать как можно более благоприятные условия для роста и развития растений и только тогда можно получить наивысший урожай.

На основе подобных опытов Сакесом были сформулированы законы минимума, оптимума и максимума. Их смысл состоит в том, что наибольший урожай может быть получен при оптимальном количестве фактора; уменьшение или увеличение его ведет к снижению урожая. В этом можно убедиться на примере такого фактора как температура. Любой жизненный процесс в растении начинается при каком-то минимуме температуры, протекает наилучшим образом при оптимальной температуре, замедляется, а затем совсем прекращается по мере дальнейшего ее повышения.

### ***Закон совокупного действия факторов жизни растений.***

Последующими опытами были установлены факты, противоречащие выводам из прежних опытов. На основании большого количества исследований, проведенных в конце 19 века Либшер внес поправку к закону минимума, установив, что растение с тем большей продуктивностью использует находящийся в минимуме фактор, чем больше число других факторов находится в оптимуме. Этим

признавались взаимодействия факторов и известная зависимость фактора, находящегося в минимуме, от других. (рис. 3).

Дальнейшим шагом вперед по пути выявления совместного действия факторов жизни растений были работы немецкого ученого Э.А. Митчерлиха. На основании обработки данных многочисленных опытов по эффективности удобрений Митчерлих выразил «Закон действия факторов роста»

формулой:  $dy / dx = C(A - y)$ , где

$y$  – ожидаемый урожай;

$x$  – напряженность жизненного фактора;

$A$  – условная постоянная величина, обозначающая наивысший урожай, которая может принимать, то или иное значение, в зависимости от обеспеченности растений всеми факторами;

$C$  – коэффициент действия переменного фактора.

После интегрирования и определения  $C$  при  $x$  и  $y = 0$ , уравнение принимает такой вид:  $\lg(A - y) = \lg A - Cx$

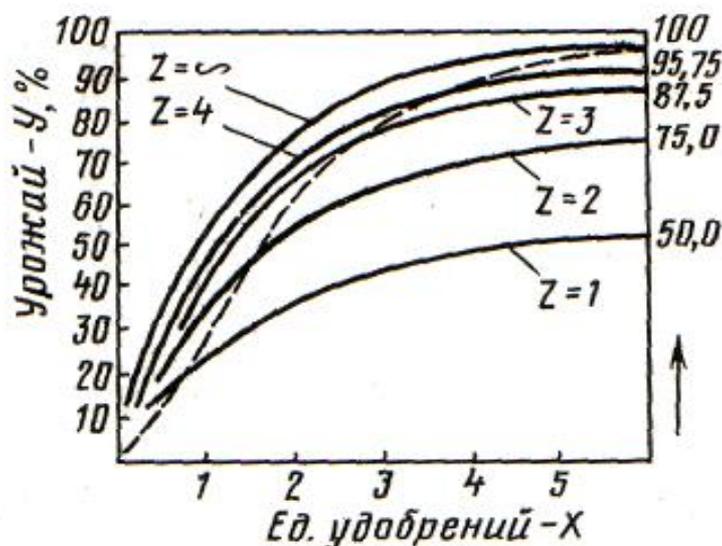


Рисунок 3 – Изменение урожая сельскохозяйственных культур при воздействии на два фактора

Каждая кривая на графике подчинена этой формуле. Серия кривых на графике показывает, что с увеличением другого фактора ( $Z$ ) кривые идут выше. С изменением факторов меняется и величина  $A$ . При изменении второго фактора  $A$  вырастает до  $A_1$ , а с повышением  $Z$  до 3- до  $A_2$ . Из этого отчетливо видно, что урожай в данный момент зависит

не только от одного («минимального фактора» по Либиху), а обуславливается одновременно и всеми остальными факторами. В дальнейшем Митчерлих в формулу, выражающую совокупное действие факторов роста, ввел коэффициент повреждение (К), которое происходит при избыточном количестве фактора, например, при слишком высоких температурах. Формула приняла такой вид:

$$y = A(1 - 10^{-Cx}) 10^{-Kx^2}$$

С учетом этого коэффициента кривые изменения урожая принимают другой вид:

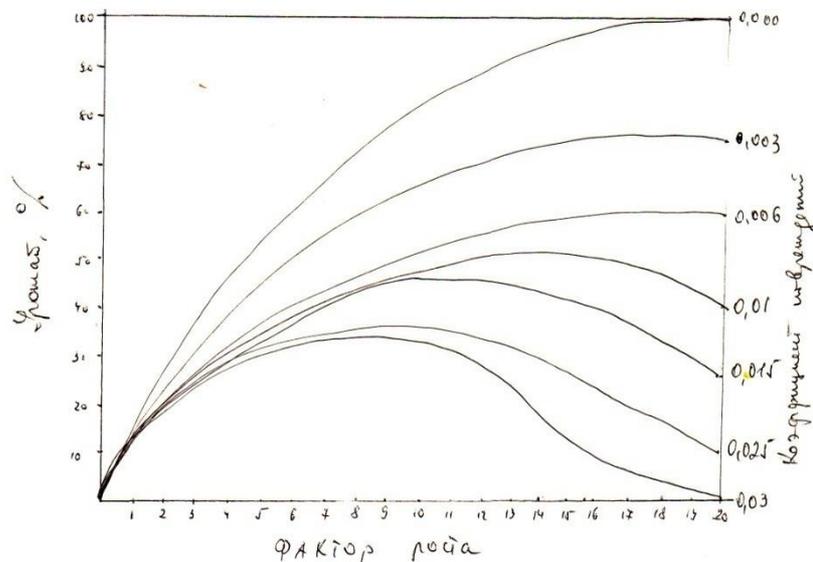


Рисунок 4 – Изменение урожая с учетом коэффициента действия отрицательного фактора (К)

Правильность принципа одновременного действия всех факторов жизни растений была подтверждена в опытах Зеельхорста и Туккера с овсом и Рассела с томатами, где изменялись одновременно два фактора — влажность почвы и количество азотных или фосфорных удобрений, а также в опытах Лундегорда по влиянию степени освещенности и концентрации  $CO_2$  на ассимиляцию углекислоты листьями сахарной свеклы.

Аналогичные результаты дали опыты на мелиоративной опытной станции им. П. А. Костычева, в которых изучалось раздельное и совместное влияние различной влажности почвы (в % полной влагоемкости) и вносимых удобрений (рис. 5).

Дальнейшее развитие теории о совместном действии факторов жизни растений получила в работах ученых с одновременным изменением трех факторов. Анализ одного из таких опытов В. Р. Вильямсом позволил установить, что одновременное увеличение всех факторов принципиально меняют характер кривой роста урожая.

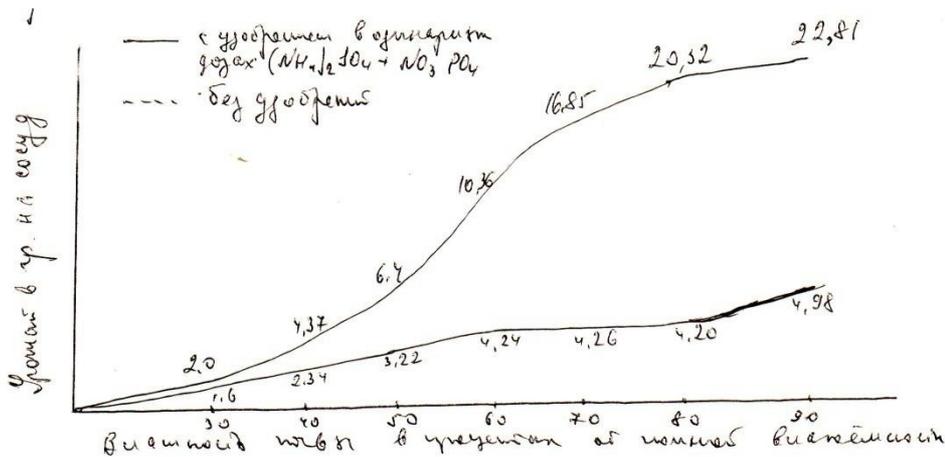


Рисунок 5 – Влияние различной влажности почвы и вносимых удобрений

В этом случае вместо затухающего влияния наблюдается повышение эффективности каждой последующей дозировки. Выводы из этих опытов и из земледельческой практики позволили вскрыть закон совокупного действия факторов жизни растений, который устанавливает, что для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо одновременное наличие или приток всех факторов жизни растений в оптимальном состоянии.

Совместное действие факторов жизни растений проявляется не только в лучшем использовании растением каждого из них, но и косвенно-путем воздействия друг на друга. Фосфорные удобрения сами по себе не оказывают влияния на количество доступной для растений воды, но, снижая транспирационный коэффициент и способствуя более быстрому созреванию урожая, снижают общую потребность растений в воде. Оптимальное количественное соотношение факторов устанавливаются на основе научных исследований и практического опыта. Эти соотношения, так же, как и сами комплексы факторов, изменяются по мере роста растений в зависимости от погодных и почвенных условий. Они специфичны для каждого вида и сорта

растений. Максимальная величина урожая на том или ином уровне развития науки и производительных сил определяется биологическими возможностями растений, а также количественным притоком и использованием солнечного света.

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

Научное земледелие использует также законы почвоведения, и в частности закон возврата. Открытие его К. Маркс считал одной из бессмертных заслуг Ю. Либиха, а К. А. Тимирязев и Д. Н. Прянишников признавали величайшим приобретением науки. Этот закон возлагает на земледельца обязанность с целью восстановления плодородия почвы возвращать взятые из нее урожаем питательные вещества. Нарушение его приводит к утрате почвенного плодородия, падению урожаев и ухудшению качества продукции.

**Закон возврата.** Сельскохозяйственные угодья являются открытыми агросистемами, т.е. ежегодно идет отчуждение с поля продукции в виде зерна, соломы, сена, зеленой массы и т.д., вывозятся с поля усвоенными растениями питательные вещества. В таком случае плодородие поля будет постоянно снижаться, а поэтому будет снижаться урожай последующих культур, чтобы этого не происходило земледельцы должны позаботиться о возврате элементов питания. Если эти вещества будут вноситься в большем количестве, чем выносятся с урожаем, то и плодородие почвы будет не только восстанавливаться до прежних результатов, но и увеличиваться, что имеет огромное значение в сохранения и повышения плодородия почвы-одной из основных задач земледелия.

Взаимодействие факторов между собой и растений может изменить количественные потребности растения или вызвать дополнительный приток того или иного фактора. Например, фосфорно-калийные удобрения снижают потребности растений в воде, а внесение кремниевой кислоты способствует лучшему поступлению в растения ионов фосфорной кислоты. Однако, как фосфорные (и другие)

удобрения не могут избавить растения от гибели при полном отсутствии воды, так и кремниевая кислота не окажет положительного влияния на усвоение фосфора, если его нет в почве.

### **3. Законы земледелия и агротехника**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

При оценке действия любого агроприема, а особенно всей системы в целом надо учитывать не только ближайшее, но и более отдаленное действие

Известно, что слишком интенсивная обработка почвы без внесения органических удобрений приводит к обеднению почвы гумусом, ухудшению ее физических свойств и развитию водной и ветровой эрозии. Поэтому наряду со скоро действующими приемами в системе агротехники необходимо предусматривать меры коренного улучшения почв агромелиоративными средствами (известкование кислых почв, мелиорация солонцов, заболоченных почв и т.д.).

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

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

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

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите и дайте характеристику земным и космическим факторам жизни растений.
2. Назовите и изложите суть научных основ земледелия
3. В чем сущность закона незаменимости и равнозначности факторов жизни растений
4. Дайте определение и изложите сущность закона минимума, оптимума и максимума.
5. В чем заключается закон совокупного действия факторов жизни растений.
6. Значение закона возврата в земледелии.
7. Применение агротехнических мероприятий при наименьших затратах труда и средств, при одновременном создании оптимальных условий жизни растений.
8. Зависимость урожая возделываемых культур от качества и своевременности проведения агротехнических мероприятий.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Воробьев С. А. Земледелие / С. А. Воробьев, Д. И. Буров, А. М. Тулинов. – М. : Колос, 1977. – 480 с.
2. Земледелие / Под ред. проф. А. И. Пупонина. – М. : «Космос», 2000. – 550 с.
3. Земледелие Ставрополя / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «АГРУС». – 2011. – 288 с.

## **Лекция 3. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДородИЯ ПОЧВЫ**

---

---

*План:*

- 1. Понятие о плодородии почвы.*
- 2. Общие физические и физико-химические свойства почвы.*
- 3. Факторы улучшения водопрочности структуры почвы.*
- 4. Структурное состояние пахотного слоя почвы и его значение.*

### **1. Понятие о плодородии почвы**

*Плодородие почвы* – это способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормальной деятельности. Плодородие почвы определяет общую продуктивность биоценоза и урожайность с.-х. культур.

Различают *естественное* и *эффективное* плодородие почв.

*Естественное плодородие* создается в результате природных процессов почвообразования, которое определяется различными механическим и химическим составом почвы, мощностью гумусового горизонта, содержанием гумуса и доступных форм элементов питания, гранулометрическим, минералогическим и химическим составом почвы, ее физико-химическими и агрофизическими свойствами, интенсивностью микробиологических процессов.

*Эффективное плодородие* почвы зависит кроме того, от способа использования почв (обработка, применение удобрений, возделываемые растения, мелиорация и др.) и оценивается получаемой урожайностью с.-х. культур. С развитием естественных наук и агрономии изменяется и плодородие земли, так как изменяются средства, при помощи которых элементы почвы делаются более пригодными для использования.

Производственное воздействие на почву не ограничивается только переводом содержащихся в ней веществ из недоступных форм в легкоусвояемые, но изменяются и ее плодородные свойства. Например, внесение органических и минеральных удобрений, известкование и гипсование изменяют химический состав почвы и содержание в ней

органического вещества, орошение позволяет снабжать растения необходимым количеством воды. Осушение даёт возможность регулировать водно-воздушный и тепловой режим почвы. По мере интенсификации земледелия всё большую роль в эффективном плодородии играют приемы воздействия человека на почву, а природные свойства приобретают подчиненное значение.

К. Маркс указывал, что такое воздействие человека позволяет не только сохранить уровень потенциального плодородия почвы, но и повышать его, т. к. последовательные траты средств на улучшение земли продуктивно используются, поскольку сама земля действует в качестве средства производства и постоянно улучшается, если правильно обращаться с нею.

В. Р. Вильямс различал *элементы* и *условия* плодородия почвы.

*Элементы* – это земные факторы жизни растений, т. е. те необходимые вещества, которые растения берут из почвы. К ним относятся *питательные вещества и вода*.

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

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

Для окультурирования почвы используются методы *биологического, химического и физического воздействия*.

*Биологический метод* заключается в регулировании процесса синтеза и разложения органического вещества в почве, правильном подборе возделываемых растений и их сортов, наилучшем соотношении между ними и правильном чередовании их в севообороте. Особое

влияние на баланс органического вещества в почве оказывает посев многолетних бобовых трав и травосмесей бобовых и злаковых культур. Посевы бобовых трав служат также наиболее дешевым и доступным способом обогащения почвы азотом путём фиксации его из атмосферного воздуха клубеньковыми бактериями. Большое влияние оказывают также посевы бобовых растений на зеленое удобрение, использование различных приёмов регулирования численности и состава микрофлоры. Разложение органического вещества в почве усиливается при более глубокой и своевременной обработке почвы, введение в севообороты пропашных культур и чистых паров.

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

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

Каждый из этих трёх методов воздействует в той или иной степени на все свойства почвы и процессы в ней, но наилучшие результаты можно получить лишь при успешном сочетании всех трёх методов. Уровень плодородия и степень окультуренности почвы определяют по ряду показателей, которые условно можно разделить на те же три группы, что и методы окультуривания.

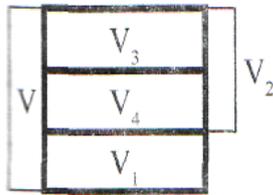
*Плодородная почва должна отвечать следующим условиям:*

1. Содержать достаточное количество питательных веществ.
2. Содержать достаточное количество воды.
3. Быть устойчивой к эрозии и дефляции.
4. Быть пригодной для применения новейших технологий возделывания культур.
5. Быстро устранять явления почвоутомления.
6. Фитосанитарный уровень должен быть высоким (чистым от сорняков, вредителей, болезней).

## 2. Общие физические и физико-химические свойства почвы

Общие физические свойства почвы подразделяют на плотность твёрдой фазы, плотность и пористость.

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



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

$$d = \frac{B}{V_1}$$

Эта величина зависит от минерального состава и содержания органических компонентов. Плотность твёрдой фазы почвы колеблется от 2,4 до 2,8 г/см<sup>3</sup>. Бедные органическим веществом дерново-подзолистые почвы имеют плотность твёрдой фазы 2,65 – 2,7. Плотность твёрдой фазы чернозёмов в верхних горизонтах 2,4 – 2,5, что обусловлено богатством гумуса. В подгумусовых горизонтах ее величина возрастает до 2,55 г/см<sup>3</sup>.

Плотность почвы или объёмная масса ( $d_0$ ) – масса абсолютно сухой почвы, находящейся в естественном состоянии, в единице объёма

( $d_0 = B/V$ ). В отличие от плотности твёрдой фазы при определении плотности почвы, измеряемой в г/см<sup>3</sup>, массу почвы узнают по величине единицы объёма со всеми порами. Поэтому показатели плотности почвы всегда меньше аналогичных показателей ее твёрдой фазы. Плотность пахотных почв колеблется от 0,9 до 1,4 г/см<sup>3</sup>.

Пахотный слой почвы имеет плотность: рыхлый – до 1,15; плотный – 1,15 – 1,35; очень плотный – свыше 1,35 г/см<sup>3</sup>. На плотность почвы большое влияние оказывает механическая обработка (табл. 7).

В условиях многолетнего многофакторного стационарного полевого опыта, расположенного на территории опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета, сотрудниками кафедры общего и мелиоративного земледелия ведутся исследования по изучению влияния различных способов основной обработки почвы на агрофизические факторы плодородия в умеренно влажной зоне на черноземе выщелоченном.

Таблица 7 – Влияние способов основной обработки чернозёма выщелоченного на плотность почвы при возделывании озимой пшеницы

Слой почвы, м	Плотность твёрдой фазы почвы, г/см <sup>3</sup>	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>		
		перед севом	весен.кущ.	полн. спел.
Отвальный способ (0,20-0,22 м)				
0-0,10	2,67	1,12	1,26	1,43
0,10-0,20	2,67	1,15	1,28	1,44
0,20-0,30	2,69	1,38	1,40	1,39
Безотвальный способ (0,20-0,22 м)				
0-0,10	2,67	1,13	1,27	1,46
0,10-0,20	2,67	1,16	1,32	1,48
0,20-0,30	2,69	1,40	1,41	1,39
Мелкая обработка (0,20-0,22 м)				
0-0,10	2,67	1,11	1,28	1,47
0,10-0,20	2,67	1,36	1,39	1,45
0,20-0,30	2,69	1,41	1,40	1,40

Способ основной обработки оказывает существенное влияние на физическое состояние почвы. В стационарном опыте изучаются следующие способы: отвальный, 0,20-0,22 м; безотвальный 0,20-0,22 м, и мелкая обработка, 10-12 см. Значительный интерес представляет изучение влияния способов обработки почвы, под посевом озимой пшеницы, предшественник – пар занятый (горох + овес на зеленый корм). Перед посевом озимой пшеницы плотность почвы в верхнем 0,0-

0,1 м слое находится в пределах от 1,11 до 1,13 г/см<sup>3</sup>, наименьшее значение отмечается по мелкой обработке. В слое 0,1-0,2 м плотность увеличивается до 1,15 г/см<sup>3</sup> по отвальному способу обработки и до 1,16 г/см<sup>3</sup> по безотвальному. По мелкой обработке плотность достигает значения 1,36 г/см<sup>3</sup>, так как этот слой не обрабатывается. В слое 0,2-0,3 м плотность достигает наибольшее значение по отвальному способу – 1,38 г/см<sup>3</sup>, по безотвальному – 1,40 г/см<sup>3</sup> и по мелкой обработке – 1,41 г/см<sup>3</sup>, что является характерным для чернозёма выщелочного и указывает на то, что почва слитая и способна уплотняться и переуплотняться. Равновесная плотность наблюдается в слое 0,2-0,3 м и составляет 1,38-1,41 г/см<sup>3</sup>. В фазу весеннего кущения значение плотности значительно увеличивается по всем слоям и способам обработки и наибольшего значения достигает в фазу полной спелости.

В течение вегетации растений плотность почвы увеличивается под действием сельскохозяйственных машин и орудий, осадков. После какого-то срока почва приобретает постоянную плотность, которая практически не изменяется в естественном состоянии. Такая плотность называется равновесной. Величина равновесной плотности почвы – важнейшая характеристика условий роста и развития растений. Она, прежде всего, указывает на необходимость воздействия на почву с целью регулирования ее агрофизических свойств. Для большинства культурных растений оптимальная плотность – 1,0-1,25 г/см<sup>3</sup>. Отклонения от оптимальной величины плотности в любую сторону приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

*Пористость* – это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Она выражается в процентах от общего объема почвы (%). Согласно шкале Н. А. Качинского, отличное строение пахотного слоя почвы – 55-65 % общей пористости и 45-35 % твердой фазы. Капиллярная пористость равна объему капиллярных промежутков почвы, некапиллярная – объему крупных пор. Соотношение объемов капиллярных и некапиллярных пор определяет водно-воздушные свойства почвы, ее водопроницаемость, влагоёмкость, испаряемость и аэрацию. Если объём капиллярных пор близок к общей пористости, то такая почва будет плохо проницаемой для воды и воздуха, что вызывает сток или застой воды. Такая вода препятствует проникновению в почву воздуха, затрудняет дыхание корней и аэробных микроорганизмов.

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

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

*Пластичность* – это свойство почвы изменять свою форму под влиянием внешней силы без нарушения сложения и сохранять приданную форму после устранения этой силы. Она зависит от механического, химического составов, состава обменных катионов и проявляется при определенном диапазоне влажности, характеризующем верхний и нижний пределы или границы пластичности. В сухом и переувлажненном состоянии почва не обладает пластичностью.

*Липкость* – способность почвы прилипать к различным поверхностям. Она увеличивает тяговое сопротивление почвообрабатывающих машин и орудий, ухудшает качество обработки почвы. С повышением дисперсности почвы, ухудшением структуры, утяжелением гранулометрическим состава липкость почв увеличивается.

*Набухание* – увеличение объема почвы при увлажнении. Наиболее набухаемы глинистые почвы, содержащие поглощенный натрий.

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

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

*Физическая спелость* – состояние почвы, при котором в процессе механической обработки она хорошо крошится и не прилипает к орудиям обработки. За пределами физической спелости почва обрабатывается плохо, процесс обработки требует большого тягового усилия, больших затрат труда, времени и средств. Поэтому почву надо обрабатывать только в момент физической спелости. Агротехнически доступный интервал влажности спелой среднесуглинистой почвы черноземов – 15-24 % (таблица 2).

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

В отличие от черноземов каштановые солонцеватые почвы имеет более узкий интервал оптимальной влажности вследствие невысокого содержания гумуса и неудовлетворительного структурного состояния. Поэтому весеннюю обработку этих почв можно проводить при влажности от 13 до 20 %, то есть в сжатые сроки, а запаздывание с ней ухудшает технологические свойства почвы.

Таблица 8 – Границы влажности среднесуглинистых почв, обеспечивающие качественную обработку, % от массы абсолютно сухой почвы

Почва	Граница полевой влажности		Интервал влажности агротехнически допустимого качества обработки
	Нижняя (глыбообразования)	Верхняя (залипание)	
Чернозёмы	13	25	15-24
Каштановые	12	24	13-23
Каштановые солонцеватые	12	21	13-20

Структурные почвы имеют большее содержание гумуса и катионов кальция в почвенном поглощающем комплексе, что обеспечивает более широкий интервал оптимальной влажности почвы для ее обработки. У глинистой почвы физическая спелость находится в интервале влажности более узком, чем у суглинистой и супесчаной.

Благоприятные физические и физико-механические свойства в большинстве случаев отмечаются в почвах среднего гранулометрического состава. Гранулометрический состав почв учитывается при их бонитировке. Значение гранулометрического состава зависит от соотношения отдельных фракций.

Твердая фаза почвы состоит из различных механических элементов. Они представлены обломками горных пород, минералами, гумусовыми и органоминеральными соединениями. Группировка частиц по размерам во фракции называется классификацией механических элементов. Выделяют следующие фракции: более 3 мм – камни; от 3 до 1 мм – гравий; от 0,05 до 1 мм – песок крупный; средний и мелкий; от 0,05 до 0,001 мм – пыль крупная; от 0,001 до 0,0001 – ил; менее 0,0001 – коллоиды. Каждая фракция по-разному влияет на свойства почвы. С уменьшением размеров фракций изменяются их свойства и действие на плодородие почвы. Особенно сильно это проявляется на границе более 0,01 мм и меньше 0,01 мм. В этой связи все механические элементы делятся на две большие группы: больше 0,01 мм – физический песок и меньше 0,01 мм – физическая глина. При таком рассмотрении твердой фазы почвы гранулометрическим составом называется относительное содержание песка и глины, выраженное в процентах. Песок обладает высокой водопроницаемостью и низкой капиллярной влагоемкостью. Пыль, особенно мелкая, способна к коагуляции и структурообразованию, обладает поглотительной способностью, содержит повышенное количество гумусовых веществ. Однако почвы при обилии тонкой пыли имеют низкую водопроницаемость, большое количество недоступной влаги, высокую способность к набуханию, усадке, липкости, трещиноватости и плотному сложению. Илистая фракция обладает высокой поглотительной способностью, содержит много гумуса и элементов зольного и азотного питания растений. Коллоидной части принадлежит особая роль в образовании структуры.

Песчаные почвы легко обрабатываются, водопроницаемы и быстро прогреваются. Однако у них влагоёмкость низкая. Поэтому даже во влажные годы растения страдают от недостатка влаги, низкого содержания элементов питания.

Тяжелые, бесструктурные, засоленные почвы неводопроницаемы, легко заплывают, образуют корку, плотные, липкие. Тяжелосуглинистые и глинистые структурные чернозёмы отличаются наиболее высоким плодородием, так как способны создавать хорошие запасы влаги и элементов питания.

### 3. Факторы улучшения водопрочности структуры почвы

П. А. Костычев считал, что структура почвы создается только на целине и на залежи. Он различал в почве пассивную часть (песок и пыль) и активную, клеящую (гумус и глина). В силу этого образование структуры почвы – следствие взаимного осаждения коллоидов и свертывание коллоидной части почвы с помощью электролитов. Не располагая современным учением о катионах в почвенном растворе и строении коллоидов, П. А. Костычев силой научного предвидения оценил роль известки и кальция. Он был сторонником известкования, фосфорирования кислых почв. Он первый в 1886 г. предложил классифицировать структуру почвы на водопрочную -агрономически ценную – и неводопрочную. Позже на это свойство особое внимание обращали В. Р. Вильямс и К. К. Гедройц. Главная роль в создании водопрочной структуры им отводилась многолетним травам. При бактериальном разложении органических остатков травянистой растительности, по В. Р. Вильямсу, получаются гуминовые и ульминовые кислоты. Оструктуривающее значение их особо возрастает при взаимодействии с ионом кальция. Гумат кальция гуминовой кислоты и особенно ульминовой – цемент почвенной структуры. Однако органические кислоты, а также гумат кальция свёртываются в воде необратимо. Поэтому структура, будучи разрушена, будет воссоздана лишь при наличии новых порций свежих растительных остатков.

К. К. Гедройц динамику структурообразования раскрывает с физико-химических позиций. Различные компоненты твердой фазы и раствора несут и положительные, и отрицательные заряды. Исходным энергетическим моментом для образования структуры почвы являются разноименно заряженные коллоиды и ионы диссоциировавших электролитов. Противоположно заряженные коллоиды взаимно притягиваются, коагулируют, образуя первичные микроагрегаты. Первичные микроагрегаты сами могут сохранять остаточный заряд и в случаях разноименных зарядов будут взаимно притягиваться, образуя микроагрегаты второго, третьего и т. д. порядков. Микроагрегаты и агрегаты, образующиеся в процессе коагуляции, в дальнейшем могут становиться механически прочными и водопрочными вследствие

химических процессов, протекающих в почвах при сменных режимах (Качинский Н. А., 1963).

При переувлажнении в почве развиваются восстановительные процессы с преобразованием запасных форм железа, которые вместе с почвенным раствором пропитывают агрегаты. В засушливый сезон, при опускании грунтовых вод, просыхающие слои почвы аэрируются, закисное железо переходит в нерастворимые формы окисного железа, которые, размещаясь в порах, цементируют агрегаты.

В качестве цемента агрегатов служит  $\text{CaCO}_3$  при образовании его из бикарбоната кальция по реакциям:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  при подсыхании почвы или  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{CaO} \rightarrow 2\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  при инфильтрации раствора с бикарбонатом кальция в горизонты с избытком  $\text{CaO}$ . При удобрении почв суперфосфатом и преципитатом цементом почвенных агрегатов может стать  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$  при образовании его из водорастворимых форм фосфатов –  $\text{CaHPO}_4$ , или другой формы –  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ .

Наиболее выраженная комковато-зернистая структура черноземов обусловлена богатством их органическими и минеральными коллоидами с преобладанием кислот гуминового и ульминового комплекса и катионом кальция. Этому способствует травянистая растительность с хорошо разветвленной корневой системой, периодическое просушивание, промораживание почвы и другие процессы.

Одним из факторов образования макроагрегатов является наличие на поверхности микроагрегатов коллоидных пленок. При набухании этих пленок частицы соприкасаются друг с другом и при высыхании склеиваются и прочно удерживаются. Этот процесс усиливается, если одновременно происходит уплотнение почвы. Чем плотнее почва, тем большая часть поверхности частиц приходит в соприкосновение и тем с большей силой они слипаются.

Степень уплотнения зависит от влажности почвы. Сухая почва обладает сыпучестью, но, если постепенно увлажнять и перемешивать, начинается образование комков. Это происходит под влиянием менисковых сил, возникающих между частицами при смачивании почвы. Вогнутые мениски стягивают их и вызывают давление. Частицы, окруженные водными пленками, в результате скольжения

располагаются компактно, тесно соприкасаются, и почва уменьшается в объеме. Менисковые и склеивающие силы действуют при определенной влажности. Наряду с явлением склеивания и укрупнения почвенных комков в почве действуют факторы, расчленяющие ее. К ним относятся изменение влажности, температуры почвы, корни растений и почвенная фауна, а также обработка почвы.

При увлажнении почвы происходит набухание коллоидных пленок и увеличивается их объем. Чем меньше почвенные частицы, тем больше увеличивается общий объем почвы. По мере высыхания объем почвы уменьшается, в ней появляется много трещин, которые расчленяют почвенную массу. Степень расчленения зависит от гранулометрического состава. Сильно набухшие глинистые и тяжелосуглинистые почвы дают большую осадку, то есть уменьшение в объеме, чем песчаные. Аналогичные изменения вызывают температурные колебания, особенно промерзание и оттаивание почвы. При промораживании и оттаивании оптимально увлажненной почвы (20-25 %) ее структура уменьшается. В первую очередь замерзает свободная вода в более крупных капиллярных порах. Участки почвы по периферии крупных пор с замерзанием воды уплотняются и создают условия коагуляции коллоидов. Этому процессу способствует и вымораживание чистой воды, в силу чего повышается концентрация электролитов в незамерзшей части раствора. Давление замерзшей воды сближает почвенные частицы.

При замораживании и оттаивании переувлажненной почвы свободная замерзшая вода пропитывает всю толщину почвы, в том числе и внутренность набухших комков. Твердая фаза плавает в воде. Структурные агрегаты разрываются. Почва при оттаивании обесструктурируется.

Сухая почва при влажности завядания (11-14 %) замерзает при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , не меняет своих свойств. Многообразные влияния на структурообразование оказывают корни растений. В межкорневых пространствах в результате расчленения корневой системы почвенной массы образуются макроагрегаты. Вблизи корней в зоне значительного сгущения, где усиленно развиваются ризосферные микроорганизмы, характерно присутствие повышенных количеств органических кислот, скоагулированных катионами  $\text{Ca}^{+}$  и  $\text{Mg}^{+}$ , в результате самослипания

частиц создаются наиболее водопрочные микроагрегаты, богатые азотом, фосфором, калием и другими питательными веществами.

В естественном природном процессе комковатая водопрочная структура создается под покровом многолетних бобовых трав и рыхлокустовых злаков. На пашне аналогично действуют возделываемые сельскохозяйственные культуры. Наибольшую корневую систему имеют многолетние бобовые травы, особенно люцерна, клевер, эспарцет, а также люпин. По Н. А. Качинскому, на выщелочном глинистом черноземе в среднем на 1 га в почве до глубины 2 м в период цветения растений найдено корней пшеницы 5, подсолнечника – 6,1; кукурузы – 7,2; люцерны второго года пользования – 8,5 т.

Однако оструктуривание почвы однолетними культурами по сравнению с многолетними бобовыми травами справедливо для периода вегетации. При запахивании корневых остатков как материала для гумусообразования создается резкая разница между ними. Однолетние растения концентрируют все углеводы, белки в репродуктивных органах. В стеблях и корнях их к этому времени остаются преимущественно остатки, богатые целлюлозой.

При запахивании многолетних трав заделываются живые корни и корневища, пожнивные живые остатки стеблей и почки возобновления, содержащие значительное количество белков, углеводов и питательных веществ. Особенно это относится к бобовым растениям – люцерне, эспарцету, люпину, клеверу, на корнях которых поселяются азотфиксирующие клубеньковые бактерии. Люцерна, клевер, эспарцет, люпин – кальциефилы; концентрируя известь в своих корнях и стеблях, при запахивании обогащают ее пахотный слой.

Большое влияние на структуру почвы оказывают органические удобрения. В. Р. Вильямс придавал двойное значение им: а) биологическое оживление почвы и б) обогащение ее питательными веществами. В выпаханной почве органические удобрения оживляют те биологические процессы, которые угасли вследствие несовершенной обработки. Роль навоза важна не только как средства активации биологических процессов, но и как источника органического вещества, одного из лучших минеральных и азотистых удобрений.

Одним из действенных средств улучшения структуры пахотного слоя почвы является обработка, особенно в условиях севооборота.

Работами многих исследователей установлено, что при оптимальной влажности крошения обработка почвы приводит к образованию агрегатов, обладающих прочностью и пористостью, которая характерна для природных агрегатов.

#### 4. Структурное состояние пахотного слоя почвы и его значение

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

#### КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПОЧВЫ

1. Крупноглыбистая > 10 мм

2. Глыбистая (мегаструктура) > 10 мм в диаметре

3. Мелкоглыбистая (10-1 мм)

Комковато-зернистая (макроструктура) в диаметре:



Следует отличать понятия о структуре почвы как морфологическом ее признаке от понятия структуры почвы в агрономическом смысле.

Как морфологический признак для черноземов хорошо выраженной является структура комковатая, для серых лесных почв – листовая, для солонцов – столбчатая. В агрономическом понимании положительной структурой является мелкокомковатая и зернистая с агрегатами диаметром от 0,25 до 10 мм, пористая, механически упругопрочная и водопрочная. Наряду с макроструктурой (более 0,25

мм) большое значение имеет и ее микроструктура (менее 0,25 мм). Она также должна быть водопрочной и пористой. Такая структура сообщает положительные свойства макроагрегатам. Она повышает влагоемкость почв, улучшает водо- и воздухопроницаемость.

Автор классических работ о черноземах В. В. Докучаев первенствующую роль в плодородии отводил структуре и зависимости от нее всех свойств почвы. Бесструктурная почва характеризуется раздельно-частичным строением. Это приводит к плотной упаковке частиц, к тонкокапиллярной пористости. Почва обладает наивысшей капиллярной проводимостью. По капиллярам вода легко поднимается к поверхности и испаряется в атмосферу. Во влажном состоянии все поры заняты водой, в почве нет воздуха. По мере подсыхания поры заполняются воздухом. Растения страдают от недостатка воды. Совсем иначе протекают процессы в структурной почве. Агрегаты обладают капиллярной пористостью, а промежутки между ними представлены некапиллярами. Капиллярные поры заняты водой, а некапиллярные – воздухом. В такой почве легче обеспечивается благоприятный тепловой режим. В ней при совмещении анаэробного и аэробного процессов происходит выветривание минеральной части почвы и бактериальное разложение гумуса с высвобождением питательных веществ для растений.

Важным свойством агрегатов является их прочность или сопротивление размывающему действию воды. Водопрочностью структуры обуславливается устойчивость и долговременность режимов почвы. Непрочные комки под действие атмосферных осадков или поливных вод разрушаются, и почва принимает раздельно-частичное состояние со всеми отрицательными свойствами.

Влияние предшественников на водопрочность структуры изучается в многолетнем стационарном опыте СтГАУ. Результаты опытов показывают, что наибольшее количество водопрочных агрегатов отмечается в фазу цветения по занятому пару и кукурузе на силос и соответствует отличной водопрочности (табл. 9).

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

Таблица 9 – Влияние предшественников на водопрочность почвенных агрегатов в посеве озимой пшеницы, %

Фаза развития	Предшественник		
	Пар занятый	Горох	Кукуруза на силос
Весеннее кущение	43,0	36,7	44,1
Колошение	76,3	66,2	73,6
Полная спелость	56,5	49,9	63,2

Наиболее высокая водопрочность почвенных агрегатов наблюдается в фазу колошения озимой пшеницы по предшественнику занятый пар и кукуруза на силос и составляет 76,5 и 73,6 % соответственно. К фазе полной спелости водопрочность по всем предшественникам значительно снижается.

Агрономически ценная структура должна быть пористой. В почвах с хорошей пористостью внутри и между микро- и макроагрегатами хорошо проникает и сохраняется вода. В то же время наиболее крупные межагрегатные поры остаются свободными от водной эрозии и дефляции. Возникновение дефляции вызывается перемещением почвенных частиц и микроагрегатов размером от 0,1 до 0,5 мм. Передвигаясь под влиянием ветра скачкообразно, они передаются и передвигаются воздушным потоком.

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

Водная эрозия развивается в результате отделения почвенных частиц и их перемещения. Отделение частиц зависит от водопрочности комков.

Еще в 1740 г. английский исследователь Туль изображал корневое питание растений как процесс, аналогичный пастьбе животных. Однако «пастбище» растений располагаться внутри почвы, между комочками. Некапиллярная скважность является той скважностью, где они «пасутся» в поисках пищи. Строение и структура почвы – близкие понятия по своему действию на факторы жизни растений. Агрегатный состав почв определяет в ней скважность, а также различное

соотношение капиллярных и некапиллярных пор. В структуре почвы по некапиллярным промежуткам происходит накопление, сохранение и подача воды, циркулирует в ней и воздух. Вода атмосферных осадков по промежуткам между комочками свободно проникает в почву, рассыивается по капиллярам и, насыщая их, проходит в глубокие слои почвы, освобождая промежутки между комочками для воздуха. Вода в комочках сохраняется и передвигается между ними только через точки соприкосновения, достаточно быстро, чтобы питать оплетающие их поры. Распыленная почва не пропускает через себя воду, не накапливает, не сохраняет ее, не создает запасы воды и не обеспечивает ее газом.

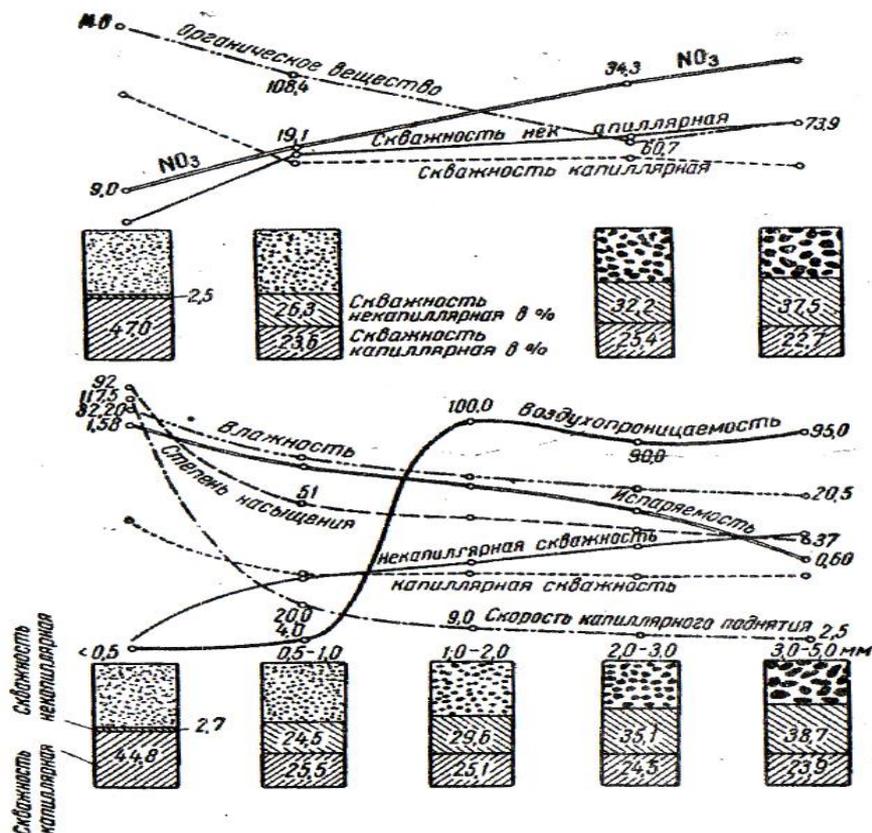


Рисунок 6 – Зависимость между строением почвы и физико-химическими процессами.

Общая пористость самая высокая у черноземов. По профилю у них она колеблется от 63 до 58 %. Отличная порозность у агрегатов в горизонте А, она свыше 50 %, в горизонте В – не ниже 46 %. Диапазоны капиллярной пористости колеблются в пределах 20 – 38 %. Объем пор, занятых рыхлосвязанной и прочносвязанной водой, невелик – около 10 %. Поры аэрации 26 – 28 %.

Диаметрально противоположными свойствами обладает солонец. Общая пористость в горизонте А превышает 50 %. В иллювиальных горизонтах она снижается до 44 %. Пористость агрегатов неудовлетворительная: она низкая – 29-38 %. В агрегатах отсутствуют поры аэрации. Воздухоносные поры между агрегатами представлены преимущественно трещинами.

Значительный объем пор, занятых прочносвязанной и рыхлосвязанной водой – 16,77 %. С агрономической точки зрения важно, чтобы почвы обладали наименьшей пористостью связанной воды, наибольшей пористостью капиллярного обводнения и одновременно имели пористость аэрации, межагрегатную и агрегатную не менее 20 % от общей.

В создании благоприятных водного и воздушного режимов решающее значение имеет соотношение капиллярной и некапиллярной пористости. Наиболее ярко его роль проявляется при двух крайних положениях: только с капиллярной пористостью и только с некапиллярной. Распыленная и нераспыленная, совершенно плотная глыба, не пропускает дождевую и талую воду. Она или застаивается на поверхности, или стекает по склону. Заполняя небольшой слой почвы, вода распространяется во все стороны, в том числе и к поверхности, что сопровождается быстрым испарением. Почва только с некапиллярной пористостью, представленная крупнозернистым песком, обладает противоположными свойствами: быстро пропускает воду, не задерживая ее из-за отсутствия капилляров, вода не передвигается во все стороны, воздушный режим идеален.

С увеличением размеров агрегатов увеличивается общая и особенно некапиллярная пористость. Почва с агрегатами менее 0,5 мм имеет 44,8 % капиллярных пор и только 2,5 % некапиллярных, а также высокое содержание органического вещества и низкое нитратного азота. С увеличением агрегатов от 0,5 до 1 мм капиллярная и некапиллярная пористости выравниваются, общая пористость 50,0 %. При увеличении агрегатов до 3,0-5,0 мм уменьшается объем твердой фазы, увеличивается общая пористость до 62,6 %. При этом некапиллярная пористость 37,5 %, что на 14,5 % больше объема капиллярной скважности. Рост некапиллярной пористости сопровождается увеличением воздухопроницаемости, что благоприятно

влияет на скорость разложения органического вещества и накопление в почве нитратов.

Для полевых культур благоприятным строением пахотного слоя почвы является строение, когда общая пористость в пределах 50-60 % всего объема почвы, в том числе некапиллярная – 26-37,5 % и капиллярная – 24,0-22,5 %. Отношение некапиллярной и капиллярной колеблется от 1:1 до 1,7:1.

По результатам, полученным в многолетнем стационарном опыте СтГАУ (табл. 10), видно, что общая пористость имеет более высокие значения перед севом по мелкой обработке, в слое 0,0-0,1 м соответствует 58,1 %, а затем уменьшается вниз по слоям до 48,3 %. Наименьшее значение капиллярной пористости отмечается перед севом и колеблется в зависимости от способов обработки, затем увеличивается к фазе кущения и снова уменьшается к фазе полной спелости. Отношение капиллярной и некапиллярной пористости находится в допустимых пределах. Наименьшие потери воды от испарения на черноземах наблюдаются при отношении некапиллярной пористости к капиллярной как 1:1,2, при агрегатах 0,5-1 и 1-2 мм в диаметре.

Таблица 10 – Влияние способов основной обработки на общие физические свойства чернозема выщелоченного, %

Слой почвы, м	Общая пористость			Капиллярная пористость			Некапиллярная пористость		
	Перед севом	Весен. кущ.	Полн. спел.	Перед севом	Весен. кущ.	Полн. спел.	Перед севом	Весен. кущ.	Полн. спел.
Отвальный способ (0,20-0,22 м)									
0-0,10	56,0	52,0	45,0	17,4	29,8	27,1	38,6	22,2	17,9
0,10-0,20	55,0	51,0	45,0	18,0	29,6	26,2	37,0	21,4	18,8
0,20-0,30	49,0	48,0	48,0	20,9	33,6	28,7	28,1	14,4	19,3
Безотвальный способ (0,20-0,22 м)									
0-0,10	56,9	51,3	43,8	17,3	33,4	28,7	39,6	17,9	15,1
0,10-0,20	55,8	50,6	45,3	18,1	35,0	32,9	37,7	15,6	12,1
0,20-0,30	48,3	47,6	48,0	22,5	40,0	30,0	25,8	7,6	18,0
Мелкая обработка (0,20-0,22 м)									
0-0,10	58,1	52,4	44,1	17,7	34,2	25,3	40,4	18,2	18,8
0,10-0,20	49,1	48,3	45,3	23,4	32,8	28,5	25,7	15,5	16,8
0,20-0,30	48,3	48,0	47,6	23,5	35,7	30,6	24,8	12,3	17,0

Разные культурные растения предъявляют неодинаковые требования к плотности почвы. Если многолетние травы мирятся со значительной плотностью почвы, то для картофеля и корнеплодов нужны сравнительно рыхлые почвы.

*Способы улучшения структуры и строения почвы.*

1. Правильный подбор культур в севообороте.
2. Научно обоснованная система обработки почвы.
3. Научно обоснованная система применения минеральных и органических удобрений.
4. Сидеральные удобрения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое плодородие почвы?
2. Какие бывают виды плодородия?
3. Какие используются методы для окультуривания почвы?
4. Дайте определение плотности твердой фазы почвы.
5. Дайте определение плотности почвы.
6. Как влияют способы основной обработки почвы на ее плотность?
7. Что такое пластичность, липкость, набухание, усадка, связность и физическая спелость почвы?
8. Назовите факторы улучшения структуры почвы.
9. Раскройте сущность классификации структуры почвы.
10. Дайте определение строению пахотного слоя почвы?
11. Как влияют приемы обработки почвы на общую, капиллярную и некапиллярную пористость?
12. Назовите способы улучшения структуры почвы.
14. Назовите способы улучшения строения почвы.

### **Рекомендуемая литература:**

1. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополя / Под ред. профессора Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрус», 2012. – 290 с.
2. Системы земледелия Ставрополя / Под ред. академика РАН и РАСХН А. А. Жученко, члена-корреспондента РАСХН В. И. Трухачева. – Ставрополь : «Агрус», 2011. – 842 с.
3. Земледелие / Под ред. акад. РАСХН А. И. Пупонина. – М. : «Колос», 2000. – 550 с.
4. Земледелие Ставрополя / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрус», 2011. – 290 с.

## **Лекция 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ**

---

---

*План:*

- 1. Органическое вещество почвы.*
- 2. Почвенная биота.*
- 3. Зависимость плодородия от фитосанитарного состояния почвы.*

### **1. Органическое вещество почвы**

Для жизни растений требуются пять факторов: тепло, свет, вода, пища и воздух. Поэтому главным качеством почвы является ее способность удовлетворять потребности растений в воде, пище, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной средой для нормального роста и развития. Плодородие почвы формируется как в результате развития естественного почвообразовательного процесса, так и в результате сельскохозяйственного использования.

Различают факторы и условия почвенного плодородия. К первым относятся биологические, водные, воздушные, тепловые и пищевые режимы – необходимые земные факторы жизни и роста растений. Ко вторым – совокупность физических, физико-химических свойств и режимов почв, взаимодействие которых определяет возможность обеспечения растений земными факторами. Уровень плодородия зависит от конкретных показателей физико-химических, биохимических, температурных, водно-воздушных, солевых и окислительно-восстановительных почвенных режимов. В свою очередь, режимы определяются климатическими условиями, агрофизическими свойствами почв, их гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, потенциальным запасом элементов питания, содержанием, составом и запасом гумуса, интенсивностью микробиологических процессов, реакцией и другими физико-химическими свойствами.

Показатели свойств и режимов изменяются во времени и зависят от сезонных циклов, почвообразования, приемов воздействия на почву и

длительности ее сельскохозяйственного использования. Плодородие почв учитывают при проектировании севооборотов, планировании системы обработки почвы, системы удобрений и разработке систем земледелия.

Почва и растение – единое целое. Несмотря на первичность по отношению к урожаю, почва в значительной мере «обязана» растению. Функция почвы – обеспечение растения водой, азотом и зольными элементами, кислородом и углекислым газом. В результате жизнедеятельности растений и животных происходит накопление органических остатков и гумуса, элементов минерального питания и органоминеральных соединений. Вместе с эволюцией растительного мира развивается и усложняется почвообразовательный процесс, и почва постепенно, но неуклонно повышает свое плодородие. Экологические системы выработали способность к саморегуляции и самовоспроизводству.

В противоположность естественным устойчивым многовидовым растительным сообществам на пашне выращивают одновидовые или многовидовые сообщества культурных растений. Время взаимодействия растений с почвой резко сокращается. В результате снижается устойчивость и продуктивность биологического круговорота. На пахотных почвах 50-60 % органического вещества отчуждается с урожаем безвозвратно. Источником органического вещества являются послеуборочные остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения.

В интенсивном земледелии особенно велико агрономическое значение растительных остатков. Они ежегодно удобряют почву после уборки урожая, в то время как органические удобрения вносятся в почву периодически. На их внесение требуются дополнительные затраты. Растительные остатки распределяются в почве равномерно, в них содержатся макро- и микроэлементы, необходимые растениям и животным.

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

большой части урожаев полевых культур источником органического вещества служат надземные и корневые остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения.

Агрономическое значение растительных остатков в интенсивном земледелии велико: во-первых – они удобряют почву; во-вторых – не требуются дополнительных затрат на их внесение; в-третьих – растительные остатки распределяются в почве равномерно; в – четвертых – в них содержатся все микро- и макроэлементы, необходимые растениям.

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

Первая – многолетние бобовые и злаковые травы. Бобовые фиксируют азот воздуха (15-20 т. органического вещества на 1 га). Вторая-зерновые и зернобобовые озимые культуры сплошного сева. (6-8 т органического вещества на 1 га). Третья – пропашные культуры, они оставляют наименьшее количество органического вещества (1-3 т).

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

*Корнепад.* У озимой пшеницы 124-480 кг/га, овса – 337-620 кг/га. Запасы гумуса за счет этого пополняются на 130-230 кг/га. К этому добавляются и корневые выделения растений. Пожнивные остатки включают стерню злаков, листья, части стеблей, корневые шейки растений люцерны и все другие надземные части, которые остаются в поле после уборки урожая. Корневые остатки растений представлены корнями, корневищами, сохранившимися живыми или отмершими к моменту уборки. Корни растений, разветвляясь, контактируют с почвенными частицами и равномерно распределяются, образуют структурные агрегаты и формируют органическое вещество.

Полевые растения развивают различную корневую систему по массе. По глубине проникновения, по-разному влияют на плодородие почвы.

По количеству корней и пожнивных остатков основные полевые культуры существенно различаются (табл. 11).

Таблица 11 – Количество послеуборочных растительных остатков, т/га

Культура	Пожнивных или поукосных	Корневых	Сумма
Люцерна 2-летнего пользования	3,03	13,3	16,33
Эспарцет 1 год пользования	1,34	4,8	6,14
Кукуруза на силос	1,12	4,1	5,22
Озимая пшеница	1,15	2,8	3,95
Горохово-злаковая, овсяная смесь	1,31	2,7	4,01
Горох на зерно	0,65	1,9	2,55

В полях севооборота количество органических остатков колеблется от 2,63 до 16,3 т/га. Максимум отмечается после многолетних трав, особенно после люцерны. Наименьшее количество органического вещества остается в почве после гороха. Такое воздействие обуславливается биологическими особенностями растений.

Люцерна взаимодействует с почвой два и более лет. Формируется мощная корневая система. В почве остается 13,3 т/га корней. После эспарцета корневых остатков 4,8 т/га. Кукуруза на силос, несмотря на короткий период вегетации, формирует также большую корневую систему. Она растет и развивается в самые жаркие летние месяцы. После нее в почве остается 4,1 т/га корней. Озимая пшеница, горохово-овсяная смесь имеют поверхностную корневую системы, после уборке ее масса меньше и соответственно составляет 2,8 и 2,7 т/га. Однако наименьшая корневая система и ее масса у гороха. Эта культура отличается коротким периодом вегетации и относительно устойчивой влаголюбивостью.

Аналогичная картина складывается по пожнивным остаткам. Их количество после многолетних 3,03 т/га, что по сравнению с однолетними культурами в 3-5 раза больше.

По количеству оставляемых после уборки растительных остатков полевые культуры можно разделить на три группы. Первую группу составляют многолетние бобовые травы, оставляющие в почве наибольшее количество органического вещества. Более сильное действие их на плодородие почвы объясняется способностью фиксировать азот воздуха. Вторую группу представляют зерновые культуры. После уборке озимых и яровых культур в среднем остается

4,07-5,23 т/га растительных остатков. В третью группу входят зернобобовые, картофель, сахарная свекла, которые оставляют в почве после уборки наименьшее количество растительных остатков.

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

По содержанию азота в растительных остатках возделываемые культуры делят на две группы: с малым содержанием азота в послеуборочных остатках и повышенным его содержанием в корневых и пожнивных остатках. Первая группа представлена такими культурами, как озимая пшеница, ячмень, овес, другие культуры, а вторая состоит из люцерны, эспарцета, гороха, сои, чины, свеклы, кукурузы. В зависимости от соотношения углерода и азота в растительных остатках изменяется скорость разложения. При соотношении больше, чем 20:1, разложение увеличивается.

В почве после озимой пшеницы ингибируются аммонификация и нитрификация. На полуразложившихся остатках соломы поселяются представители грибной микрофлоры, выделяющие, отравляющие токсичные вещества. Растительные остатки люцерны, гороха, эспарцета быстро разлагаются и высвобождают питательные вещества. Чем меньше послеуборочных остатков перед севом озимой пшеницы, тем больше в почве накапливается азота (табл. 12).

Таблица 12 – Количество растительных остатков и нитратов в почве перед севом озимой пшеницы по предшественникам

Культура и пар	Растительных остатков, т/га	Нитратов, мг/кг
Чистый пар	2,87	62,6
Горох	4,37	51,7
Ячмень	6,03	24,0

После пара, гороха растительных остатков в почве значительно меньше, чем после ячменя. Однако содержание нитратов в 2-3 раза

больше. После ячменя растительных остатков больше на 1,7-3,16 т/га, чем в почве по пару и после гороха. После ячменя в почве происходит накопление растительных остатков вследствие замедления их разложения. Возделываемые после него культуры будут испытывать азотное голодание. В то же время по гороху и на парах обеспеченность азотом высокая.

Скорость разложения растительных остатков в почве изменяется в зависимости от вида пара (табл. 13).

Таблица 13 – Количество растительных остатков и скорость разложения в почве в зависимости от вида пара

Вид пара	Растительных остатков, т/га		
	Всего	Перед севом озимой пшеницы	Разница
Черный (контроль)	2,8	2,6	0,21
Сидеральный (контроль)	10,8	3,6	7,04
Сидеральный (чина)	9,3	3,2	6,08
Занятый (пелюшка)	4,72	3,3	1,42
Занятый (чина)	4,8	2,83	1,93

На сидеральных парах запаханные свежие зеленые растения разлагаются значительно быстрее, чем на парах черных. На последних растительных остатков в это время меньше в 2-4 раза. Количество растительных остатков на сидеральных парах 9,3-10,8, занятых – 4,7 и черных – 2,8 т/га. В течение трех месяцев с момента заделки сидератов на черных парах разложилось 0,3 т/га. Перед севом озимой пшеницы на всех парах количество растительных остатков выравнивается и колеблется от 2,5 до 3,7 т/га.

В то же время на сидеральных парах запаханные в почву растительные остатки разлагаются быстро. Количество разложившейся массы составляет соответственно 7,1 и 6,1 т/га. На занятых парах, где растительные остатки представлены в основном корнями, количество разложившейся массы меньше в 3-5 раз и составляет 1,4 и 1,9 т/га. При этом растительных остатках сидератов и занятых паров содержание азота, фосфора и калия существенно отличается, что влияет на плодородие почвы. На сидеральных парах накапливается азот больше, чем на чистых парах. На занятых парах содержание азота также меньше

по сравнению с сидеральными на 18-19 мг/кг почвы. Корни и стерневые остатки растений после отмирания разлагаются в результате деятельности микроорганизмов почвы. Ход и скорость разложения изменяется не только в зависимости от химического состава растительных остатков, но и внешней среды: влажности, температуры, рН почвы, аэрации и питательных веществ.

Превращение первичного органического вещества в почве происходит в несколько этапов. Первый этап – химическое взаимодействие отдельных химических веществ отмершего растения. Второй этап – механическая подготовка и перемешивание почвы с растительными остатками с помощью почвенной фауны. На третьем этапе происходит в первую очередь минерализация органического вещества с помощью микроорганизмов, конечными продуктами которой являются  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , нитраты, фосфаты, в анаэробных условиях  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CH}_4$ , а также низкомолекулярные органические кислоты.

Часть продуктов первичного органического вещества превращается в гумусовые вещества в результате гумификации. Гумусовые вещества – это особая группа высокомолекулярных соединений. Их принято подразделять на три основные группы: гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумины.

*Гуминовые кислоты* – фракция темноокрашенных, высокомолекулярных соединений.

*Фульвокислоты* – органические оксикарбоновые азотсодержащие кислоты.

*Гумины* – наиболее широкая часть гумуса.

Исключительно важная роль гумусовых веществ в формировании почвы основана на их способности взаимодействовать с минеральной частью почвы. При взаимодействии с глинными минералами образуются органоинеральные соединения в почве. В результате повышается устойчивость связанного в них органического вещества к микробиологическому расщеплению и тем самым обеспечивается оптимальное состояние свойств почв. Особенности образования и режима гумусовых веществ определяют формирование гумусового профиля. В гумусовом горизонте накапливаются элементы питания растений, почва приобретает водопрочную структуру, оптимальную порозность. В почве при выращивании растений происходит

одновременно два противоположных процесса: *синтез* и *разрушение*.

На развитие корневой системы, как и всего растения в целом влияет влажность почвы и уровень минерального питания. *Чем менее благоприятны условия увлажнения почвы, тем в большей степени развивается корневая система.*

*Минеральные удобрения снижают рост корневой системы, особенно азотные.*

В процессе интенсификации земледелия роль органического вещества почвы, ее гумусового состояния усиливается. Если в условиях экстенсивного типа земледелия органическое вещество почвы служило основным источником питания растения, то на современном уровне развития земледелия оно определяет экологические пределы интенсификации. Обеспеченность почв органическим веществом определяет возможность минимализации обработки почвы, сокращение энергетических затрат, повышает устойчивость земледелия. По мере интенсификации земледелия утрачивается связь содержания гумуса с урожайностью. Представление о прямой связи содержания гумуса с урожайностью культур является устаревшим. Нельзя превращать воспроизводство гумуса в самоцель безотносительно к продуктивности культур и экономике производства. В этой связи следует прежде всего изучить особенности содержания гумуса в почвах различных зонах края и ландшафтов при их сельскохозяйственном использовании, в должной мере оценить характер поступления в почву растительных остатков, их исключительный состав и условия превращения. Свежие органические остатки и промежуточные продукты распада – это наиболее доступная разложению микроорганизмами часть органического вещества.

В почве при выращивании растений происходят одновременно два процесса синтез и разрушение. За 30 лет содержание гумуса в почве увеличилось (+) или уменьшилось (-):

1. Кукуруза, бессменный посев – 3,12 % ежегодно.
2. Пшеница бессменный посев – 1,44 % ежегодно.
3. Овес, бессменный посев – 1,44 % ежегодно.
4. Многолетние травы в севообороте + 1,36 % ежегодно.
5. Клевер в севообороте + 3,25 % ежегодно.

На развитие корневой системы, как и всего растения в целом, оказывают влияние влажность почвы и уровень минерального питания.

Чем менее благоприятны условия увлажнения почвы, тем в большей степени развивается корневая система. Минеральные удобрения снижают рост корневой системы, особенно азотные.

Таблица 14 – Содержание элементов питания в соломе, %

Солома	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Магний
Пшеничная	0,45	0,07	0,64	0,21	0,07
Ячменная	0,50	0,18	0,94	0,28	0,05
Гороховая	2,56	0,8	0,72	0,17	0,05

Примечание: от соотношения C:N находится скорость разложения соломы, чем больше это соотношение, тем быстрее идет разложение соломы.

При таком содержании элементов питания растений в 4 т/га соломы зерновых культур в почву поступит (кг/га): органическое вещество – 3200, азот – 14-22, фосфор – 3-7, калий – 22-55, кальций – 9-37, магний – 2-7.

Динамика поступления свежих органических веществ зависит от возделывания сельскохозяйственных культур. Если годовая продуктивность засушливых и луговых степей колеблется от 15 до 20 т/га сухой массы, то в агроценозах соответственно – 10 и 12 т/га. С урожаем зерна, соломы отчуждается половина сухой массы. Следовательно, поступление растительных остатков в почву в севооборотах сокращается в 3 раза. Это, безусловно, не может не приводить к потерям гумуса, которые по многочисленным данным составляют для пахотного слоя 20-30 %. После распашки целины содержание гумуса интенсивно снижается в первые 10-15 лет, а в дальнейшем этот процесс замедляется вследствие приближения к новому уровню стабилизации. Среднегодовые потери гумуса в пахотном слое южного чернозема в зернопаровом севообороте без удобрений в первое десятилетие составили 1 т/га. Потери гумуса возрастают от многолетних трав к зерновым – пропашным и пару. На парах потери достигают 1-2 т/га в год и сопровождаются накоплением нитратов в почвогрунтах до 2-5 м и грунтовых водах.

Максимальные потери гумуса наблюдаются на солонцах, используемых без мелиорации. Ежегодно обрабатываемые, они дают низкие урожаи при избыточной минерализации гумуса. Если биологические потери происходят в результате усиления

минерализации и сокращения поступления в почву растительных остатков, то более значительные потери гумуса – в условиях эрозии и дефляции. Даже при уклонах 2-3° потери гумуса в пахотном слое выщелоченных черноземов от эрозии составили 18-41 % за 50 – 130 лет, что в 3-6 раз больше, чем на равнинах.

Сокращение запасов гумуса в почвах определяет необходимость добиваться максимального возвращения растительных остатков, навоза, соломы, сидератов, минимализации обработки почвы. Оптимизация гумусового состояния должна осуществляться всеми звеньями систем земледелия – соотношением угодий, структурой посевов и пара в севооборотах, посевом многолетних трав, системой обработки почвы, противоэрозионной организацией территории, применением органических и минеральных удобрений. Однако, первоочередная задача – регулирование количества и качества легкоразлагаемого органического вещества.

Системы земледелия должны быть построены таким образом, чтобы воспроизводство гумуса в почвах не требовало специальных затрат и являлось следствием мероприятий, направленных на повышение продуктивности агроценозов и защиту почв от деградации.

### **Контрольные вопросы:**

1. Роль органического вещества почвы в обеспечении растений земными факторами жизни растений.
2. На какие группы делятся растительные остатки?
3. Роль корнепада в пополнении запасов гумуса в почве.
4. Агрономическое значение растительных остатков.
5. Как различаются полевые культуры по количеству послеуборочных растительных остатков?
6. Как влияют растительные остатки колосовых культур и многолетних бобовых трав на синтез нитратов в почве?
7. От чего зависит скорость разложения растительных остатков?
8. Как влияют полевые культуры на синтез и разрушение гумуса в почве?
9. Дайте характеристику содержания элементов питания растений в пшеничной, ячменной и гороховой соломе.
10. Охарактеризуйте динамику потери гумуса от многолетних трав, к зерновым, пропашным и пару.

**Рекомендуемая литература:**

1. Бабаева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. – Издательство Московского университета, 1989. –16 с.
2. Васильев И. П. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Тулилов, Г. И. Баздырев и др. – М. : «Колос», 2005 – 424 с.
3. Земледелие / Под ред. проф. А. И. Пупонина. – М. : «Колос», 2000. – 550 с.
4. Земледелие Ставрополя / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрус», 2011. – 288 с.
5. Земледелие /Под ред. проф. С. А. Воробьева. – М. : «Агропромиздат», 1991. – 528 с.

## Лекция 5. ВОДНО-ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ПРИЕМЫ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

План:

1. Почвенная влага.
2. Почвенный воздух.
3. Способы регулирования водно-воздушного режима почвы.

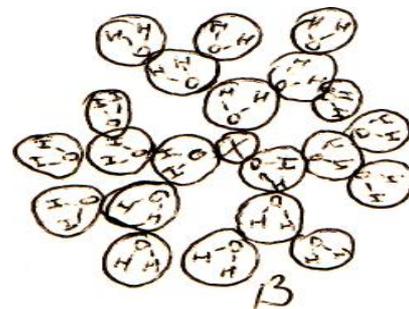
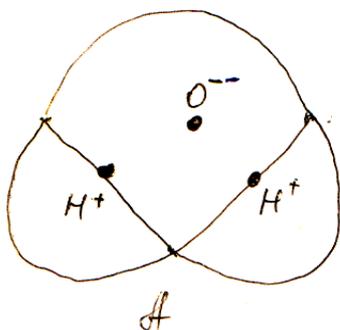
### 1. Почвенная влага

Оптимальное обеспечение культурных растений водой – одна из важнейших предпосылок получения высокого урожая. Почвенная вода необходима для роста растений, для развития почвенной микрофлоры и фауны, а также для перемещения питательных веществ в почве и растении. Способностью почвы обеспечивать растения водой в достаточном количестве – один из основных элементов ее плодородия.

Почва содержит воду в жидком и парообразном состояниях. Формы связей и их прочность весьма различны. Для жидкой выделяют следующие формы:

*Сорбированная вода.* Молекулы воды представляют собой диполи; несмотря на их электростатическую нейтральность, они обладают положительным и отрицательным полюсами и располагаются строго определенно по отношению к другим заряженным телам.

**Гидратация.** А – строение молекулы воды, Б – структура гидратационной оболочки вокруг свободного иона (х)



Вода, связанная почвенными частицами, характеризуется определенным расположением своих молекул, т. е. дипольная молекула воды ориентирована по отношению к заряженным частицам всегда противоположным полюсом. Некоторая часть жидкой воды, связанная с

почвенными частицами очень прочно. Эта прочносвязанная вода в виде тонкой пленки из нескольких слоев молекул удерживается на поверхности частиц с помощью сил адсорбции. При адсорбции воды выделяется *теплота смачивания* (80 кал/г H<sub>2</sub>O). Связанные таким образом молекулы воды теряют свою кинетическую энергию и переходят в неподвижное состояние. При этом плотность адсорбируемого слоя воды повышается до 1,7 г/см<sup>3</sup>, а способность растворять соли становится незначительной. Наибольшее количество адсорбированной почвенными частицами воды называется *максимальной адсорбционной способностью почвы*. С повышением в почве содержания глинистой и илистой фракции максимальная адсорбционная способность также возрастает, что связано с увеличением суммарной адсорбционной поверхности почвенных частиц.

Кроме прочно связанной воды, в почве находится известное количество подвижно сорбированной воды, свойства которой несколько отличаются от свойств свободной воды. Молекулы воды здесь также ориентированы определенным образом по отношению к поверхности почвенных частиц. Мощность образования пленки может достигнуть нескольких сотен слоев молекул. Подвижно сорбированная вода находится в состоянии медленного перемещения от частицы к частице под действием сил сорбции, вследствие чего происходит увлажнение относительно более сухих частиц почвы. Обе формы сорбированной воды вместе образуют так называемую сорбированную или пленочную влагу. Большой частью это гидратационная вода обменных катионов и ионов, находящимся на границе с коллоидальными, преимущественно глинистыми и гумусовыми частицами.

Свободная вода (капиллярная вода). Кроме сорбционно связанной воды, в почве находится еще свободная. Под свободной следует понимать, что такая вода не ориентирована относительно подвижности почвенных частиц. Эта вода находится под действием главным образом капиллярных сил.

Капиллярные силы возникают на границе трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Причиной этого являются силы, которые появляются между молекулами жидкости с одной стороны и молекулами жидкости и твердого тела – с другой. Соотношение этих

сил дает смачивающую способность жидкости, которой обусловлена



форма мениска жидкости в трубках.

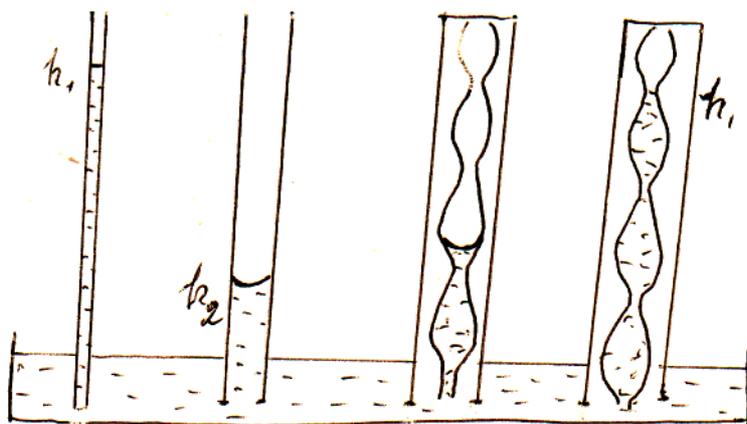
Хорошая смачиваемость

Плохая смачиваемость

Если трубки большого диаметра, то центральная часть поверхности остается ровной, тогда как края изгибаются. Если диаметр трубки настолько мал, что он близок к радиусу изгиба, то оба загнутые края приближаются и возникает мениск, который для смачивающей жидкости будет вогнутым, для несмачивающей – выпуклым. Верхняя граница диаметра трубки, при котором образуются мениски, лежит в пределах нескольких миллиметров. Чем меньше диаметр трубки, тем сильнее выражен мениск. Кривизна поверхности жидкости вследствие смачивания изменяет поверхностное натяжение, которое при выпуклом мениске будет уменьшаться, а при вогнутом – увеличиваться. Уменьшение поверхностного натяжения при вогнутом мениске приводит к подъему уровня жидкости в тонких трубках (капиллярах), если он одним концом опущен в резервуар с водой.

Подъем воды в капиллярах происходит до тех пор, пока гидростатическое давление, созданное столбом воды, не придет в равновесие с разницей поверхностного натяжения водной поверхности в капилляре и во внешней среде. Высота капиллярного подъема при нормальных условиях определяется по формуле:  $H = 0,15: r$ , где  $H$  – высота капиллярного подъема;  $r$  – радиус капилляра в см. Капиллярные силы существуют не только в цилиндрических трубках, но и в гетерогенных пористых системах, какой, в частности, является почва. Ее проще всего сравнить с *четочными капилляром*, состоящими из чередующихся расширений и сужений. Радиус первого цилиндрического капилляра равен радиусу сужения четочного капилляра, а радиус второго цилиндрического капилляра радиусу расширения четочного капилляра.

Если капиллярные трубки поставить в воду, то в цилиндрических трубках подъем воды произойдет в соответствии с величиной их радиуса, при этом в первой значительно выше. В четоных капиллярах также наблюдается подъем воды.



Высота подъема ни в коем случае не будет меньше, чем в широком цилиндрическом капилляре, т.е. кривизна мениска в самой широкой части четочного капилляра соответствует кривизне мениска в широком цилиндрическом капилляре, а в других такой подъем будет выше. Над уровнем широкого капилляра вода может подняться не выше следующего расширения в четочном капилляре.

Если в четочные капилляры вода будет поступать сверху, то уровень ее остановится в сужении, который следует сразу после точки. Возникшая разница уровней не будет превышать расстояние между двумя сужениями четочного капилляра. В четочном капилляре жидкость может устанавливаться на разном уровне и в зависимости от характера наполняет его. Эта форма воды называется *капиллярно-подпертой водой*.

Для понимания сущности так называемой *подвешенной воды* служит следующий опыт с четочными капиллярами. Если устранить подпираание воды снизу и заполнить капилляры водой медленно сверху, то сначала заполнится самое верхнее сужение. При добавлении воды будут заполняться лежащие ниже расширения и сужения. При этом каждый раз верхний мениск будет устанавливаться в сужении, а нижний – в одном из расширений. Следовательно, поверхностное натяжение верхнего мениска будет меньше. Вследствие разности

поверхностного натяжения столб жидкости в капилляре остается подвижным.

Высота столба воды, подвешенной будет ограничиваться, т. к. гидростатическое давление, созданное подвешенным столбом воды, не может быть больше разности поверхностного натяжения нижнего и верхнего менисков. Если добавит в воду сверху, то давление станет выше и жидкость будет стекать вниз по капилляру. Как только уменьшается при этом гидростатическое давление уравновесится с максимально возможной разницей поверхностного натяжения, столбик воды вновь окажется в подвешенном состоянии, однако в более низкой части капилляра. Такая форма влаги в почве называется *капиллярно-подвешенной*.

Встречаются такие случаи, когда подвижность подвешенной воды не зависит от разности поверхностного натяжения верхнего и нижнего менисков. Это происходит тогда, когда диаметр сужений четочных капилляров очень мал и в них помещаются только пленки и подвижно сорбированной воды. В этом случае возникает своеобразная «пробка» и высота подвижного столба воды может быть очень большой. Такая форма влаги в почве называется *пленочно-подвешенной* или *сорбированной*. Она удерживается не капиллярами, а сорбционными силами.

*Подвешенная свободная вода.* Вода в тонких и чередующихся капиллярах удерживается в почве независимо от уровня грунтовых вод. Это подвешенная капиллярная вода, которая отличается небольшой подвижностью.

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

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

*Подвешенно-сорбированная вода* встречается в суглинках и глинистых почвах в виде изолированных включений свободной воды в

парах, которые отделены друг от друга переходами из сорбированной воды.

Подвешенная капиллярная и сорбированная вода находятся в почве в неподвижном состоянии, но может перемещается к месту потребления путем испарения или всасывания корнями растений. Движение прекращается, если вся передвигающаяся свободная вода будет использована. Это состояние соответствует *влажности разрыва капиллярной связи (ВРК)*.

*Свободная гравитационная вода.* Просачивающаяся гравитационная вода поступает в почву в виде атмосферных осадков или при искусственном орошении и передвигается в вертикальном направлении. Эта форма воды существует непродолжительное время, после чего переходит в форму подвешенной влаги или подпертую гравитационную воду.

Количественная характеристика водного режима определяется поступлением влаги в почву и ее расходом, т. е. водным балансом.

Источниками поступления влаги в почву служат атмосферные осадки, грунтовые воды, конденсация водяных паров, орошение. Эти источники неравноценны, как по количеству, так и по характеру поступления воды в почву. В неорошаемом земледелии основным источником воды служат атмосферные осадки. На большей части сельскохозяйственных территорий нашей страны годовая сумма осадков не превышает 500 мм. Однако, полезными осадками считаются лишь те, когда разовое их выпадение составляет не менее 5 мм. Но и эти осадки не полностью поступают в почву: часть влаги остается на листьях растений и испаряется, не достигая поверхности почвы, другая часть ее стекает с нее и теряется по другим причинам. Поэтому для определения поступившей влаги в почву из атмосферных осадков сумму их умножает на коэффициент поглощения, который не одинаков для различных культур и почвенно-климатических зон, но для большинства их колеблется в пределах 0,5-0,7. Большое значение имеет распределение осадков в течение года и особенно вегетационного периода. Чем ближе это распределение к потребностям растений, тем продуктивнее они будут использованы.

В орошаемом земледелии основным источником влаги служит поливная вода. Большим преимуществом этого источника является

возможность более или менее полного регулирования как во времени, так и по количеству воды. Осадки здесь имеют второстепенное значение, но они влияют на запасы оросительной воды. На почвах с высоким уровнем грунтовых вод потребности растений в известной мере могут удовлетворяться грунтовой водой, поднимающейся по почвенным порам в верхний, корнеобитаемый слой почвы. Поступление такой воды зависит от уровня грунтовых вод, гранулометрического состава почвы, ее строения и структуры. В глинистых бесструктурных почвах скорость подъема грунтовых вод малая, так как поры здесь имеют ничтожный диаметр, и почти вся заключенная в них влага находится в сфере сорбционных сил.

В макроструктурных почвах и на песках грунтовая вода поднимается быстро, но на небольшую высоту. Меньшее значение в приходной части баланса имеет конденсация водяных паров воздуха вследствие разницы температуры почвы и атмосферного воздуха. Этот процесс сильно выражен в районах континентального климата, где наблюдается резкая смена температуры дня и ночи и гранулометрический состав почвы грубый. Однако агрономическое значение имеет только та вода, которая конденсируется не на поверхности почвы, а на некоторой глубине, например, на границе рыхлого и плотного слоев. Просачивание воды атмосферных осадков в почву зависит от ее водопроницаемости, т.е. от свойства почвы впитывать и пропускать через себя воду. Поступление воды в почву складывается из двух этапов: впитывания и фильтрации.

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

Поступление влаги в сухую почву, когда идет преимущественно процесс ее впитывания, совершается быстрее, чем проникновение воды

во влажную почву. Поэтому в начале впитывания водопроницаемость больше, чем в последующем. Когда заканчивается процесс впитывания почвой воды, водопроницаемость определяется коэффициентом фильтрации и становится более или менее постоянной.

#### Шкала водопроницаемости

Высота столба жидкости, проходящей за первый час (мм)	Степень водопроницаемости		
	Слабая	Средняя	Высокая
50	+		
100		+	
>150			+

#### *Расход воды из почвы.*

Общий расход воды с 1 га поля в м<sup>3</sup> называется *суммарным водопотреблением* (СВ), а расход на одну тонну урожая дает *коэффициент водопотребления* (КВ).

Водопотребление у различных культур не одинаково. Оно зависит от почвенно-климатических условий, применяемой агротехники и высоты урожая. Так, при урожайности хлопчатника 25,6 ц/га хлопка-сырца СВ составляет 6144, а КВ 240. С повышением урожая хлопка-сырца до 53 ц/га эти показатели были соответственно 8268 и 156. Таким образом, с ростом урожая СВ возрастает, а КВ уменьшается, т.е. вода расходуется экономнее. В условиях орошения КВ ниже и устойчивее, чем без орошения.

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

$$M_0 = СВ - O - (V_0 - V_t) - \Gamma;$$

где  $M_0$  – оросительная норма (м<sup>3</sup>/га);

СВ – суммарное водопотребление (м<sup>3</sup>/га);

O – сумма полезных осадков (м<sup>3</sup>/га) за тот же период;

$V_0$  – запас влаги (м<sup>3</sup>/га) в корнеобитаемом слое во время посева;

$V_t$  – тоже во время уборки;

$\Gamma$  – количество грунтовой воды, используемой растениями.

При глубоком залегании грунтовых вод последняя величина отпадает.

СВ определяют по формуле:

$$СВ = У \times КВ,$$

где У – учетный урожай, ц/га;

КВ – коэффициент водопотребления.

Потребность растений во влаге обычно измеряют массой воды в граммах, необходимой для создания 1г сухого вещества. Эта величина называется транспирационным коэффициентом (ТК). ТК у разных видов растений не одинаково, он выше у многолетних трав (клевер, люцерна) и ниже у однолетних злаковых, особенно просовидных культур. ТК зависит от метеорологических и почвенных условий. При низкой влажности воздуха, сильном нагреве листьев солнечными лучами и ветре ТК возрастает.

Более сложное явление оказывает на ТК сила освещения. Увеличивая нагрев листьев, солнечный свет повышает транспирацию. В тоже время усиливается фотосинтез. В результате ТК при интенсивном освещении уменьшается. При ветре испарение воды растениями усиливается.

На ТК оказывает влияние почвенные условия, обеспечить растений питательными веществами, степень увлажнения почвы, величина остаточного давления почвенного раствора.

Д. Н. Прянишников выращивал в вегетационных сосудах овес. Результаты опыта показали, что в сосудах, где растения получали минеральных удобрения при оптимальной влажности почвы, ТК снижался на 23%. Тем же опытом установлено, что повышение влажности почвы от 40 до 80% полной влагоемкости повышает ТК.

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

*Критическими периодами для озимой ржи, озимой пшеницы, ячменя и овса оказался период выхода в трубку – колошения. Для кукурузы – цветение – не полная спелость, для зернобобовых и гречихи – цветение, для подсолнечника – образование корзинки – цветение, для хлопчатника – цветение – формирование коробочек, для картофеля – цветение – клубнеобразование.*

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

Вегетирующие растения при смыкании листьев увеличивают расход воды на транспирацию, но уменьшают потери ее через испарение из почвы. Так, испарение с поверхности почвы под сахарной свеклой уменьшено по сравнению с полем без растительности на одну треть. Отмершие растения или другие виды покрытия почвы также уменьшают испарение. Роль такого покрытия может выполнять и верхний слой сухой, рыхлой почвы. Неровная, гребнистая или глыбистая поверхность поля увеличивает площадь, с которой испаряется влага.

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

Значительный вид потерь воды из корнеобитаемой зоны составляет фильтрация, или процесс нисходящего движения воды для некоторых почв без водоупорного слоя. Почвы на глубоких песках имеют высокий коэффициент фильтрации и плохо удерживают влагу. Уменьшить эти потери можно созданием в почве влагоемких прослоек, поглощающих воду грунтового потока внесением органических удобрений. В зависимости от отношения поступающей в почву воды атмосферных осадков к испарившейся (транспирация + испарение из почвы) на территории нашей страны (Европейская часть) выделяют три зоны увлажнения и соответственно три типа водного режима. Территории, на которых в почву поступает в течение года в виде

атмосферных осадков больше воды, чем испаряется растениями и почвой, относятся к зоне избыточного увлажнения.

Зона, где количество поступающей с осадками в почву воды равняется примерно величине ее испарения, называется зоной неустойчивого увлажнения. Третья зона недостаточного увлажнения характеризуется меньшим поступлением воды по сравнению с ее испарением.

Оценка запасов продуктивной влаги важна ранней весной, а также в конце лета, когда необходимо прогнозировать посеы озимых (табл. 15).

Таблица 15 – Оценка запасов продуктивной влаги в различных слоях почвы

Мощность, см	Запас воды, мм	Оценка запасов воды
0-20	40-20	Хорошие
	20-10	Удовлетворительные
	Ниже 10	неудовлетворительные
0-100	Больше 160	Очень хорошие
	160-130	Хорошие
	130-90	Удовлетворительные
	90-60	плохие

Для своевременного появления дружных всходов озимой пшеницы необходимо, чтобы продуктивная влага в пахотном слое почвы составляла 20-40 мм. Запасы влаги порядка 15 мм обеспечивают только удовлетворительные всходы. При запасах менее 10 мм всходы обычно недружные и часто изреженные.

На черноземе выщелоченном в условиях стационарного опыта наиболее благоприятные условия для всходов озимой пшеницы складываются по занятому пару (горох + овес), в слое 0-0,2 м запас продуктивной влаги составляет 22 мм, в метровом слое 105,3 мм (табл. 16).

На большей части территории Ставропольского края запасы влаги в почве, обеспечивающие хорошие всходы, наблюдается в 3-4 годах из 10 на озимых по непаровому предшественнику и 5-6 годах на озимых по пару. В предгорных районах хорошие запасы влаги в период сева наблюдается в 7-8 годах из 10.

Таблица 16 – Запас продуктивной влаги перед севом озимой пшеницы в зависимости от предшественников, мм

Предшественник	Слой почвы, м		
	0-0,10	0,10-0,20	0,0-1,0
Горох на зерно	7,8	8,2	94,5
Занятый пар	9,8	12,2	105,3
Кукуруза на силос	5,8	7,6	84,2

В засушливую осень, когда запасы влаги в почве низкие и не обеспечивают хороших всходов, сев озимых целесообразно перенести на более поздние сроки, приурочить его к выпадению хороших дождей. В отдельные, особенно сухие годы, когда не удастся посеять озимые раньше 10-15 октября, сев их целесообразно провести в поздние сроки, в сроки, обеспечивающие к прекращению вегетации лишь прорастание семян. Посевы подзимних сроков сева более устойчивы к неблагоприятным условиям зимовки, чем озимые в фазе всходов или начале 3-го листа. Подзимний посев озимых следует проводить за 5-10 дней до прекращения вегетации (до перехода температуры воздуха через 5<sup>0</sup>С), что по средним многолетним соответствует 5-10 ноября.

Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к началу возобновления вегетации озимых, посеянных по пару, бывают хорошими-130-140 мм и более. Но в 10-20 % лет они могут быть удовлетворительными. На озимых, посеянных по непаровым предшественникам, запасы продуктивной влаги весной на большей части территории в среднем многолетнем составляют 90-120 мм – удовлетворительные.

В балансе воды в почве атмосферные осадки являются основным источником поступления. По сумме осадков за год в Ставропольском крае выделяют 7 основных агроклиматических районов (табл. 17).

Сухой агроклиматический район характеризуется выпадением незначительного количества осадков. На его территории сумма осадков за год составляет 300±25 мм. В крайне засушливой зоне их больше на 100-75 мм. Лучшие условия увлажнения складываются в зоне неустойчивого увлажнения, где за год выпадает осадков 550±25 мм.

Благоприятный водный баланс в зоне умеренного увлажнения, где сумма осадков за год 600±25 мм. В последних двух агроклиматических

районах: влажном и избыточно влажном – осадков за год 700 мм и более 800.

Таблица 17 – Агроклиматические районы Ставропольского края

Район	Характеристика по увлажнению	Сумма осадков за год, мм	ГТК
1	→ сухой	300+-25	Менее 0,5
2	→ Очень или крайне засушливый	375+-25	0,5-0,7
3	→ засушливый	450+-25	0,7-0,9
4	→ неустойчивый	550+-25	0,9-1,1
5	→ умеренный	600+-25	1,1-1,3
6	→ влажный	700+-25	1,3-1,5
7	→ Избыточно влажный	800+-	Более 1,5

Если в водном балансе в его приходной части одним из главных источников являются атмосферные осадки, то в расходной – испарение влаги с поверхности почвы и транспирация растениями. Поэтому для полной оценки характера увлажнения совершенно недостаточно только количества осадков, так как интенсивность испарения влаги в значительной мере зависит от температуры воздуха. В двух пунктах с одинаковым количеством осадков расход влаги, а, следовательно, и дефицит ее там больше, где очень жарко и суше воздух. Для этих целей Г. Т. Селянинов (1971) вводит гидротермический коэффициент (ГТК), который учитывает не только сумму осадков, но и сумму среднесуточной температуры. Его рассчитывают для каждой местности по следующей формуле:

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma P}{\Sigma t > 10^{\circ} : 10}$$

где:  $\Sigma P$  – сумма осадков за период активных температур, мм;

$\Sigma t > 10^{\circ}$  – сумма среднесуточных температур за этот же период,  $^{\circ}\text{C}$ ;

10 – поправочный коэффициент.

В более жарких агроклиматических районах и с малым количеством атмосферных осадков характер увлажнения засушливый и ГТК меньше единицы. В 1-м сухом агроклиматическом районе ГТК составляет 0,5, во 2-м крайне засушливом – 0,5-0,7, в 3-м засушливом – 0,7-0,9.

В следующих агроклиматических районах ГТК увеличивается до 1 и более. В 4-м районе с неустойчивым климатом ГТК колеблется от 0,9 до 1,1. Более благоприятным 5-м агроклиматическим районом является умеренно-влажный, ГТК от 1,1 до 1,3. В последних двух районах: влажном и избыточно влажном – ГТК соответственно более 1,3 и 1,5.

Однако и этот показатель еще не полностью выражает степень обеспечения растений влагой. В характере увлажнения очень большую роль играет запас влаги по периодам вегетации растений. Потребность в воде у растений возрастает от посева до формирования урожая. Запасы продуктивной влаги в почве уменьшаются от весны к осени, несмотря на то, что летом осадков выпадает больше. Поэтому влагообеспеченность тем лучше, чем больше соответствия между запасами влаги в почве и потребностью растений. В Ставропольском крае дефицит влаги меньше у озимых культур, так как они формируют урожай за счет зимне-весенней влаги и заканчивают вегетацию в 1 и 2 декадах июля. Яровые зерновые сплошного сева по сравнению с озимой пшеницей имеют больший дефицит влаги. У поздних пропашных: кукурузы на зерно, сахарной свеклы и подсолнечника он еще выше. Эти культуры, имеющие мощную корневую систему, формируют урожай не только за счет зимне-весенней влаги, но и летней, что часто положительно сказывается на урожайности этих культур.

Осенние запасы влаги в почве, как правило меньше весенних. В Ставропольском крае накопление почвенной влаги происходит постепенно с октября по март, преимущественно за счет дождей и в период зимних оттепелей. В крайне засушливой зоне осенние запасы влаги значительно меньше весенних. Разница тем больше, чем позднее высвобождается поле от предшественника. Поэтому в этих агроклиматических районах одним из лучших предшественников озимой пшеницы является чистый пар. Даже на парах на светло-каштановых и каштановых почвах своевременно появляются всходы озимых только в 70-80 % лет, а на непаровых предшественниках только

в 24 – 40 %.

Потребность растений в известной степени может удовлетворяться грунтовой водой, поднимающейся по почвенным порам в верхний, корнеобитаемый слой почвы. Поступление такой воды зависит от уровня грунтовых вод, гранулометрического состава почвы, ее строения и структуры. Меньшее значение в приходной части баланса имеет конденсация водяных паров воздуха вследствие разницы температуры почвы и атмосферного воздуха. Этот процесс сильно выражен во время резкой смены температуры дня и ночи. Однако агрономическое значение имеет только та вода, которая конденсируется не на поверхности почвы, а на некоторой глубине, например, на границе рыхлого и плотного слоев почвы.

Поступление воды в почву зависит от ее водопроницаемости, то есть от свойства почвы впитывать и пропускать через себя воду. При малой водопроницаемости дождевая вода и особенно талая вода не успевает впитываться в почву и при неровном рельефе поля стекает по ее поверхности, унося с собой мелкие частицы, вызывая эрозию почвы. При отсутствии стока вода застаивается на поверхности, закрывая доступ воздуха в почву, чем приводит озимые растения к гибели. Водопроницаемость зависит от пористости и особенно от размера почвенных пор. Следовательно, чем больше пористость и крупнее поры, тем лучше водопроницаемость. В начале впитывания водопроницаемость больше, чем в последующие отрезки времени. По мере просачивания и насыщения почвы влагой происходит набухание почвенных коллоидов и уменьшение размера пор, а также разрушение неводопрочных агрегатов и уменьшение крупных межагрегатных пор. Производительным видом расхода воды является потребление ее культурными растениями. К непроизводительным расходам относятся испарение воды почвой, сток воды и снос снега с поверхности почвы, инфильтрация в грунтовые воды, потребление воды сорняками.

Одним из показателей расхода воды растениями является транспирационный коэффициент (ТК). Он выражается количеством воды, затрачиваемым растением в процессе образования единицы сухого вещества. Для определения ТК пользуются вегетационными и полевыми методами. Данный показатель дает лишь представление о количестве израсходованной воды в определенных условиях внешней

среды. Он позволяет более точно учесть количество израсходованной воды и синтезированного вещества во всех частях растения. Но результаты могут быть использованы только для расчетов в условиях, в каких производился опыт. При полевом методе учитывается весь расход воды из почвы за период вегетации, включая испарение с поверхности и другие потери влаги. Сухое же вещество учитывается только в надземных частях растений. Поэтому эту величину называют коэффициентом расхода воды. Величина ТК у разных видов сельскохозяйственных растений неодинакова (табл. 18). Он ниже у многолетних трав и ниже у однолетних злаковых, особенно просовидных культур. ТК зависит не только от вида растений, но и метеорологических и почвенных условий. ТК не может служить показателем засухоустойчивости растения, так как он определяется совокупностью физиологических свойств. Для расчета уровней возможных урожаев большое значение имеет суммарный расход воды посевами с единицы площади. Это общий расход воды на транспирацию, испарение почвой, инфильтрацию в грунтовые воды, сток воды и снос от посева растений до уборки урожая, выраженный в кубических метрах воды на 1 га, называемый суммарным водопотреблением (СВ).

Таблица 18 – Средний расход воды на образование 1 г сухого вещества, г.

Растения	Расход	Растения	Расход	Растения	Расход
Пшеница	540	Подсолнечник	600	Кукуруза	370
Ячмень	520	Лен	905	Просо	300
Рожь	630	Фасоль	700	Сорго	322
Овес	580	Сахарная свекла	397	Костер безостый	1016
Горох	680	Гречиха	578	Амарант	300
Картофель	640	Арбуз	580	Люцерна	840

Расход воды на одну тонну урожая ( $СВ : У = КВ$ ) называется коэффициентом водопотребления. Потребление воды у различных культур неодинаковое. Оно зависит от почвенно-климатических условий, технологии возделывания и урожайности (табл. 6).

Таблица 19 – Влагообеспеченность сельскохозяйственных культур

Культура	Станция	Запас продуктивной влаги (мм) в слое 0-100 см на даты		Осадков (мм) от посева до созревания	Суммарное водопотребление, м <sup>3</sup> /га
		сева	созревания		
Кукуруза	Новоалександровская	158	72	231	318
	Арзгирская	142	47	138	233
	Курсавская	159	59	293	393
Подсолнечник	Новоалександровская	164	62	245	347
	Курсавская	155	76	301	380
Сах. свекла	Новоалександровская	151	72	245	324
Озимая пшеница	Новоалександровская	184	83	193	294
	Арзгирская	161	34	96	223

## 2. Почвенный воздух

Все почвенные поры, в которых не находится вода, корни растений и микроорганизмы, заполнены воздухом. В большинстве почв, за исключением тяжелых, воздух заполняет более половины всех пор. В течение года эти колебания существенны. Чаще всего воздух содержится в крупных порах и только при сильном иссушении он проникает в средние и даже мелкие поры.

Достаточное содержание в почвенном воздухе кислорода является необходимым условием хорошего развития корневой системы культурных растений и большинства микроорганизмов, за исключением анаэробных. Почвенный воздух поглощает выделяемую микроорганизмами углекислоту, поскольку она не вступает в химические соединения. По своему составу почвенный воздух близок к атмосферному, т.к. в нормальных условиях между почвой и атмосферой происходит постоянный газообмен. Несмотря на это, почвенный воздух имеет две важные особенности:

1. Почвенный воздух содержит значительно больше CO<sub>2</sub>, чем атмосферный (около 0,3% по сравнению с 0,03% CO<sub>2</sub> в атмосфере). В глубоких слоях почвы и при плохом газообмене в результате, например,

переувлажнения почвы или образования поверхностной корки содержание  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе может быть значительно выше. Оно может достигать 6 % при соответствующем снижении содержания кислорода до 15 %. Однако такая высокая концентрация  $\text{CO}_2$  токсична для корней растений и большинства аэробных микроорганизмов. При нормальной концентрации и урегулированном газообмене почвенная углекислота имеет большое значение для ассимиляции культурными растениями.

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

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

### **3. Способы регулирования водно-воздушного режима почвы**

Задача регулирования водного режима почвы в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения в общем виде заключается в том, чтобы увеличить поступление воды в почву, создавая возможно больший и прочный запас ее и снижая до минимума потери. В зоне избыточного увлажнения главная задача состоит в удалении излишней воды (устранение переувлажнения почвы).

Потребность растений в воде обычно возрастает от посева до налива семян, но запасы влаги в почве, особенно в районах недостаточного увлажнения, от весны к лету уменьшается.

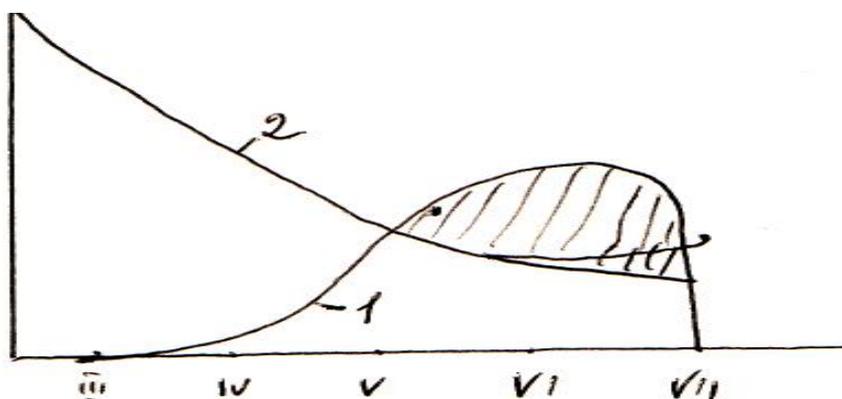


Рисунок 7 – Изменение потребности зерновых культур в воде (1) и запасов ее в почве (2).

В зависимости от климатических условий запасы влаги в почве изменяются по-разному. В зоне достаточного увлажнения осенние запасы обычно равны весенним и соответствуют наименьшей влагоемкости почвы. В районах неустойчивого и недостаточного увлажнения почва осенью обычно имеет малый запас влаги. Тем не менее, общее направление изменения запасов влаги отражено на рисунке правильно.

Первый способ радикального регулирования водного режима в засушливых районах – искусственное орошение. При орошении можно снабжать растения водой в те периоды, когда запас ее в почве истощается и влажность почвы приближается к влажности разрыва капиллярных связей. Урожай важнейших зерновых культур на орошаемых землях повышается в 2-3 раза и более.

Вторым способом регулирования водного режима является воздействие на микроклимат созданием в засушливых районах полезащитных, водоохраных и других лесных насаждений, искусственных водоемов и т.д.

Третьим способом регулирования водного режима состоит в использовании агротехнических приемов, способствующих накоплению, сохранению и рациональному использованию влаги в почве.

В районах недостаточного и неустойчивого увлажнения, где преобладает непромывной тип водного режима урожай сельскохозяйственных культур зависит от воды атмосферных осадков. Поэтому здесь первой задачей в регулировании водного режима будет

создание условий для возможно большего поступления осадков в почву, особенно зимних, во время снеготаяния. Для этого необходимо улучшить водно-физические свойства почвы, в частности повысить ее водопроницаемость и наименьшую влагоемкость, применяя мероприятия по восстановлению прочной структуры почвы и приемы обработки, создающие наиболее благоприятное строение. Важное значение в улучшении этих свойств имеет такие внесения органических удобрений и посев многолетних трав. Снегозадержание (щиты, кулисные пары, устройство снежных валов снегопахами, уплотнение снега). Широкое применение получило снегозадержание путем оставления всей стерни и обработки почвы плоскорезами.

**Снегозадержание лесными полосами.** К способам сохранения влаги в почве за период наибольшей потребности в ней растений относятся специальные приемы обработки почвы, направленные на уменьшение испарения влаги почвой, мульчирование. Для уменьшения испарения влаги самой верхней части пахотного слоя (0-4 см) придают рыхлое состояние с высокой пористостью и крупными порами, а на глубине 4-6 см создают уплотненную прослойку, препятствующую газообмену и диффузии водяных паров из почвы. Такое строение пахотного слоя можно создать рыхлением и уплотняющими почву орудиями культиваторами, боронами, катками).

**Мульчирование.** Непременным условием сохранения влаги в почве является систематическое уничтожение сорняков по мере их появления. Это особенно важно в весенний период, когда в почве много влаги, а культурные растения еще мало ее потребляют, а также летом по чистым парам, под пропашными культурами и после уборки сельскохозяйственных культур.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите и дайте характеристику различным формам воды в почве.
2. Дайте определение максимальной адсорбционной способности почвы
3. Какие Вы знаете формы сорбированной воды?
4. Назовите и охарактеризуйте формы свободной воды в почве.
5. Охарактеризуйте капиллярно-подпертый водный режим почвы.
6. Охарактеризуйте капиллярно-подвешенный водный режим почвы.
7. Дайте определение понятию ГТК (гидротермическому коэффициенту).

8. Дайте определение суммарному водопотреблению (СВ) и транспирационному коэффициенту (ТК)
9. В чем сущность критического потребления воды культурой.
10. Дайте оценку запасов воды в почве (хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные).
11. Дайте характеристику агроклиматическим районам Ставропольского края.
12. Чем отличается почвенный воздух от атмосферного.
13. Назовите три способа регулирования водного режима почвы.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Воробьев С. А., Буров Д. И., Туликов А. М. Земледелие. – М. : «Колос», – 1977. – 482 с.
2. Земледелие / Под ред. проф. С. А. Воробьева. – М. : ВО «Агропромиздат». – 1991. – 524 с.
3. Земледелие / Под ред. академ. РАСХН А. И. Пупонина. – М. : «Колос». – 2000. – 544 с.
4. Земледелие Ставрополья / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, «Агрис», – 2011. – 286 с.
6. Рубензам Э., Рауэ К. Земледелие. – М. : «Колос». – 1969. – 520 с.

## **Лекция 6. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ И ЭКОЛОГИЯ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ**

---

*План:*

- 1. Сорные растения, их вред и вредоносность.*
- 2. Биологические особенности сорных растений.*
- 3. Классификация и экология сорных растений.*

### **1. Сорные растения, их вред и вредоносность**

Растения, засоряющие сельскохозяйственные угодья и наносящие вред сельскохозяйственным культурам, называют сорняками.

Посевы сельскохозяйственных культур часто засоряются другими видами культурных растений – засорителями, снижающими качество урожая. Например, в посевах озимой пшеницы встречаются рожь или ячмень, в посевах яровой пшеницы – овес. Яровые зерновые культуры засоряются подсолнечником. При производстве сортовых семян к засорителям относятся все растения того же вида, не принадлежащие к данному сорту. В развитии интенсивного земледелия важное значение имеет создание комплексной системы управления средой обитания с целью максимальной реализации его биоэнергетического потенциала.

В земледелии Ставропольского края высокая засоренность является фактором, существенно ограничивающим эффективное плодородие пашни. Сорные растения не только снижают урожай и повышают себестоимость продукции, но и ухудшают ее качество; они служат источником сосредоточения болезней и вредителей культурных растений.

На территории Ставропольского края распространено около 400 видов сорнополевой растительности. Наиболее реальный вред причиняют такие виды как: бодяк полевой, василек синий, гречишка вьюнковая, пырей ползучий, ярутка полевая, виды горца, щирицы, щетинников и др. Установлено, что ежегодные потери от сорняков составляют 20-30 % потенциального урожая. Эти потери вызваны тем, что сорняки ухудшают условия жизни культурных растений, забирая у них влагу, свет, элементы минерального питания. Кроме того, на борьбу

с сорняками расходуется  $1/3$  всех затрат по возделыванию основных продовольственных культур. Снижение ущерба от сорняков обеспечивает прибавку урожая.

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

**Вредоносность** – это степень воздействия сорняка на культурные растения. Она не остается постоянной, одинаковой для одной и той же культуры при различных условиях выращивания. Вредоносность проявляется в том, что сорняки забирают у возделываемых сельскохозяйственных растений определенное количество питательных веществ, влаги, света, что сказывается на их ассимиляции, росте, развитии, на формировании урожая.

В засушливых районах нашего края вредоносность сорняков проявляется прежде всего в большом расходе почвенной влаги. Так на создание одной тонны сухой надземной массы горчица полевая расходует воды в 1,3, ромашка непахучая – в 2,4, ярутка полевая – в 2,5 раза больше, чем озимая пшеница. Вынося из почвы огромное количество питательных веществ, сорняки снижают ее плодородие. На создание одной тонны сухого вещества растения озимой пшеницы потребляют в 1,5 раза меньше фосфора, в 2,5 – азота, в 6 раз – калия по сравнению с осотом розовым.

Для восполнения питательных веществ, выносимых бодяком полевым, необходимо внести 1100 кг минеральных удобрений на один гектар посевов. В опытах Московской сельскохозяйственной академии было выявлено, что даже при хорошем развитии озимой пшеницы сорняки поглощают значительное количество питательных веществ из почвы. Например, в фазе кущения вынос питательных веществ озимой пшеницей составил 70,8 кг/га, сорняками – 7,2, в фазу цветения – 183,6 и 115,4 и молочной спелости – 137,3 и 154,7 кг/га соответственно. Сорняки, развивая обширную вегетативную массу, затеняют культурные растения, тем самым снижается активность биохимических процессов. Такие сорняки, как вьюнок полевой, гречишка вьюнковая, подмаренник цепкий обвивают стебли культурных растений и вызывают их полегание. В этих условиях ассимиляция и накопление пластических материалов в созревающих растениях протекают

ненормально. При затенении сорняками культурных растений у овса пленчатость увеличивается на 5, у ржи – на 4, у проса – на 1%. Под влиянием сорняков понижается температура почвы на 2-4 °С, происходит значительное замедление роста культурных растений. Снижение температуры почвы замедляет жизнедеятельность микроорганизмов, разложение органического вещества.

Наличие на полях сорной растительности способствует развитию вредителей и болезней культурных растений. Так, например, редька дикая, пастушья сумка и другие сорняки из семейства капустных способствуют размножению капустной килы. Лебеда татарская и сахарная свекла имеют общих вредителей. Пырей ползучий способствует переносу на зерновые культуры ржавчины. Овес пустой поражается той же головней, что и овес. Полынь горькая поражается заразихой и тем самым способствует засорению почвы семенами этого паразита. В дальнейшем посеянные на данном поле подсолнечник, помидоры будут поражаться заразихой.

Сорняки затрудняют сельскохозяйственные работы и повышают себестоимость продукции. Засоренные поля труднее обрабатывать. На таких полях приходится увеличивать число обработок, особенно при развитии корневищных и корнеотпрысковых сорняков. Многократная обработка вызывает разрушение структуры и распыление почвы. Зерно с засоренных участков содержит много семян сорняков, на очистку которых требуются дополнительные затраты. Все перечисленные факторы ведут к недобору урожая культуры.

Установлено отрицательное влияние на урожай уже при количестве 4-20 сорняков на 1 м<sup>2</sup>. При 24-40 сорняках на 1 м<sup>2</sup> и их массе от 1 до 20 г/м<sup>2</sup> урожай озимой пшеницы снижается на 3,96-5,47 ц/га. При количестве до 80 шт/м<sup>2</sup> сорняков и нарастании их массы до 240 г/м<sup>2</sup> потери урожая за вегетационный период увеличивались до 16 ц/га. Как показали исследования Ставропольской селекционно-опытной станции, в зависимости от степени засоренности различными видами сорняков общий урожай кукурузы уменьшился на 20-78 %, в т. ч. Початков – на 31-87 %. Сорняки снижали урожай яровой пшеницы на 32, картофеля – на 44, проса – на 84 и кукурузы на 90 %.

В литературе имеются данные, что ежегодный недобор урожая всех культур от сорняков в нашей стране составляет в среднем не менее

25 %, а на сильно засоренных полях значительно больше. Если эту цифру потерь принять для Ставропольского края, то ежегодный недобор зерна выразится в пределах около 880 тыс. тонн. Все изложенное выше дает достаточное представление о необходимости решительной борьбы с сорняками с целью ликвидации засоренности полей.

Агрофитоценозы существуют тысячелетия. За длительное время между их компонентами сложились разные взаимоотношения (взаимопомощь, конкуренция).

Одна из задач полевой фитоценологии – оценка вредоносности сорняков, которая проявляется при взаимодействии (интерференции) культуры с сорной растительностью. Изучение взаимоотношений культурных и сорных растений затруднено тем, что эти явления в значительной степени зависят от условий произрастания растений. На них влияют такие факторы, как влажность почвы, наличие в ней питательных веществ, освещенность, погодные условия, способ посева.

Влияние сорных растений на культурные отражают пороги вредоносности сорняков.

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

*Критический порог вредоносности* – (КПВ) – такое обилие сорняков, которое вызывает статистически достоверные потери урожая. В таких условиях потери не превышают 3-6 % фактического урожая и борьба с сорняками не целесообразна.

*Экономический порог вредоносности* – (ЭПВ) – уровень засоренности, при котором в конкретных условиях применение гербицидов экономически оправдано.

Для расчетов ЭПВ необходимы данные о затратах денежных средств на приобретение гербицидов, уход за посевами, уборку урожая при различной засоренности культуры, а также показатели снижения величины и качества урожая в условиях засорения культуры. Дополнительный урожай, окупающий затраты равен:

$$У_{\partial} = \frac{З_{\partial}}{Ц}, \text{ где:}$$

$Уд$  – дополнительный урожай, окупающий затраты на применение гербицидов, ц/га;

$Зд$  – затраты на применение гербицидов (стоимость гербицидов и обработки посевов), руб/га;

$Ц$  – цена урожая, руб/ц.

Экономические пороги вредоносности сорняков должны быть введены в списки химических средств защиты растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве в качестве одного из обязательных регламентов экономического обоснования применения гербицидов.

## 2. Биологические особенности сорных растений

Сорная растительность Ставропольского края характеризуется большим видовым разнообразием культур. В настоящее время насчитывается около 400 видов сорнополевых растений. При этом для каждой почвенно-климатической зоны характерна своеобразная сорная растительность (табл. 20).

Например, такие сорняки как горчак ползучий, верблюжья колючка, татарник колючий, солянка иберийская, молокан татарский, парнолистник бобовидный встречаются в первых двух зонах края. Для зоны неустойчивого увлажнения характерны такие виды как амброзия полыннолистная, куриное просо, горец почечуйный, василек синий, дымянка Шлейхера, щирица колосистая, дескурения Софии, подмаренник цепкий и др.

Таблица 20 – Количество видов сорняков

Зоны	Количество сорняков	
	всего	специфических для данной зоны
Крайне засушливая	90	50
Засушливая	90	46
Неустойчивого увлажнения	162	138
Достаточного увлажнения	62	24
Избыточного увлажнения	64	46
Всего	468	304

В зоне достаточного увлажнения преобладают такие виды как костер ржаной, куриное просо, лютик полевой, мак гибридный, овес

пустой, шалфей отогнутый, чертополох курчавый, гулявник лекарственный и др. Среди сорняков имеются виды, как с ограниченным, так и весьма широкими ареалами, причем около половины видов имеют достаточно высокую экологическую пластичность. Приспособившись к различным почвенно-климатическим условиям, они произрастают во всех зонах нашего края. К данной группе относятся такие виды как гречишка вьюнковая, горчица полевая, марь белая, дивала однолетняя, виды щетинников, дурнишник калифорнийский, гулявник Лезеля, липучка обыкновенная, ярутка полевая, вьюнок полевой, осот розовый, свиной пальчатый, пырей ползучий.

Отдельные виды сорных растений не только утратили приуроченность к определенной культуре, но и к условиям произрастания. Например, овсюг обыкновенный 30 лет назад считался сорняком засушливой зоны. Теперь этот вид стал постоянным представителем полей центральной зоны Ставропольского края. Утрата приуроченности к определенному местообитанию характерна для щетинника сизого, бодяка полевого, осота полевого, вьюнка полевого, засоряющих ранее более увлажненные районы, а так же для мари белой, горца вьюнкового, пикульника обыкновенного, подмаренника цепкого, ромашки непахучей - видов, сопутствующих посевам в пониженных элементах рельефа. Под влиянием антропогенного воздействия за последние 20 лет произошло заметное изменение видового состава сорной растительности: снизилась численность двулетних видов с 14,6 до 10 %, возрос удельный вес многолетников с 31,9 до 38 %.

Практически полностью выпали из полевых сообществ куколь обыкновенный, капуста полевая, горошек волосистый, заячья капуста. Их место заняли сорняки с коротким жизненным циклом, совпадающим с циклом развития большинства культурных растений или опережающим его. Это однолетние сорняки, экологофитоценологически тесно сопряженные с биологией яровых и озимых культур, а также многолетники, обработка почвы для которых ускоряют вегетативное размножение.

Развитие интенсивного земледелия приводит к улучшению условий жизни культурных растений. Однако то, что полезно для культурных растений, в такой же мере приемлемо для сорняков. Они

отзывчивы на удобрения, влагу, обработку почвы. Поэтому отдачу от вкладываемых средств можно получить в том случае, если вовремя уничтожить сорные растения. Причем, эти усилия должны основываться на знании биологических особенностей сорняков, что позволяет выявить наиболее уязвимые периоды в жизни сорных растений и разработать эффективную борьбу с ними.

Плодовитость сорняков в несколько раз выше, чем культурных растений. Максимальная плодовитость растений озимой ржи составляет 120-180 зерен, а одного растения сорняков: амброзии полыннолистной – 38 тыс. семян, горчицы полевой – 32, курая, солянки обыкновенной – 312, мари белой – 430, дескурении Софии – 730, ромашки непахучей – 54, осота полевого – 20, портулака огородного – 300, щетинника сизого – 14, щирицы запрокинутой – 500-700 тыс. семян. Высокая плодовитость сорняков способствует их быстрому распространению и сохранению вида в различных условиях.

По семенной продуктивности все малолетние виды делятся на 3 группы.

*1 группа* – сорняки, дающие в среднем 50-600 семян с одного растения, а максимальное их количество достигает 15 тыс. К этой группе относят овес пустой, плевел опьяняющий, горец вьюнковый и шероховатый, куколь обыкновенный, щетинник сизый, петушье просо, редьку дикую и др.

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

*3 группа* – сорняки с продуктивностью от 1500 до 5 тыс. семян, максимально – от 100 тыс. до 1 млн. Сюда относятся мелкопестник канадский, марь белая, белена черная, дескурения Софии, щирица запрокинутая.

Семена и плоды сорняков распространяются с помощью специальных приспособлений, имеющих у растений – *автохорно* и с помощью агентов – *аллохорно*.

*Автохорное распространение* семян может осуществляться с помощью различных механических сил. Так, горчица полевая, редька дикая, ромашка непахучая семена рассеивают вокруг материнского

растения под действием сил тяжести. Механическое разбрасывание семян осуществляется вследствие высыхания створок плодов (фиалка полевая, горошек узколистный и др.) и коробочки (куколь обыкновенный, горчица полевая, мак самосейка, белена черная и др.)

*Анемохорно* (при помощи ветра) распространение осуществляется при наличии у семян волосков и крылатых выростов (одуванчик лекарственный, мелколепестник канадский и др.).

Плоды и семена сорняков достаточно успешно переносятся и с помощью воды – *гидрохорно*. Дождевые водные потоки переносят в пониженные места рельефа семена метлы полевой, костра полевого, василька синего, мари белой. С поливными водами переносятся такие виды сорных растений как свинорой пальчатый, вьюнок полевой, ежовник петушье просо, щетинниксизый, горец шероховатый, щирица запрокинутая.

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

*Антропохория* – распространение семян человеком имеет место при завозе из-за рубежа зерна, новых видов растений, а также с помощью средств производства (сельскохозяйственные машины, транспортные средства, тара).

Подпокоем семян понимают отсутствие прорастания жизнеспособного семени при наличии благоприятных условий (вода, кислород, температура). Покой семян является важным приспособительным свойством, позволяющим растениям миновать неблагоприятные периоды года. В связи с этим в почве создается запас семян, который способствует сохранению вида.

Существует естественный и вынужденный покой.

*Естественный или органический покой* связан со свойствами самого семени (недоразвитость зародыша, твердосемянность, воздухо- и водонепроницаемость кожуры и покровов, действие ингибиторов и др.), а также с незавершенностью в семенах физиолого-биохимических

процессов.

*Вынужденный покой* – непрорастание семян при отсутствии необходимых условий (влага, температура, свет и др.). Период покоя нарушается под влиянием света, переменных температур, магнитного и гамма-поля, ультразвука, механического разрушения кожуры покровов семян в результате обработки почвы. При отсутствии благоприятных условий для прорастания семена культурных растений теряют всхожесть за короткий период. Семена же сорных растений сохраняют свою всхожесть длительное время в почве, воде, силосе, навозе, компосте.

Поддолговечностью понимают способность семян сохранять жизнь в определенных условиях. На долговечность семян влияет степень их зрелости, место произрастания, агрофон, прием уборки и хранения продукции, состав семян, свойства оболочки и процессов, проходящих в семенах. Долговечность семян является наследственным свойством, приобретенным подбором в качестве приспособления к условиям существования и зависит от семейства, рода и вида. Так, семена овса пустого, горца вьюнкового, горчицы полевой, фиалки полевой не теряют всхожести 10 лет, бодяка полевого – 20, пастушьей сумки, щирицы запрокинутой, мари белой, звездчатки средней – 35, вьюнка полевого, щавеля курчавого – 50 лет.

Прорастание семян сорняков зависит от их размера. Так, растения мари белой могут давать семена трех групп, прорастающие в различное время. Крупные семена белого цвета, попадая в благоприятные условия, дают всходы в год созревания осенью; семена более мелкие, коричневого цвета – на второй год; самые мелкие блестящие семена черного цвета всходят на третий год после созревания.

По способности семян сорняков прорасти в зависимости от температуры почвы их делят на следующие группы: очень холодостойкие – прорастающие при 2-4 °С (ранние яровые, озимые и зимующие); холодостойкие – прорастающие при 3-6 °С (средние яровые, морозостойкие, многолетние); требовательные к теплу – прорастающие при 10-12 °С; очень требовательные к теплу – прорастающие при температуре не ниже 14-18 °С (поздние яровые, однолетние, многолетние).

Кроме семенного у многих сорняков выражена способность к вегетативному размножению с помощью подземных органов – корневых отростков, корневищ, луковиц и клубней, а также с помощью надземных стеблевых органов. Наиболее злостными из них являются многолетние корнеотпрысковые (горчак ползучий, виды осотов, вьюнок полевой и др.) и корневищные сорняки (пырей ползучий, свинорой пальчатый).

В корнях размножения откладываются пластические вещества в форме углеводов. На них образуются почки, каждая из которых при соответствующих условиях способна дать новое растение. В результате обработки почвы вегетативные органы разрезаются и в благоприятных условиях способны производить самостоятельное растение. С уменьшением длины отрезка корней их способность к регенерации уменьшается и лишь заделка их в почву на глубину 20-25 см практически полностью исключает регенерацию.

Все перечисленные свойства сорняков обуславливают их высокую жизнеспособность. От того, в какой мере земледелец использует в своей практической деятельности эти особенности, и зависят успех или неудачи по снижению численности сорняков в посевах.

### 3. Классификация и экология сорных растений

Биологическая классификация сорных растений необходима для разработки эффективных мер борьбы с ними. В ее основу положены наиболее важные биологические признаки: способ питания растений, продолжительность их жизни, способ вегетативного размножения (табл. 21).

Таблица 21 – Классификация сорных растений

Тип	Непаразитные		Паразитные и полупаразитные
	малолетние	многолетние	
Подтип			
Биогруппа	Яровые: ранние средние поздние озимые зимующие двулетники	корнеотпрысковые корневищные стержнекорневые мочковатокорневые ползучие луковичные клубневые	корневые стеблевые

**По способу питания** сорные растения делятся на два типа:

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

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

**По продолжительности жизни** эта группа делится на два подтипа – *малолетние и многолетние.*

*Малолетние* – это растения, имеющие жизненный цикл (от всходов до обсеменения с последующим отмиранием) не более двух лет. Сорняки, произрастающие на одном месте несколько лет и размножающиеся не только вегетативными органами, но и генеративными, неоднократно плодоносящие в течение жизненного цикла, относятся к подтипу *многолетние.*

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

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

Развитие некоторых видов сорняков наиболее благоприятно происходит при сходных с культурными растениями условиями произрастания и биологии. Такие сорняки называются *специализированными.*

В посевах озимых культур успешно развиваются озимые и зимующие виды – василек синий, ярутка полевая, ромашка непахучая, костер полевой и ржаной, пырей ползучий, в посевах яровых зерновых – осот полевой и бодяк полевой, редька дикая, марь белая, в пропашных – просо куриное, щетинники, курай обыкновенный.

### *3.1 Малолетние сорные растения*

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

**Яровые.** Семена прорастают весной при температуре почвы от 3 до 10°C. Растения этой группы развиваются в течение вегетации в основном в посевах яровых культур. Семена прорастают весной, а растения обсеменяются в летне-осенний период.

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

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

По данным ученых **СНИИСХа** из 18-20 видов сорняков в посевах озимой пшеницы доминировали: василек синий – 81, ярутка полевая – 93, фиалка полевая – 85, гречишка вьюнковая – 98, щетинник сизый, дымянкa Шлейхера – 68, амброзия полынолистная – 61 % встречаемости.

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

**Многолетние** сорные растения произрастают на одном месте не менее двух лет, размножаются семенами и вегетативными органами. По способу вегетативного размножения и строения корневой системы они делятся на биогруппы.

**Корнеотпрысковые** сорняки размножаются в основном вегетативно и в некоторой степени семенами, что затрудняет борьбу с ними. Корневая поросль появляется из почек корневой системы, образуя отпрыски. При расчленении корневой системы рабочими органами почвообрабатывающих орудий образуется поросль, отпрыски,

которые развиваются как самостоятельные растения. При систематическом подрезании надземных органов прекращается ассимиляция питательных веществ, корневая система истощается, что может привести к гибели растения.

**Корневищные** сорняки благодаря биологическим особенностям приспособлены к вегетативному размножению, трудноискоренимы, продолжительное время корневища сохраняют жизнеспособность в почве, сильно вредоносны, размножаются не только вегетативно, но и семенами.

Корневища – это видоизмененные стебли с многочисленным количеством корневых утолщений (место накопления питательных веществ) и спящих почек. В почве корневища, основная масса, произрастают горизонтально на глубине 8-14 см, их измельчение усиливает образование поросли, обладающей высокой жизнеспособностью.

**Стержнекорневые** сорняки имеют мощный стержневой корень, проникающий в глубину почвы до 3-5 метров. Отрезки главного корня длиной более 5 см, могут давать новые побеги. Растения этой группы могут размножаться сеянками, снабженными летучками, которые помогают им распространиться.

### *3.2 Паразитные и полупаразитные сорняки*

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

**Полупаразитные** – это растения способные к фотосинтезу, но частично питаются за счет готовых питательных веществ растения-хозяина. Они прикрепляются к корням (погремок большой, зубчатка поздняя) и стеблю (омела белая).

Существует ботаническая классификация всех растений, в том числе и сорных, объединяющая их в отдельные классы. Знать ее

необходимо для правильного использования химических средств борьбы с сорняками.

Класс однодольные включает в себя многие виды сорных растений, которые объединены в семейства злаковых, осоковых и лилейных. К семейству злаковых относятся овес пустой, мышей сизый и зеленый, куриное просо, гумай или сорго алеппское, пырей ползучий, свинорой пальчатый и другие. В семейство лилейных входят лук круглый и лук полевой. Такие злостные сорняки, особенно часто встречающиеся на орошаемых землях, как сыть круглая, осоки относятся к семейству осоковых.

Класс двудольных сорняков состоит из многих семейств. Наиболее обширным является семейство астровые. К ним принадлежат такие виды как амброзия полыннолистная, дурнишник калифорнийский, бодяк полевой, полынь горькая и другие. К семейству маревых относятся марь белая, солянка обыкновенная. Семейство капустные включает в себя такие виды сорняков, как горчица полевая, пастушья сумка, гулявник Лезеля, сурепка обыкновенная (табл. 22). К семейству бобовых принадлежит донник желтый и белый, верблюжья колючка. Гречишка вьюнковая, щавель курчавый и другие относятся к семейству гречишных.

Такие злостные сорняки, как вьюнок полевой и повилика полевая относятся к семейству вьюнковых; зарази́ха подсолнечниковая – к семейству зарази́ховых; виды паслена, белена черная, дурман обыкновенный – к семейству пасленовых; виды щирицы – к семейству амарантовых; куколь посевной и звездчатка средняя – к семейству гвоздичных; подмаренник цепкий – к семейству мареновых; погребок большой, очанка короткая, зубчатка поздняя – к семейству норичниковых.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение вреду и вредоносности сорных растений.
2. Что такое фитоценотический порог вредоносности сорняков.
3. Что такое критический порог вредоносности сорняков?
4. Что такое экономический порог вредоносности сорняков?
5. В чем заключаются основные биологические особенности сорных растений?

6. Какие Вы знаете способы распространения семян сорняков?
7. Какие признаки положены в основу классификации сорных растений?
8. Классификация сорных растений.
9. Дайте характеристику и назовите типичных представителей зимующих сорняков.
10. Дайте характеристику и назовите типичных представителей яровых ранних и яровых поздних сорняков.
11. Вред и вредоносность корневищных и корнеотпрысковых сорных растений.
12. Биологические особенности и круг повреждаемости растений паразитными и полупаразитными сорными растениями.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Сорные растения и меры борьбы с ними / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь – 1992. – 112 с.
2. Трухачев В. И. Сорные, лекарственные и ядовитые растения / В. И. Трухачев, Г. Р. Дорожко, Ю. А. Дударь. – Ставрополь : «Агрус», 2006 – 264 с.

Таблица 22 – Характеристика основных сорных растений

Вид	Семейство	Высота стебля, см	Температура прорастания семян, °С		Максимальная глубина появления всходов из почвы, см	Срок		Максимальная плодовитость, тыс. шт.	Максимальная жизнеспособность семян в почве, лет
			минимальная	максимальная		цветения	плодоношения		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ЭФЕМЕРЫ</b>									
Звездчатка средняя (мокрица)	Гвоздичные	10-40	2-4	18-26	4-5	апрель-сентябрь	май - октябрь	25,0	30
<b>ЯРОВЫЕ РАННИЕ</b>									
Гречишка вьюнковая	Гречишные	30-100	3-4	14-16	8-10	май - сентябрь	июнь - октябрь	65, 6	10
Горец шероховатый	Гречишные	30-100	4-6	15-18	6-7	июнь - август	июль - август	7,1	6
Овес пустой, овсюг	Злаковые	60-120	1-2	16-20	20-30	июнь - июль	июль - сентябрь	1,0	5
Редька дикая	Капустные	30-100	2-4	8-10	5-6	апрель - май	июнь - июль	12,0	более 3
Горчица полевая	Капустные	30-100	2-4	14-20	6-9	май-июль	июнь-август	4,0	10
Марь белая	Маревые	20-120	3-4	18-24	8-10	июль-сентябрь	август-октябрь	700	38
Овес пустой, овсюг	Злаковые	60-120	1-2	16-20	20-30	июнь-июль	июль - сентябрь	1,0	5
Дымянка аптечная	Дымянковые	30-60	6-8	18-20	10-11	апрель - июнь	июнь - июль	15,0	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОЗИМЫЕ									
Костер ржаной	Злаковые	40-80	1-2	10-12	10-12	май -июнь	июнь	5,0	более 2
ЗИМУЮЩИЕ									
Василек синий	Астровые	25-100	3-5	-	14-7	Май- сентябрь	июнь - октябрь	6,7	3,0
Дескурения Софии	Капустные	30-80	2-4	10-16	3-4	апрель - август	май - сентябрь	805,0	5,0
Пастушья сумка	Капустные	20-40	1-2	15-26	2-3	апрель - июль	май - август	273,0	35,0
Подмаренник цепкий	Мареновые	50-200	1-2	-	8-9	май - август	июнь - сентябрь	1,2	-
Ярутка полевая	Капустные	20-50	2-4	20-24	4-5	апрель - июнь	май - июль	50,0	10
Мак самосейка	Маковые	30-80	2-4	15-20	1-1,5	май август	июль- сентябрь	50	10
Ромашка непахучая	Сложноцвет ные	60-120	2-4	20-27	0,5-2	май- сентябрь	июнь- октябрь	34	6
Гулявник Лезеля	Капустные	40-150	3-4	16-24	1,5-2	май- сентябрь	июнь- октябрь	800	5
ДВУЛЕТНИЕ									
Донник белый	Бобовые	50-150	2-4	34-36	4-5	на второй год июнь - август	июль - сентябрь	33,0	20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Резак обыкновенный	Зонтичные	30-60	2-4	30-32	4-5	Май- сентябрь	Июль- сентябрь	9,0	—
Липучка оттопыренная	Бурачниковые	50-60	6-8	22-28	6-8	май- сентябрь	июль- октябрь	1500	2
КОРНЕВИЦНЫЕ									
Пырей ползучий	Злаковые	60-120	2-4	42-44	7-10	июнь -август	июль - сентябрь	19,0	5
Свиной пальчатый	Злаковые	10-50	3-5	40-42	2-3	июнь -июль	июль - сентябрь	10,0	10
КОРНЕОТПРЫСКОВЫЕ									
Бодяк полевой (осот розовый)	Астровые	40-160	4-6	38-40	4-5	июнь -август	сентябрь	40	-
Горчак ползучий	Астровые	25-60	8-10	30-38	6-8	июнь-август	июль сентябрь	23	5
Латук татарский	Астровые	30-80	2-4	34-36	4-5	июнь сентябрь	июль - октябрь	6,2	4
Вьюнок полевой	Вьюнковые	30-200	4-6	18-24	1-2	июнь- сентябрь май-октябрь	июль- октябрь	-	6
ПАРАЗИТНЫЕ									
Повилика полевая	Повиликовые	10-30	6-8	32-34	4-6	июнь -август	август - октябрь	114,0	6
Заразиха подсолнечная	Заразиховые	20-50	8-10	25-30	5-7	июль -август	сентябрь- октябрь	100,0	10
ПОЛУПАРАЗИТНЫЕ									
Погремок большой	Норичниковые	30-60	6-8	20-22	4-6	июнь -июль	август – сентябрь	0,7	-

## **Лекция 7. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ**

*План:*

- 1. Предупреждение засоренности полей.*
- 2. Уничтожение в почве семян и вегетативных органов размножения сорняков.*
- 3. Уничтожение сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур.*

### **1. Предупреждение засоренности полей**

Приемы борьбы с сорняками можно разделить на две группы: агротехнические и химические.

Высокая агротехника при возделывании сельскохозяйственных культур служит основой в борьбе с сорняками. Преимущество агротехнических приемов состоит в том, что каждый из них, кроме уничтожения сорняков, выполняет и другие важные задачи, например, регулирование водно-воздушного, теплового и питательного режимов, борьба с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур и т. д.

В зависимости от поставленной цели выделяют следующие три группы мероприятий:

1. Предупреждение заноса на поля семенных и вегетативных зачатков размножения сорняков;
2. Уничтожение имеющихся в почве жизнеспособных органов размножения;
3. Уничтожение прорастающих и вегетирующих сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

Чтобы выяснить возможные способы попадания на поля семян вегетативных органов размножения, необходимо учитывать разнообразные приспособления, при помощи которых распространяются плоды и семена сорняков. Значительная часть их имеет летучки. У одной группы сорных растений летучки прикреплены непосредственно к плодам (осот), у других расположение на ножке (одуванчик, козлобородник). Благодаря летучкам созревшие плоды, даже при небольшом ветре легко отделяются и переносятся на

значительные расстояния. При уменьшении силы ветра они опускаются на землю. Ветер переносит также плоды с тонкими хохолками и крылышками. У другой группы сорняков семена имеют различные прицепки, которыми они прикрепляются к шерсти животных, одежде человека, перьям птиц, таре, транспортным средствам и переносятся вместе с ними на другие места.

У семян некоторых сорных растений есть приспособления, которые скручиваются и раскручиваются при изменении влажности. Например, скрученные ости овсюга при соприкосновении с влажной почвой раскручиваются и вызывают передвижение зерновки и даже ввинчивание ее в почву.

Сорняки с шарообразной формой куста в период созревания легко отрываются ветром от почвы и катаются по полю. При этом семена осыпаются и рассеиваются по полю. Так распространяются семена курая, щирицы белой, синеголовника, резака, и др., получивших народное название перекасти-поле.

Большая часть сорняков образует мелкие семена, которые вместе с землей прилипают к рабочим органам сельскохозяйственных машин и орудий, к колесам транспортных средств, к обуви человека, к ногам животных и переносятся на другие участки поля.

Семена многих сорняков имеют прочную оболочку, которая позволяет сохранить жизнеспособность при прохождении через пищеварительные органы животных и птиц. Один килограмм свежего коровьего навоза содержит 1875 семян сорняков, из них до 37-45 % жизнеспособных. Этим объясняется нередко увеличение засоренности полей после внесения навоза.

Семена сорняков переносятся водой. При сильных дождях они попадают в трещины почвы и в пониженные места. На орошаемых землях путем распространения семян являются каналы и поливные борозды.

Плоды и семена специализированных сорняков созревают обычно одновременно с засоренными культурами и попадают при уборке в зерно. По своим размерам, удельному весу, парусности они настолько близки к семенам культурных растений, что их трудно отделить. При недостаточной тщательной очистке семян таких сорняков остаются в посевном материале и высеваются вместе с ними в поле.

У других сорняков плоды и семена при созревании сильно мешаются и до уборки культурных растений и во время ее проведения падают на почву, а затем при вспашке смешиваются с землей и засоряют весь пахотный слой.

Распространению семян и возобновлению их запасов в почве способствует развитое у некоторых видов сорных растений свойство разноплодия, или гетерокарпия (овсюг, конопля дикая, щетинник сизый и др.). Так, у овсюга в зависимости от расположения в колоске и метелки зерновок по размеру бывают круглые, средние и мелкие. Круглые попадают при уборке в зерно и служат источником распространения сорняка. Средние полностью осыпаются и возобновляют численность вида на данном поле, мелкие, попадая в почву, прорастают лишь через 2-3 года.

Нижние плоды у рогача имеют шарообразную форму и лишены колючек. При укорачивании корня они втягиваются в почву и здесь остаются. Верхние плоды, имеющие колючки, при перекачивании рогача осыпаются по полю. Плоды промежуточной формы вместе с кустом перекачиваются на значительные расстояния, задерживаясь в канавах, у лесополос и др. преград. У щетинника зеленого один тип плодов на другое поле заносится водой, другой с семенами проса, а третий пополняет запасы в почве. В результате заноса всеми этими путями в почве накапливается огромное количество семенных зачатков сорных растений.

Задача предупредительных мероприятий состоит в том, чтобы предотвратить все пути, через которые сорняки попадают на поле.

Чтобы семена сорняков не попали в поле с семенами культурных растений, их надо тщательно отделять. В зависимости от физических свойств семян культурных растений и содержащихся в них семян сорняков подбирают те или иные зерноочистительные машины. Семена с разной длиной разделяют на вращающейся цилиндрической ячеистой поверхности, по толщине и ширине – на продольных и круглых решетках. Свойство перистости используют для разделения семян в струе воздуха. Плоды и семена с шероховатой поверхностью или с прицепками отделяют на горках. В современных зерноочистительных машинах имеются устройства для разделения плодов и семян по большинству этих признаков. По стандарту на посевной материал для

семян зерновых культур 1 класса допускается не более 5 семян сорняков, для 2-го класса – не более 20 семян на 1 кг семян. Засоренность посевного материала семенами сорняков определяется в контрольно-семенных лабораториях, которые выдают соответствующие документы о пригодности семян к посеву.

Для определения засорения полей через навоз надо избегать использовать для подстилки солому, содержащую плоды и семена сорняков. Корма, в которых они содержатся, необходимо запаривать. При правильном хранении навоза находящиеся в нем семена сорняков теряют всхожесть.

Чтобы не допустить передвижение семян и плодов сорняков с талыми, ливневыми и поливными водами, необходимы мероприятия по предотвращению поверхностного стока воды. На орошаемых землях надо уничтожать сорняки, произрастающие на берегах каналов и оросителей, систематическим подкатыванием или химическими средствами. Кроме того, в постоянные оросители ставят сетки, щиты и другие препятствия, задерживающие семена сорняков из выхода воды во временные оросители и устраивают отстойники.

Для предохранения посевов от попадания сорняков необходимо систематически обкашивать или обрабатывать гербицидами обочины полей, дорог и другие необрабатываемые участки.

Во время уборки урожая надо применять меры к тому, чтобы плоды и семена сорняков не распространялись с уборочными машинами, транспортными средствами и тарой. Для этого уборочные машины оборудуют устройствами для сбора семян.

Севооборот также оказывает большое влияние на засоренность посевов, поскольку при бессменных посевах и при частом повторном высеве какой-нибудь одной культуры сильно возрастает численность сорняков, специфичных для данной культуры.

Хорошо придуманный севооборот, напротив, может существенно способствовать снижению засоренности и повысить конкурентоспособность культурных растений. Способность отдельных культур и сортов подавлять сорняки весьма различна вследствие их особых физиологических свойств.

Черный пар является лучшим средством, способствующим очищению полей от сорной растительности (табл. 23).

Таблица 23 – Засоренность парового поля  
(данные Прикумской опытной станции)

Варианты опыта	Перед первой культивацией		Перед предпосевной культивацией	
	шт/м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	шт/м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>
Вспашка в октябре	184,0	25,9	14	1,0
Вспашка в апреле	96,0	8,3	18	1,5
Плоскорез в октябре	393,0	40,4	25	3,1
Плоскорез в апреле	237,0	11,5	27	3,2

Некоторые предупредительные мероприятия проводят в государственном масштабе. К ним относятся противосорняковый карантин, имеющий задачу не допустить завоз из других стран семян сорняков, которых нет в нашей стране (внешний карантин), или предупредить распространение опасных сорняков из одних районов в другие (внутренний карантин).

Если на полях или непахотных угодьях появляются очаги карантинных сорных растений, то их уничтожают любыми средствами вместе с находящимися поблизости культурными растениями. В настоящее время в перечень сорняков внешнего карантина внесена амброзия приморская. Внутренний карантин – амброзия полыннолистная, амброзия трехраздельная, горчак ползучий, паслен колючий, повилка полевая.

Главным фундаментом, на котором должна строиться вся система борьбы с сорняками, является севооборот.

Культуры севооборота по отношению к сорнякам можно разделить на две группы при правильной агротехнике:

1. Хорошо угнетающие сорняки.
2. Чувствительные к засорению.

Успешно справляются с сорняками озимая пшеница, озимый ячмень, многолетние травы, яровые и озимые, бобово-злаковы смеси (озимая вика с пшеницей, овес с горохом). Их можно назвать очистителями полей. Пропашные культуры при существующей агротехники возделывания, напротив, способствуют увеличению засоренности почвы, главным образом яровыми поздними сорняками. При интенсивных и индустриальных технологиях возделывания пропашные культуры становятся тоже очистителями полей.

При составлении схем севооборотов для той или иной зоны необходимо учитывать соотношение культур – очистителей и засорителей. По данным Ставропольского НИИСХ в семипольном зернопропашном севообороте с 83 % зерновых и 17 % пропашных засоренность почвы в среднем за 3 года снизилась на 70 %. В севообороте, где процент зерновых сплошного сева составил 33, а пропашных 67, она уменьшилась только на 41%. Выход зерна с гектара севооборотной площади был соответственно 28,2 и 21, 1 ц/га.

## **2. Уничтожение в почве семян и вегетативных органов размножения сорняков**

Для разработки этих мероприятий необходимо знать степень засорения почвы органами семенного и вегетативного размножения сорняков. Такую информацию может дать карта засоренности почвы.

Для уничтожения жизнеспособности семян используют *метод провокации*. Он состоит в том, что в определенные периоды, когда поле свободно от посевов, создают благоприятные условия для прорастания семян, а после появления всходов их уничтожают теми или иными приемами обработки. Если поле свободно от посевов длительное время, можно применять метод провокации 2-3 раза и более, создавая каждый год благоприятные условия для прорастания сорняков, находящихся в той или другой части пахотного слоя почвы. Метод провокации широко применяют в системе зяблевой, паровой и предпосевной обработки почвы. Об эффективности его в системе зяблевой обработки можно судить по результатам опытов, проводимых на станции полеводства ТСХА, которые показали увеличение количества сорняков при более ранних сроках зяблевой обработки почвы и особенно при своевременном лущении и вспашке (табл. 24.)

В южных районах с более продолжительным послеуборочным периодом можно проводить до наступления холодов три обработки (два лущения и вспашка или лущение, вспашка и культивация) и дважды создать хорошие условия для прорастания семян сорняков. Появившиеся после первой обработки всходы уничтожают при второй; третьей обработкой будут уничтожены сорняки, взошедшие после второй.

Таблица 24 – Количество всходов сорных растений в зависимости от приемов зяблевой обработки почвы

Приемы обработки	Число растений на 1м <sup>2</sup>			Всего в % к первому варианту
	После лущения	После зяблевой вспашки	Всего	
Лущение одновременно с уборкой + вспашка 15.09	249	95	344	100
Вспашка 15.08	-	264	264	77
Вспашка 15.09	-	71	71	21
Лущение 15.09, вспашка весной	59	-	59	17
Вспашка 15.10	-	6	6	2

Возможность очищения почвы от семян сорняков еще более расширяется при обработке чистых, особенно черных, паров. За осенне-весенне-летний период можно провести несколько обработок, разрыхляя почву на разную глубину и создавая тем самым благоприятные условия для прорастания семян то в одном, то в другом слое. За период парования можно существенно снизить в пахотном слое количество всходов семян сорняков.

Эффективность метода провокации в системе предпосевной обработки выше при более поздних посевах сельскохозяйственных культур. Он широко применяется в различных агропочвенных зонах страны и особенно в Северном Казахстане с целью очищения полей от семян овсюга и других малолетних сорняков. Для усиления прорастания сорняков после первой обработки под поздние яровые культуры и в чистых парах, во время летней обработки, полезно почву обрабатывать катками.

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

Значительная часть семян сорняков при глубокой заделке в почву

теряет жизнеспособность семян через 4-5 лет, а семена некоторых специализированных сорняков (костер полевой, куколь обыкновенный и др.) отмирают в почве за 1-2 года. Следовательно, глубокая вспашка на 30-35 см через каждые 4-5 лет при нормальной или мелкой обработке почвы в остальные годы позволяет лишить их жизнеспособности. Семена с продолжительным периодом покоя следует запахивать в подпахотный горизонт на длительное время (9-10 лет). На окультуренных почвах семена отмирают за более короткий срок.

В практике часто применяют сочетание методов провокации и лишения жизнеспособности посредством разноглубинной обработки почвы.

Для уничтожения жизнеспособности вегетативных органов размножения сорняков применяют механическое удаление, высушивание, истощение и удаление.

*Механическое удаление* – применяют для очищения почвы от корневищ с большой прочностью на разрыв и расположенным в верхней части пахотного слоя (корневища пырея, свинороя и др.). При этом находящиеся в верхнем слое корневища и отпрыски извлекают из почвы многократными обработками луцильниками и штанговыми культиваторами или боронами вдоль и поперек поля. Извлеченные корневища собирают с поля и сжигают. К недостаткам этого способа относятся неполное удаление из почвы корневищ (80-85%). Оставшиеся мелкие отрезки корневищ растаскиваются сельскохозяйственной техникой по всему полю. В хорошо разрыхленной почве создаются благоприятные условия для быстрого их прорастания и быстрого размножения сорняка.

Другим недостатком этого способа является значительные затраты на обработку и излишнее разрыхление почвы.

Высушивание корневищ на солнце может применяться в степных засушливых районах при паровой или ранней зяблевой обработке. Корневища соответствующими приемами обработки размещают ближе к поверхности почвы, где они через 15-30 дней высыхают. Затем их можно запахать. При выпадении осадков этот способ не дает положительных результатов.

*Способ истощения* – применяют для уничтожения корнеотпрысковых и корневищных сорняков с глубоким залеганием

корневой поросли и корневищ (бодяк полевой, латук татарский, горчак ползучий, вьюнок полевой, хвощ полевой и др.). Истощение корневой системы сорняков достигается систематическим подрезанием появившихся на поверхности почвы побегов. При этом запасы пластических веществ в корневой системе расходуются на образование повторных побегов. Когда эти запасы будут полностью исчерпаны, корневая система со всеми подземными органами вегетативного размножения отмирает. Способ истощения с успехом можно применять в поле черного пара путем многократных культиваций и с меньшей эффективностью в системе ранней зяблевой обработки. Для окончательного уничтожения частично уцелевших, но ослабленных корневых систем рекомендуется по пару или ранней зяблевой обработке высевать пропашные или озимые культуры. Междурядной обработкой пропашных культур завершается работа по ликвидации вегетативных органов размножения многолетних сорняков. Озимые же культуры сильно затеняют ослабленные всходы сорных растений, резко снижают продуктивность их ассимиляции и также способствуют массовому отмиранию корневых систем.

В системе ранней зяблевой обработки почвы в южных районах страны для истощения корневых систем многолетних сорняков применяют 2-3 лущения с увеличением глубины обработки и глубокую зяблевую вспашку. Такая обработка позволяет снизить засоренность корнеотпрысковыми сорняками на 70 %.

К недостаткам способа истощения относятся:

1. Значительные затраты.
2. Длительность.

Эти недостатки можно значительно снизить при сочетании обработки почвы с применением гербицидов.

*Способ удушения* – теоретически разработан и предложен В. Р. Вильямсом для уничтожения корневищ пырея ползучего. Экспериментальная проверка и широкая практика показывают высокую эффективность не только для уничтожения пырея, но и других корневищных и корнеотпрысковых сорняков, у которых вегетативные органы размножения находятся в пахотном слое.

Повышенная побегообразовательная способность отрезков корневищ и корневых отпрысков долгое время служила причиной

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

Во время дискования горизонтально расположенные корневища и корневые отпрыски разрезаются на отрезки длиной 10-12 см. Эти отрезки через 10-12 дней дают дружные всходы. В это время проводят глубокую вспашку, устанавливая предплужники несколько глубже дискования. Заделанные отрезки вегетативных органов размножения дают второй проросток, который, не достигнув поверхности, погибает. Конкретное применение схемы обработки почвы зависит от ряда условий, в частности, от типа и вида сорняков, от глубины залегания органов размножения, от мощности пахотного слоя и др.

Способы удушения корневищ и систематического уничтожения появившихся всходов дисковыми орудиями дают положительные результаты. Только при своевременном уничтожении или достаточно глубокой заделке проростков. При запоздалой обработке корневищные и корнеотпрысковые сорняки, образуют новые корневища и отпрыски, и снова размножаются.

### **3. Уничтожение сорняков в посевах сельскохозяйственных культур**

Агротехнические меры борьбы с сорняками с момента посева и в течение вегетации выполняются обычно в процессе ухода за культурами

механическим путем (боронование, междурядная обработка и др.).

Зная биологию сорных растений, можно своевременно усилить или ослабить провокацию семян к прорастанию в посевах различных культур в зависимости от необходимости, используя для этого определенные сроки и приемы.

В почве прорастает большое количество семян сорняков, поверхность ее достигает только часть их, остальные погибают. Некоторые сорняки прорастают на большой глубине (гречиха вьюновая, щетинник сизый, щирица колосистая), и проростки их не могут пробиться на поверхность. Другие погибают от недостатка влаги в верхнем слое почвы, высоких температур, повреждаются вредителями, болезнями и т. д. Происходит самоочищение почвы от сорных растений. По данным Ставропольского НИИСХ, в почве погибает около 50-83 % проростков сорняков. В почвах их гибель достигает 50 % от числа появившихся всходов. К моменту уборки урожая вегетирует только 3-19 % сорняков от числа проросших в почве семян.

Лучше всего самоочищение полей происходит на чистом и занятом парах, особенно в весенний период. Процесс провокации весной под поздние культуры можно ослабить или усилить проведением ранневесенней обработки почвы. Рыхление зяби – ранневесеннее боронование и культивирование задерживает прорастание семян сорных растений. Прикатывание же почвы гладким катком после ранневесеннего боронования активизируют прорастание малолетних сорняков. Боронование является одним из активных приемов уничтожения сорняков не только в допосевной, но и послепосевной период, особенно на пропашных культурах. Оно позволяет уничтожить 92-93 % однолетних сорняков (табл. 25).

Таблица 25 – Эффективность боронования в борьбе с сорной растительностью

Стадия роста	Количество сорняков до обработки		Количество сорняков после обработки	
	шт.	%	шт.	%
Семядоли	2834	100	44	1.5
Малая розетка	5772	100	2475	57
Большая розетка	5627	100	4079	73

При уходе за озимыми боронование эффективно и целесообразно на всех почвах, кроме участков, подверженных ветровой эрозии, или в

случае слабого прорастания и плохого кущения растений, на посевах, пострадавшие от вымерзания. На засоренных полях с тяжелыми заплывающими почвами необходимо бороновать также яровые ранние и зернобобовые культуры после появления их выходов. Этот путь дает возможность уничтожить до 70 % взошедших сорняков.

На посевах пропашных культур высокоэффективным приемом по уничтожению сорняков является междурядная обработка. Первую культивацию междурядий кукурузы, подсолнечника, картофеля и др. пропашных культур необходимо проводить в агрегате с пропалочными боронками. Это снижает засоренность посевов на 70-80 %. В посадках картофеля желательно двукратное окучивание.

На ранневесенних посевах многолетних бобовых и злаковых трав необходимо в год посева произвести не менее 3-4 подкашиваний сорняков. Старовозрастные посева трав целесообразно ранней весной обрабатывать по диагонали в два следа игольчатой бороной БИГ-3. Способ обработки почвы играет значительную роль в формировании агроценоза поля (таблицы 26, 27, 28, 29).

Таблица 26 – Преимущества и недостатки отвальной обработки почвы

Преимущества	Недостатки
<p>1. Качественное заделывание в почву органических и минеральных удобрений, растительных остатков, их быстрая минерализация и уничтожение инфекционного начала и вредителей.</p> <p>2. Интенсивная аэрация пахотного слоя почвы, что активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, которые своими продуцентами угнетают патогенную микрофлору.</p> <p>3. Качественно заделываются в почву минеральные и органические удобрения, что обеспечивает растения питательными веществами в течении всего вегетационного периода и повышает устойчивость растений к вредителям и болезням.</p> <p>4. Эффективная борьба с сорняками, особенно с корневищными и корнеотпрысковыми.</p> <p>5. Эффективная борьба с вредителями и болезнями.</p> <p>6. Эффективная борьба с мышевидными грызунами.</p>	<p>1. Нанесение вреда почвенным организмам.</p> <p>2. Нанесение вреда почвенным животным.</p> <p>3. Ежегодный вынос на поверхность семян сорняков, которые усложняют фитосанитарное состояние почвы.</p> <p>4. Ухудшается водный режим почвы, что отрицательно сказывается на устойчивости растений к вредителям и болезням.</p>

Таблица 27 – Преимущества и недостатки безотвального рыхления

Преимущества	Недостатки
<p>1. На поверхности почвы остаются растительные остатки, которые предотвращают эрозию и дефляцию и препятствуют распространению сорняков на соседние территории.</p> <p>2. Интенсивная аэрация обработанного слоя почвы активизирует деятельность почвенных сапрофитных микроорганизмов, которые своими продуцентами угнетают патогенную микрофлору.</p> <p>3. Накапливается в почве и подпочве большое количество продуктивной влаги, которая способствует нормальному ходу процессов метаболизма выращиваемых растений, что повышает их защитные функции в борьбе с вредителями и болезнями.</p> <p>4. Эффективная борьба с мышевидными грызунами.</p>	<p>1. Семена сорняков остаются в основном на поверхности почвы и в дальнейшем при проведении технологических операций по обработке почвы заделываются в нее и дают массовые всходы в основном уже при вегетации культур.</p> <p>2. В борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми сорняками проявляется низкая эффективность, иногда наблюдается даже увеличение их численности.</p> <p>3. Малоэффективно в борьбе с болезнями и вредителями.</p> <p>4. Инфекция грибного и бактериального происхождения с растительных остатков распространяется на всходы культуры, усложняет патогенный процесс на защищаемых растениях при заражении в начальном этапе органогенеза.</p>

Таблица 28 – Преимущества и недостатки поверхностной обработки почвы

Преимущества	Недостатки
<p>1. Семена сорняков остаются на поверхности почвы или в ее верхнем слое, что вызывает их массовые всходы и последующее уничтожение.</p> <p>2. Сохраняется микрофлора.</p> <p>3. Сохраняются дождевые черви.</p> <p>4. Наличие в почве большого количества влаги повышает устойчивость культуры к возбудителям болезней и вредителям.</p> <p>5. Частично или полностью предотвращает эрозию и дефляцию, что исключает занос семян и инфекции на соседние территории.</p> <p>6. Своевременное проведение обработки почвы и выполнение технологических операций в оптимальные сроки.</p>	<p>1. Сравнительно низкая эффективность в борьбе с корнеотпрысковыми сорняками.</p> <p>2. Малоэффективная борьба с вредителями и болезнями.</p> <p>3. Растительные остатки с инфекционным началом остаются в верхнем слое почвы и заражение патогенном происходит на ранних стадиях развития культуры.</p> <p>4. В борьбе с сорной растительностью обязательно применение гербицидов.</p> <p>5. Малоэффективная борьба с мышевидными грызунами.</p>

Таблица 29 – Преимущества и недостатки нулевой обработки почвы

Преимущества	Недостатки
<p>1. Максимально сохраняется влага в почве, что обуславливает дружные всходы культуры в оптимальные сроки.</p> <p>2. Сохраняется микрофлора почвы.</p> <p>3. Сохраняются дождевые черви.</p>	<p>1. Существенно усложняется фитосанитарное состояние посевов.</p> <p>2. Обязательное применение гербицидов, инсектицидов, фунгицидов.</p> <p>3. Возможно применение на почвах оструктуренных высокоплодородных, а на слитых тяжелых по гранулометрическому составу эффективность применения снижается.</p> <p>4. Удобрения вносят только в верхний слой почвы.</p>

### Контрольные вопросы:

1. Преимущества и недостатки агротехнических мер борьбы с сорной растительностью.
2. Преимущества и недостатки химических мер борьбы с сорной растительностью.
3. В чем заключается сущность механического удаления сорняков?
4. В чем заключается сущность приема высушивания сорняков?
5. Преимущества и недостатки способа истощения в борьбе с сорняками.
6. Дайте характеристику способу удушения в борьбе с сорной растительностью.
7. Роль чистых и занятых паров в борьбе с сорной растительностью.
8. В чем заключаются преимущества и недостатки отвальной обработки почвы в борьбе с сорной растительностью.
9. Преимущества и недостатки безотвального рыхления в борьбе с сорняками.
10. Преимущества и недостатки поверхностной и нулевой обработки почвы в борьбе с сорняками.

### Рекомендуемая литература:

1. Земледелие Ставрополя / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрус». – 2011. – 284 с.
2. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополя / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрус». – 2012. – 286 с.
3. Системы земледелия Ставрополя / Под ред. академика РАН и

РАСХН А. А. Жученко и члена-корр. РАСХН В. И. Трухачева. – Ставрополь : «Агрус» – 2011. – 842 с.

4. Сорные растения и меры борьбы с ними / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь. – 1992. – 112 с.

5. Сорные растения в агрофитоценозах полевых культур меры борьбы с ними / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, М. С. Голоусов, В. М. Передериева. – Ставрополь, 2004. – 50 с.

## **Лекция 8. ХИМИЧЕСКАЯ БОРЬБА С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В ПОСЕВАХ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР**

*План:*

- 1. Действия гербицидов на растения.*
- 2. Экономические пороги вредоносности сорной растительности.*
- 3. Рекомендуемые гербициды при возделывании основных полевых культур.*

### **1. Действия гербицидов на растения**

Гербициды обладают избирательным действием, т.е. они токсичны для определенных групп сорняков. Зависит это от различий в морфологии и анатомии однодольных и двудольных сорняков, в способности растений детоксицировать действующие вещества гербицидов.

Двудольные растения более восприимчивы к гербицидам в связи с тем, что имеют открытую точку роста на верхушке стебля, крупные, расположенные горизонтально листья, которые в большинстве случаев не покрыты восковым налетом. Это способствует лучшему проникновению гербицида в растение.

### **Классификация гербицидов**

Гербициды:

1. Сплошного действия
2. Избирательного действия

Гербициды *избирательного* действия делятся на:

1. Контактные
2. Системные

*Системные гербициды* делятся на:

1. Гербициды почвенного действия
2. Гербициды, применяемые по вегетирующим сорнякам

Гербицид, попадая через листья и распространяясь по растению, достигает камбиального слоя и вызывает усиленное деление клеток, которые для своего роста поглощают огромное количество питательных

веществ, что приводит к нарушению физиологических процессов, разрыву сосудистой системы, прекращению подачи питательных веществ и воды в листья. В результате приостанавливается рост и растение гибнет. Поэтому достаточно эффективны в борьбе с двудольными сорняками препараты из группы 2,4-Д. Они действуют на физиологические процессы, происходящие в растениях, как ростовые вещества. У злаковых сорняков на ранних фазах точка роста скрыта во влагалище листа, листовая пластинка узкая, имеет восковой налет и по отношению к земле расположена почти вертикально. Рабочий состав гербицидов почти не остается на поверхности и плохо проникает через плотный воскообразный слой кутикулы. Да и камбиальный слой у них отсутствует, рост стебля и корня в толщину происходит за счет увеличения уже имеющихся клеток. Устойчивость к гербицидам 2,4 - Д объясняется отсутствием у них камбия. В борьбе с этими сорняками эффективны гербициды из групп карфентразона – аврора, метсульфулона – грэнч, тифенсульфулона – хармони.

Гербициды сплошного действия уничтожают все виды сорных и культурных растений. Они применяются на полях во время отсутствия посевов, а также для уничтожения сорняков на обочинах дорог, оросительных каналов, местах стоянки сельскохозяйственной техники, где нельзя применять агротехнические приемы по их уничтожению и т.д. Это раундап, глифосат, глиалка, глисол.

Гербициды избирательного действия уничтожают в определенных дозировках одни растения, но не повреждают другие. Они применяются для уничтожения сорняков на посевах сельскохозяйственных культур.

По характеру действия на органы и ткани растения гербициды делят на контактные и системные.

Контактные гербициды повреждают только надземные части растений в местах непосредственного соприкосновения, корни при этом не повреждаются. К ним относятся: реглон, лассо, секатор, грэнч.

Системные гербициды проникают в ткани растения, могут передвигаться внутри них. Вызывают нарушение роста и деление клеток, разрастание тканей, деформацию стеблей и листьев, образование воздушных корней. Это гербициды группы 2,4-Д, 2М-4ХП, банвел-Д, а также бетанал, трефлан, эптам, луварам, лонтрим, фенфиз, гисталан, флирт, реджио.

Системные гербициды применяют по вегетирующей растительности, их вносят в основном путем опрыскивания. К почвенным относят препараты корневого действия, которые применяют путем внесения в почву. Многие препараты действуют как на надземные органы, так и через корни растений. К ним относятся трефлан, эптам, зенкор, гезагард, трофи, харнес, рейсер.

Внесение гербицидов по способам обработки может быть сплошным, рядковым, ленточным и очаговым.

При сплошной обработке препарат равномерно распределяется по поверхности. Рядковое и ленточное внесения применяют на полях пропашных культур. Очаговое внесение используется для уничтожения куртин карантинных и особо злостных сорняков.

По срокам обработки различают: предпосевное внесение в почву гербицида с заделкой культиваторами или боронами. Так, вносят эптам, трефлан, триаллат; послепосевное внесение в почву без заделки или с одновременной заделкой (прометрин); довсходовое опрыскивание поля за несколько дней до появления всходов культурных растений (картофель, кукуруза, морковь и др.), но при появлении всходов сорняков (2,4-Д, 2М-4Х); послевсходовое опрыскивание озимых и яровых зерновых, кукурузы, в результате которого поражаются наземные органы сорняков; послеуборочная обработка необходима для уничтожения сорняков, оставшихся или проросших после уборки. Для этого применяют почвенные и листовые гербициды, которые теряют активность к сроку посева следующей культуры.

Гербициды имеют следующие основные препаративные формы:

- порошки, растворимые в воде и образующие в воде устойчивые суспензии (толкан, голтикс, гексилур);
- водные растворы (2,4-Д, базагран, глиалка) и водорастворимые концентраты (лонтрим, галакси);
- концентраты эмульсии, дающие в воде устойчивые эмульсии разной концентрации (октапон, гисталан, трофи);
- водно-диспергируемые гранулы – гродил, линтур;
- водно-гликолевый раствор – прессинг, ковбой.

Основной способ применения гербицидов – опрыскивание.

Дозу технического препарата на 1 га, если она не указана в документах изготовителя, определяют по формуле:

$$D_t = 100 D_o / A, \text{ где}$$

$D_t$  – доза технического препарата, кг/га;

$D_o$  – рекомендуемая норма действующего вещества, кг/ц;

$A$  – количество действующего вещества в препарате, %.

Эффективность применения гербицидов зависит от факторов внешней среды. С повышением температуры воздуха и почвы чувствительность растений к гербицидам возрастает, т.к. при более высокой температуре значительно быстрее осуществляется поглощение и перемещение гербицидов в растениях. Большинство гербицидов, применяемых в фазу всходов максимально токсичны при температуре воздуха 14-25 °С, а при температуре 8- 10 °С действуют слабо. При пониженной температуре, в основном при обработке озимых зерновых культур, эффективно действуют на сорную растительность гербициды группы 2,4 Д, действие которых в меньшей степени зависит от температуры. В жаркие дни опрыскивание посевов гербицидами проводят в утренние и вечерние часы, а в холодные – днем.

Ветер нарушает равномерность распределения жидкости по площади, увеличивает испарение и снос. Капли диаметром 100 мкм и менее сносятся при скорости ветра 3,6 м/с. При увеличении капель снос уменьшается, а при достижении их диаметра 325 мкм – прекращается. Поэтому оптимальные условия работы при опрыскивании посевов создаются в безветренную погоду.

Активность почвенных гербицидов зависит от влажности и температуры верхнего слоя почвы. Внесение в сухую почву некоторых гербицидов способствует детоксикации, в результате чего усиливается опасность повреждения высеваемых в последующем году сельскохозяйственных культур, чувствительных к данному гербициду.

При высокой влажности почвы и обильных осадках некоторые гербициды проникают в нижние слои почвы, а в верхнем слое, освобожденном от гербицида, будут прорасти сорняки.

Выпавший сразу после обработки гербицидами дождь смывает препарат с поверхности, тем самым снижая его действия. К тому же смытый в почву гербицид может оказать токсичное действие на защищаемые растения, проникая в корни, которые были более чувствительны к гербицидам, чем надземные органы. Это необходимо учитывать при планировании проведения работ.

## 2. Экономические пороги вредоносности сорной растительности

Таблица 30 – Критерии численности сорной растительности в посевах сельскохозяйственных культур, при которых рекомендуется проведение химической обработки (шт/ 1 кв. м)

Название сорных растений	Экономический порог вредоносности
Зерновые культуры (кущение)	
Ромашка не пахучая	5
Метлица обыкновенная	10-20
Пикульник обыкновенный	15-18
Гречишка татарская	7
Гречишка вьюнковая	7
Горчица полевая	12
Марь белая	9-18
Подмаренник цепкий	4-14
Дескурайния Софии	5
Дымянка Шлейхера	10
Яснотка стеблеобъемлющая	15
Мак-самосейка	36
Овсюг обыкновенный	10-16
Пырей ползучий	3-6
Бодяк розовый	2-4
Латук татарский	3
Вьюнок полевой	5-8
Пропашные культуры (в течение вегетации)	
Щетинник сизый, зеленый	25
Просо куриное	8
Марь белая	4
Редька дикая	4

### 3. Рекомендуемые гербициды при возделывании основных полевых культур

Таблица 31 – Рекомендуемые гербициды при возделывании основных полевых культур

Наименование препарата	Защищаемая культура	Норма расхода препарата кг/га, л/га	Сорные растения	Способ, время обработки
1	2	3	4	5
Топик (100 г/л) к.э.	Пшеница озимая и яровая	0,3-0,4  0,5-0,75	Овсяг  Куриное просо, виды щетинника	Опрыскивание посевов в фазе 2 – 3 листа у овсяга. Опрыскивание посевов в фазе 2 – 3 настоящих листьев до выхода в трубку.
Лонтрел – 300 (300 г/л), в.р.	Пшеница озимая и яровая, ячмень, овес, просо	0,16-0,66	Виды осота, ромашки, горца	Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры до выхода в трубку.
Астикс (600 г/л), в.к.	Пшеница озимая, ячмень яровой	1,2	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д и 2М-4Х (подмаренник цепкий, звездчатку среднюю и др.)	Опрыскивание посевов весной в фазе кущения культуры
Балерина, С9 (410 г/л 2,4- Д к-ты + 7,4 г/л флорасулама)	Пшеница озимая и яровая, яровой ячмень	0,6-0,9	Однолетние в т.ч. устойчивые к 2,4-Д и некоторые многолетние	Весеннее кущение
Диален Супер, ВГ (344 г/л 2,4 – Д к-ты + 120 г/л дикамбы к-ты)	Пшеница озимая, рожь	0,6-0,8	Однолетние, двудольные, т.ч. устойчивые к 2,4-Д и некоторые многолетние	Весеннее кущение

	Пшеница яровая, ячмень, овес,	0,5-0,7		
	Кукуруза	1,0-1,5		
Секатор Турбо, МД (100 + 25+250 г/л)	Пшеница озимая, ячмень озимый	0,05- 0,1	Однолетние, двудольные, т.ч. устойчивые к 2,4-Д и некоторые многолетние	Весеннее кущение
Корсар, ВРК (480 г/л)	Пшеница озимая и яровая, ячмень, овес с подсевом клевера	2,0-4,0	Однолетние, двудольные, т.ч. устойчивые к 2,4-Д	Весеннее кущение
Фронтвер Оптимa, КЭ (720 г/л)	Кукуруза, соя, подсолнечник, сахарная свекла	0,8-1,2	Однолетние злаковые и некоторые двудольные	До посева, до всходов
Титус Плюс, ВДГ (609 г/кг + 32,5 г/ кг римсульфу- рона)	Кукуруза	0,307- 0,385	Однолетние и многолетние двудольные и однодольные в т.ч. и устойчивые к 2,4 -Д	В фазе 2-6 листьев у кукурузы с добавлением 200 мг/га Тренда 90
Гранстар (750 кг/г), с.т.с.	Пшеница яровая и озимая, ячмень яровой и озимый, овес	20-25 г/га	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д и бодяк полевой	Опрыскивание посевов весной по вегетирующим сорнякам, начиная с фазы 2 листьев до конца кущения (независимо от фазы развития культуры).
Пума-супер (100 г/л), к.э.	Пшеница яровая и озимая	0.6 – 0.9	Однолетние злаковые	Опрыскивание посевов (посадок) в фазе 2-4 листьев у сорняков.

Ковбой (185.5 г/л), в.г.с.	Пшеница, ячмень озимые яровые, рожь, овес, просо	150-190 мл/га	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д, 2М – 4Х, некоторые многолетние двудольные	Опрыскивание посевов весной в фазе начала кушения – до начала трубкования.
Пума-супер 100, КЭ (100 + 27 г/л)	Пшеница озимая	0,6-0,75	Однолетние злаковые	2-3 листа у сорняков независимо от фазы культуры
	Пшеница яровая	0,4-0,6		
Агритокс (500 г/л), в.к	Пшеница, ячмень, рожь, овес	1,0-1,5	Однолетние двудольные	Опрыскивание посевов в фазе кушения культуры до выхода в трубку
Игран (500 г/кг), с.п.	Пшеница озимая	2-4	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д и злаковые	Опрыскивание почвы до всходов культуры или опрыскивание рано весной в фазе кушения культуры
Титус (250 г/кг), с.т.с.	Кукуруза	40 г/га +200 мл/га вспом. в-ва «Тренд 90»	Однолетние злаковые и двудольные	Опрыскивание посевов в фазе 2-6 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков
Хармони (750 г/кг), с.т.с.	Пшеница, ячмень яровые	15-20 г/кг + 200 мл/га вспом. в-ва «Тренд 90»	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д	Опрыскивание посевов в фазе 2-3 листьев – кушение культуры и ранние фазы роста сорняков
Сатис (180 г/кг), с.п.	Пшеница, ячмень яровой	100-150 г/га	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д	Опрыскивание посевов с фазы 3 листьев до конца кушения культуры.

Хармони (450 г/кг), с.т.с.	Кукуруза	0,015	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д	Опрыскивание посевов в фазе 3-5 листьев у культуры
Дуал (960г/л) к.э.	Кукуруза	1,6-2,1	Однолетние злаковые и некоторые двудольные	Опрыскивание почвы (с заделкой до посева или до всходов культуры)
Титус (250 г/кг), с.т.с.	Кукуруза	40 г/га + 200 мл/га	Однолетние злаковые или двудольные	Опрыскивание посевов в фазе 2-6 листьев у культуры в ранние фазы роста сорняков
Банвел, вр (480 г/л) дикамбы кислоты	Кукуруза	0,4- 0,8	Однолетние двудольные, в т.ч. устойчивые к 2,4 – Д и некоторые многолетние двудольные, в т.ч виды бодяка и осота	Опрыскивание посевов в фазе 3-5 листьев у культуры
Лонган, вр, (300 г/л)	Кукуруза	0,5-1,0	Виды ромашки, горца, гречишки вьюнковая, следы осота и бодяка	Опрыскивание посевов в фазе 3-5 листьев у культуры
Пантера, кэ (40г/л)	Свекла сахарная, подсолнечник, соя, лук, морковь, капуста, томат, картофель, рапс	0,75-1,0	Однолетние злаковые	2-4 листьев у сорняков независимо от фазы культуры
ДуалГолд, КЭ (960г/л)	Свекла сахарная	1,0	Однолетние злаковые и некоторые двудольные	Опрыскивание посевов в фазе 2-3 листьев – кущение у сорняков

Шогун (100 г/л), КЭ	Свекла сахарная, столовая, кормовая	1,0-1,5	Однолетние злаковые (просо куриное, щетинники)	Опрыскивание посевов в фазе 2-3 листьев – кущение у сорняков
Глобал, вр (40 г/л)	Горох при выращивании на зерно, соя	0,75 -1,0	Однолетние злаковые и некоторые двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе 1-3 листа у сорняков и 1-3 листа у культуры
Евро – Лайтинг, врк (33 + 15 г/л)	Подсолнечник	1,0-1,2	Однолетние злаковые и некоторые двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе 2-4 листа у сорняков и 4-5 листа у культуры
Пивот, вк (100 г/л)	Соя	0,5 -0,8	Однолетние злаковые и некоторые двудольные сорняки, следы амброзии	Опрыскивание почвы до посева (с заделкой), до всходов или опрыскивание посева в фазе всходов 2-х тройчатых листьев культуры
Базагран, вр (480 г/л)	Горох на зерно	2,0-3,0	Однолетние двудольные сорняки	Опрыскивание посевов в фазе 5-6 листьев культуры и ранние фазы роста сорняков
Раундап, вр (300 г/л глифосата кислоты)	Пары	2,0-4,0	Однолетние многолетние сорняки	Опрыскивание сорняков в период их активного роста

### Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику гербицидам сплошного действия и особенности их применения.
2. В чем заключается избирательность гербицидов?

3. Назовите основные препаративные формы гербицидов и особенности их применения.
4. Дайте определение «доза», «норма» препарата, «норма» расхода рабочего состава на гектар.
5. Какие Вы знаете способы применения гербицидов?
6. В чем заключаются особенности применения гербицидов почвенного действия?
7. В чем заключаются особенности применения гербицидов избирательного действия?
8. Дайте определение экономическому порогу вредоносности сорной растительности. Приведите конкретные примеры.
9. В чем заключаются особенности применения гербицидов в посевах озимой пшеницы. Приведите примеры применения препаратов.
10. В чем заключаются особенности применения гербицидов в посевах кукурузы, сахарной свеклы и подсолнечника. Приведите примеры применения препаратов.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Системы земледелия Ставрополя / Под ред. академика РАН и РАСХН А. А. Жученко и члена-корр. РАСХН В. И. Трухачева. – Ставрополь : «Агрус» – 2011. – 842 с.
2. Сорные растения и меры борьбы с ними / Под редакцией профессора Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, 1992. – 112 с.
3. Сорные растения в агрофитоценозах полевых культур меры борьбы с ними / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, М. С. Голоусов, В. М. Передериева. – Ставрополь, 2004. – 50 с.

## **Лекция 9. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СЕВООБОРОТОВ**

*План:*

- 1. Понятие о предшественнике.*
- 2. Размещение полевых культур и пара в севообороте.*
- 3. Бессменные посевы и севообороты.*
- 4. Принципы и правила построения севооборотов.*
- 5. Промежуточные культуры в севообороте.*

### **1. Понятие о предшественнике**

*Севооборотом* называется научно-обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и чистого пара во времени и на территории.

Севооборот разрабатывается на основе структуры посевных площадей. Структурой посевных площадей называется соотношение площадей под различными сельскохозяйственными культурами и чистыми парами к общей площади пашни.

Структура посевных площадей занимает центральное место в системе земледелия. Она позволяет обеспечивать наиболее полное использование почвенно-климатического потенциала, освоение научно-обоснованной системы севооборотов, расширенное воспроизводство плодородия почв, формирование специализации сельскохозяйственного производства на различных уровнях, получение максимального количества необходимой обществу продукции при минимуме материально-денежных затрат. Структура посевных площадей строится с учётом специализации хозяйства, почвенно-климатических условий и потребностей рынка. Являясь наиболее динамичным элементом системы земледелия, структуры посевных площадей находятся в постоянном совершенствовании и развитии.

В плане оптимизации структуры посевных площадей и научно обоснованных севооборотов на Ставрополье имеются значительные резервы, поскольку специализация во многих районах находится в противоречии с природными факторами.

В хозяйствах Андроповского района Ставропольского края на чернозёмах слитых солонцеватых в условиях сложного рельефа преобладают полевые севообороты с насыщением их зерновыми и

пропашными культурами. Наряду с низкой урожайностью культур это приводит к дальнейшей деградации почв. Площади эродированных, подтопленных и засоленных почв составляют в хозяйствах от 9 до 16 % пашни. Такие участки нуждаются в залужении многолетними травами, размещении на них кормовых и почвозащитных севооборотов.

В сложных эродированных агроландшафтах, на малоплодородных почвах назрела необходимость пересмотра зерновой специализации в пользу животноводства.

В севообороте указывается перечень сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования. Чередование культур во времени означает правильную смену одних растений другими на данном поле, а чередование культур на территории заключается в том, что каждая культура и пар проходили через все поля севооборота. Период, в течение которого культура и пар проходят через каждое поле в последовательности, установленной севооборотом, называют ротацией. Перемещение культур по полям представляют в виде таблицы, которую называют ротационной (табл. 32).

Предположим, что спроектирован севооборот 1 – чистый пар; 2 – озимая пшеница; 3 – озимая пшеница; 4 – кукуруза на силос; 5 – озимый ячмень.

Расположение культур по полям на год освоения может быть любым, по годам надо соблюдать чередование культур согласно севообороту.

Таблица 32 – Ротационная таблица пятипольного севооборота

Номер Поля	Год ротации				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
I	Кукуруза на силос	Озимый ячмень	Чистый пар	Озимая пшеница	Озимая пшеница
II	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Кукуруза на силос	Озимый ячмень	Чистый пар
III	Чистый пар	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Кукуруза на силос	Озимый ячмень
IV	Озимая пшеница	Кукуруза на силос	Озимый ячмень	Чистый пар	Озимая пшеница
V	Озимый ячмень	Чистый пар	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Кукуруза на силос

Продолжительность ротации (число лет) равна числу полей севооборота.

Число и размер полей в севообороте зависит от состава культур и их соотношения, а также от расположения сельскохозяйственных угодий, рельефа, почвенных разностей и других условий. Как правило, в степных равнинных районах, поля более крупные, чем в севооборотах лесостепи, где преобладает более сложный рельеф. Однако в каждом севообороте поля должны быть примерно равновеликие. В каждом поле севооборота обычно высевают одну культуру, что дает возможность использовать сложную сельскохозяйственную технику и прогрессивные агротехнические приёмы. В некоторых севооборотах, преимущественно с короткой ротацией, иногда на одном поле высевают две культуры, сходные по своим требованиям к внешним условиям и агротехнике (например, озимая пшеница, и озимый ячмень; подсолнечник и сахарная свекла).

Поле, на котором высевают две культуры и более, называется *сборным*. Если при чередовании указывают не культуры, а группы, к которым они относятся, то это будет схема севооборота. Выше предложенное чередование можно представить в виде следующей схемы: 1-пар; 2-озимые зерновые; 3-озимые зерновые; 4-пропашные; 5-озимые зерновые. Смена культур в севообороте может проходить ежегодно и периодически.

В нашем примере одна и та же культура озимая пшеница высевается два года подряд. Посев культуры на второй год на том же поле называют повторным. Такие посевы распространены в севооборотах засушливых условий Ставрополья, это обусловлено большим удельным весом озимой пшеницы в структуре посевных площадей, ограниченным набором сельскохозяйственных культур, которые могли быть хорошими предшественниками озимой пшеницы.

В случае если культуру высевают на одном поле в течение длительного времени посеvy называют бессменными. Если в хозяйстве возделывают одну культуру, то её называют монокультурой. Часто этими терминами пользуются как синонимами, но если единственная культура прерывается через несколько лет чистым паром, то она не будет бессменной.

Разные культуры неодинаково отзываются на чередование в

севообороте и на бессменное выращивание. Так, сахарная свекла и подсолнечник даже при повторных посевах резко снижают урожай. Кукуруза, картофель, хлопчатник переносят длительное выращивание растений на одном месте и при внесении оптимальных доз удобрений могут давать высокие урожаи. Однако и эти культуры в севообороте дают больший урожай, чем при бессменном возделывании.

Зерновые культуры в повторных посевах при достаточном количестве удобрений и средств защиты растений могут незначительно снижать урожайность. Без применения удобрений и средств защиты растений, на выщелоченных чернозёмах Центрального Предкавказья бессменные посевы озимой пшеницы дают урожай в два раза ниже, чем по гороху и занятому пару.

Многовековой опыт земледелия свидетельствует о необходимости чередования сельскохозяйственных культур. Ещё в периоды первобытнообщинных, рабовладельческих и феодальных производственных отношений земледельцы на собственном опыте убеждались, что зерновые и другие культуры растут и дают урожай в течение нескольких лет. Затем почва утрачивала свои благоприятные свойства, сильно засорялась, накапливались вредители и болезни, а урожаи резко снижались. Возникла необходимость сменить такие участки на лучшие, а прежние оставляли, они зарастали естественной растительностью. При таком ведении земледелия средством устранения отрицательного влияния бессменных посевов был перелог. Данный способ использования земли в то время был приемлем, так как распаханность была низкой, а обширная территория страны позволяла занимать новые площади. Однако в данном случае создавались трудности для земледельцев, они были связаны с переездом семей на новые места, их обживанием. В дальнейшем средством ликвидации отрицательных свойств бессменных посевов на почву был чистый пар. Оказалось, что пар как агротехническое средство является важным санитарным фактором, очищающим почву от сорняков, вредных насекомых и болезней, но усиливающим эрозию почвы и минерализацию гумуса с вытекающими отсюда негативными последствиями – эрозией и дефляцией.

Длительный опыт практического земледелия прошлого свидетельствует о крайней необходимости чередования

сельскохозяйственных культур.

Научное обоснование такому чередованию появилось с развитием естественных наук и продолжается до настоящего времени.

Теория выделения токсинов является самым первым объяснением сущности явления утомления почвы. Ее высказывали Планк (1975), Де Кандолль (1813), Добени (1845) и другие. Де Кандолль наблюдал значительную задержку роста у льна в присутствии видов молочая и у овса – в присутствии чертополоха. Он считал, что в этих случаях задержка роста происходила благодаря токсичным выделениям корней соседних растений. Эту точку зрения он считал применимой и по отношению к другим объектам, что привело его к новым взглядам на значение плодосмена. Все растения выделяют токсические вещества, сохраняющиеся некоторое время в почве. Они вредны для растений одного и того же вида, тогда как представители других видов менее чувствительны к ним или вовсе не чувствительны. Таким образом, под влиянием токсинов при бессменных посевах культурного растения оно всё больше повреждается и происходит падение урожайности; при соответствующем плодосмене можно избежать вредного влияния накапливающихся в почве токсинов. Чередование культур должно быть таким, чтобы чувствительность каждого возделываемого растения к токсинам своего предшественника была как можно меньше.

Либих, исходя из теории минерального питания, считал, что все полевые сельскохозяйственные культуры истощают почву. В связи с этим необходимо чередовать культуры с различной потребностью в зольных элементах питания.

В создании научных основ севооборотов большой вклад внесли русские ученые во второй половине XVIII века. А. Т. Болотов написал специальную статью «О разделении полей», где отмечал, что «Вся важность состоит только в том, чтобы не сеять и не сажать на земле два года кряду одинаковый хлеб или произрастание, а применять оные благоразумным образом».

И. М. Комов придавал огромное значение плодосмену и севообороту. В 1788 году в книге «О земледелии» он писал, что «Главное искусство, чтобы учредить оборот сева растений так, чтобы земли не изнурить, а прибыли от оной получать сколь можно больше. Это можно достичь, если поочередно, то хлеб, то овощ, то траву сеять».

Огромное, ни с чем несравнимое, положительное влияние на развитие севооборотов оказало внедрение плодосмена в Западной Европе.

А. А. Советов (1867) в работе о системах земледелия обобщил существовавшее тогда представление о плодосмене. Он отмечает, что плодосмен улучшает физические свойства почвы за счёт накопления перегноя, замедляет ее истощение, т.к. чередуются культуры, не только истощающие, но и обогащающие её плодородие.

Однако в этих первых работах не была вскрыта сущность благоприятного действия плодосмена на плодородие почвы и биологические процессы, протекающие в ней, не дало обоснование причин отсутствия почвоутомления.

Д. Н. Прянишников расширил представление о плодосмене и рекомендовал взять от него всё лучшее и приспособить к местным условиям. Особое значение он придавал введению в севооборот клевера, который, по его мнению, сыграл историческую роль в поднятии урожая в Западной Европе в 18и 19 веках. Идеи Д. Н. Прянишникова о большом значении плодосмена не получили должного развития и признания, т.к. одновременно начало развиваться другое направление в теории чередования культур, разрабатываемое В. Р. Вильямсом. Сторонники этого направления объясняли падение плодородия почвы при возделывании однолетних зерновых культур ухудшением её физических свойств. Последнее приводило к утрате водопроходной структуры почвы и, как следствие, ухудшались водные и питательные режимы, развивалась эрозия почвы, снижалось её плодородие. В результате был сделан вывод о необходимости периодической смены однолетних культур посевом смесей многолетних бобовых и злаковых трав.

При этом В. Р. Вильямс недооценивал плодосменную систему и считал, что плодосмен есть наиболее развитая форма паровой системы земледелия. Плодосмен был оттеснён на задний план, стал недооцениваться и до настоящего времени рассматривается как один из видов полевых севооборотов. Вместе с тем он является общим принципом чередованием культур во всех севооборотах.

Недостатком всех выше названных направлений была их односторонность, одна причина вырывалась из всего многообразия

взаимосвязанных причин и необходимость чередования сельскохозяйственных культур обосновывалось только с одной позиции.

Д. Н. Прянишников объединил эти причины в четыре группы: химические, касающиеся синтеза и разложения органического вещества, питания растения зольными элементами и азотом; физические, обусловленные различным влиянием сельскохозяйственных культур и условий их возделывания на физические свойства почвы; биологические, связанные с почвоутомлением, различным отношением культурных растений к сорнякам, вредителям и болезням; экономические, обуславливаемые структурой посевных площадей и их размещение на территории хозяйства.

Наряду с тесным взаимодействием причин чередования культур проявляется доминирующая роль той или иной. Ведущее значение отводится тем, которые действуют на фактор жизни растений, находящийся в данных условиях в минимуме (табл. 33,34,35).

Таблица 33 – Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы (1976 – 1996 г.г.)

Наименование предшественников	Урожайность, ц/га	В % к контролю
Кукуруза на силос	35,8	100
Горох	42,2	118
Горох + овес (зан. пар)	42,3	118
Эспарцет на сено	46,8	130
Люцерна на сено	50,4	140
Пар черный	49,6	138

Таблица 34 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, ц/га (стац. опыт кафедры земледелия, оп.станция СГСХА)

Предшественник	Средняя за 1974-1996 г.г.	Неблагоприятный 1984 г.	Благоприятный 1995 г.
Пар черный	42,5	40,5	48,5
Пар занятый	40,3	38,1	47,5
Кукуруза на силос	35,2	22,2	45,5
Озимая пшеница	25,5	14,7	31,4
Бессменный посев озимой пшеницы	24,4	17,7	29,9

Таблица 35 – Продуктивность звена севооборота: предшественник – озимая пшеница – озимая пшеница (Незлюбненский опорный пункт

Предшественник	Сумма урожаев первой и второй пшеницы	Кормовых единиц, ц/га
Пар черный	101,5	121,8
Горох + овес (сено)	92,1	146,6
Горох	93,8	152,6
Кукуруза на силос	88,0	203,1

## 2. Размещение полевых культур и пара в севообороте

Сила влияния различных культур на почву и ее плодородие складывается из сложного комплекса воздействий на почву агрофизических, агрохимических и биологических показателей почвы.

В зависимости от степени их выраженности создаются условия, необходимые для получения урожаев и защиты его от неблагоприятных влияний (поражения болезнями, повреждение вредителями, засоренность, эрозия).

По характеру влияния на почву, ценности в качестве предшественников, а также по требованиям к внешним условиям все культуры обычно делят на несколько групп: яровые зерновые сплошного сева, озимые, зернобобовые, технические, однолетние травы, многолетние злаковые травы, многолетние бобовые травы и травосмеси со злаковыми. Кроме того, как предшественники, важное место занимают пары.

Лучшим предшественником озимых хлебов, а в юго-восточных и восточных районах и яровой пшеницы являются чистые пары.

*Пар* – это поле, свободное от возделывания растений в течение определенного периода, его тщательно обрабатывают, удобряют и поддерживают в чистом состоянии от сорняков. Чистым паром называется поле, свободное в течение вегетационного периода от возделываемых растений. В период парования пахотный слой поддерживается в необходимом по рыхлости или плотности состоянии, и почва очищается от сорных растений. Такие поля в течение года продукции не дают.

*Кулисный пар* представляет разновидность чистого пара, с тем только различаем, что первый засевают кулисами из высокостебельных

растений. Кулисы служат для задержания снега и борьбы с эрозией почвы.

*Занятый пар* – это поле, засеянное растениями, рано освобождающими поле. На таком поле в первой половине вегетационного периода возделывают культуры с наиболее ранними сроками созревания и уборки. Время, которое остается от уборки урожая парозанимающей культуры до посева озимых, используют для обработки почвы, как и на чистом пару.

*Сидеральный пар* – это такой занятый пар, засеянный бобовыми и др. растениями для заделки в почву на зеленое удобрение.

Пары, особенно чистые, дают возможность получать более высокие урожаи, прежде всего из-за лучшего обеспечения растений влагой. Поэтому наибольшие прибавки урожаев озимых культур и яровой пшеницы при посеве их по пару получают в засушливых и полувзасушливых районах (степные районы Европейской части России, Сибири, Северного Казахстана).

Таблица 36 – Урожайность озимой пшеницы по чистому и занятому парам (ц/га) (Незлобненский опорный пункт СНИИСХ)

Виды паров	Без удобрений	С удобрениями
Пар черный	51,8	56,7
Эспарцет с одним укосом	46,8	52,3
Эспарцет с двумя укосами	38,1	45,1
Озимая вика + озимая пшеница	50,1	54,6
Горох + овес	46,7	51,0
Яровая вика + овес	45,4	53,0

Высокая эффективность чистых паров на Ставрополье в засушливых условиях края подтверждается данными научных учреждений и передовыми хозяйствами (табл. 36).

На Прикумской опытно-селекционной станции, расположенной в засушливой зоне края, в среднем за 10 лет урожай зерна озимой пшеницы по чистому пару составил 30, а по непаровым предшественникам 14,0 ц/га. Самый низкий сбор зерна получили в 1976 году – 10,8 по пару и 1,7 ц/га по непаровым предшественникам.

Получить полные всходы озимой пшеницы можно лишь на полях, где в пахотном слое почвы имеется 15-20 мм продуктивной влаги.

Такой запас к началу сева озимых в крайне засушливых и засушливых районах в большинстве лет можно накопить лишь на чистых парах.

По стерне колосовых и кукурузе на силос запас продуктивной влаги в пахотном слое почвы в большинстве случаев не превышает 0-5 мм. Исследования показали, что после силосной кукурузы к севу озимой пшеницы лишь один раз за 10 лет запасы продуктивной влаги были на уровне 15 мм. Три года составляли 5 мм и в шести случаях влаги вообще не осталось. Это является основной причиной гибели или изреженности посевов озимой пшеницы. При переходе от засушливых к условиям неустойчивого и тем более достаточного увлажнения экономическая целесообразность чистых паров снижается. Здесь лучшим предшественником озимой пшеницы становится занятый пар.

Таблица 37 – Урожайность озимой пшеницы по чистому и занятому парам в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского НИИСХ, ц/га

Пар	1965-1977 гг.	1971-1975 гг.	1976-1980 гг.	Среднее за 5 лет
Чистый	43,9	54,7	53,5	50,7
Занятый	39,2	50,1	53,8	47,7

Положительная роль занятых паров проявляется лишь при условии своевременной уборки парозанимающей культуры и качественной обработки почвы. Чем раньше обработана стерня парозанимающей культуры, тем выше урожай пшеницы. Ни в коем случае нельзя в полевых севооборотах после уборки парозанимающей культуры выпасать скот, проводить поукосные посевы, так как они снижают урожай пшеницы на 30-40%.

Наряду с занятыми парами хорошим предшественниками для озимых являются зернобобовые культуры. В опытах СНИИСХ урожай зерна пшеницы после гороха за последние 15 лет составил 48.4 ц/га, что всего на 2.3 ц/га ниже паровой озими. В то же время выход зерна с севооборотной площади возрастает. Многие хозяйства края, как например колхозы им. Войтика, «Комсомолец» Александровского района, имени XX парт съезда Кировского района, возделывают горох на больших площадях, получая по 20-25 ц/га зерна. При этом его роль как предшественники озимой пшеницы возрастает от районов

неустойчивого увлажнения к районам умеренно влажным.

После гороха так же, как и после занятых паров, можно размещать посевы озимой пшеницы повторно.

Севообороты, включающие в себя зернобобовые, дают наиболее высокий выход зерна с гектара севооборотной площади.

Одним из широко распространенных предшественников озимой пшеницы в крае являются пропашные культуры, убираемые на силос: кукуруза, подсолнечник и другие. Звенья севооборотов с пропашными культурами, если и уступают звеньям чистого и занятого паров, а также звеньям с зернобобовыми культурами по выходу зерна озимой пшеницы, то существенно превосходят их по выходу кормовых единиц тем самым общую продуктивность севооборотов.

Таблица 38 – Продуктивность звена севооборота: предшественник – озимая пшеница – озимая пшеница (Незлобнинский опорный пункт)

Предшественник	Сумма урожаев первой и второй пшеницы	Кормовых единиц, ц/га	Переваримого протеина, ц/га
Пар черный	101,5	121,8	11,9
Горох + овес (на сено)	92,1	146,6	16,4
Горох	93,8	152,6	17,7
Кукуруза на силос	88,0	203,1	14,9

Размещение в крае озимой пшеницы по лучшим предшественникам позволит значительно повысить урожайность и качество этой ценной зерновой культуры.

*Озимый ячмень.* По сравнению с озимой пшеницей менее морозоустойчив. Однако по урожайности заметно превосходит яровые зерновые колосовые культуры. В повышении его морозоустойчивости немалую роль играют предшественники, лучшими из которых являются озимая пшеница, просо, кукуруза на силос.

*Яровые зерновые колосовые культуры.*

*Яровой ячмень* – основная яровая зерновая культура, она весьма чувствительна к предшественникам. Однако в севооборотах лучшие предшественники предназначаются под озимую пшеницу, ячмень же размещают по кукурузе на зерно, озимой пшенице, подсолнечнику. Как правило, им заменяют звено севооборота, и после ячменя уже идет

почвовосстановитель (улучшатель) почвенного плодородия. В большинстве случаев это чистые или занятые пары, многолетние травы, подсеваемые под ячмень, пропашные культуры.

*Овес* в севооборотах размещают так же, как и ячмень, обычно заменяя им звено севооборота.

*Зернобобовые культуры.* Наиболее распространенной зернобобовой культурой в полевых севооборотах является горох. Он служит прекрасным предшественником для озимой пшеницы. К предшественникам сам горох нетребователен. Обычно его размещают после озимых зерновых культур, сахарной свеклы, кукурузы на зерно и клещевины. Нельзя высевать горох по подсолнечнику, так как падалица последнего засоряет его посевы.

*Подсолнечник.* В полевых севооборотах он является одним из плохих предшественников, так как иссушает глубокие слои почвы, засоряет посевы следующих за ним культур падалицей. Поэтому лучше всего заканчивать им севообороты, а затем размещать чистый и занятый пары. Лучшим предшественником подсолнечника является озимая пшеница. Можно размещать его и после кукурузы на зерно, на силос, чистых от сорняков и при тщательной заделке пожнивных остатков. А так как подсолнечник при повторных посевах сильно поражается ложной мучнистой росой и фомопсисом, а потому его возвращают на прежнее место в севооборотах не ранее, чем через 8-10 лет. Не следует размещать его после сахарной свеклы и люцерны, потому что эти культуры иссушают нижние слои почвы.

*Кукуруза.* Для кукурузы хорошим предшественником являются озимые и яровые колосовые. Она хорошо переносит повторные посевы и даже бессменные.

Как предшественник озимой пшеницы лучше всего кукуруза, возделываемая на зеленую массу. В зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения кукуруза на зерно для озимых является не совсем хорошим предшественником, т. к. поздно убирается и времени для накопления влаги, борьбы с сорняком и хорошей подготовки почвы остается мало. По кукурузе на зерно лучше размещать яровые колосовые, подсолнечник и другие культуры весеннего сева.

*Сахарная свекла.* Возделывается она в основном в зоне достаточного и частично неустойчивого увлажнения. Требуется хороших

предшественников, успешно подавляющих сорняки и не сильно иссушающих почву. Как правило, ее размещают после озимой пшеницы, идущей по чистому или занятому парам. Допускается сев сахарной свеклы после яровых и зернобобовых, однако это практикуется редко. Нельзя допускать повторных посевов сахарной свеклы, а также размещение ее по кукурузе на зерно, подсолнечнику и др. сильно иссушающих почву предшественникам. Сахарная свекла довольно сильно иссушает почву и выносит много питательных веществ, поэтому после нее лучше всего высевать горох. Размещают также после нее кукурузу на силос или яровой ячмень.

*Многолетние травы.* Из многолетних трав в структуре полевых и кормовых севооборотов следует обратить внимание на люцерну и эспарцет. Люцерна, как кукуруза влаголюбивая, имеет большое распространение в зоне достаточного и неустойчивого увлажнения, а также на орошаемых землях.

Эспарцет более засухоустойчив и поэтому шире возделывается в засушливых условиях. Хорошо развитые, чистые от сорняков посевы многолетних трав являются хорошими предшественниками для многих культур. Они обогащают почву органическими веществами и улучшают ее физические свойства. Велико и противоэрозионное значение многолетних трав, поэтому особенно большая роль отводится им в почвозащитных севооборотах. Обычно в полевых и кормовых севооборотах многолетние травы размещают после ярового ячменя, подсевая под покров последнего. Исследования доказали высокую эффективность эспарцетового пара при одногодичном и одноукосном использовании его. Использование многолетних трав в ротации севооборотов требуют хорошо развитого земледелия и высокого уровня технологии возделывания кормовых культур.

В кормовых севооборотах многолетние травы размещают в виде выходных полей, в которых их содержат несколько лет до начала изреживания травостоя, после чего распахивают. Независимо от того, сколько лет возделываются многолетние травы в севообороте, в его ротации или в выводном поле, в год их распашки следует проводить только один укос с целью использования пласта под наиболее ценную культуру – озимую пшеницу. В противном случае при поздней обработке поля многолетние травы уже не будут хорошим

предшественником для озимых.

Каждая полевая культура оставляет почву вследствие процессов своего развития, потребления почвенных запасов влаги и питательных веществ, остающихся после уборки поукосных остатков (корни, стерня, листья) и различных других особенностей в совершенно определенном состоянии, которое может весьма различно влиять на последующие полевые культуры. В зависимости от почвы, климата, поступления и выноса питательных веществ, мероприятий по уходу, сроков и способов уборки и т. д., влияние предшественников может быть весьма различным. Вследствие этого не существует никаких абсолютно хороших или плохих предшественников, а только такие, которые при учете перечисленных факторов в определенных местообитаниях являются для отдельных полевых культур в большей или меньшей степени благоприятными или неблагоприятными.

Действием предшественника называется влияние, оказываемое определенной предшествующей культурой на последующие культуры.

Понятием «ценность в качестве предшественника» характеризуется влияние различных предшественников на определенную последующую культуру. Наши знания о влиянии и ценности в качестве предшественников большинства полевых культур основывались большей частью на практическом опыте или на выводах из полевых опытов, которые закладывались для выяснения других вопросов.

О действительных причинах имеется еще пока мало надежных данных. Систематические исследования, результаты которых позволяют получить достоверные данные о непосредственном влиянии и ценности полевых культур в качестве предшественников были проведены лишь несколько лет назад в различных агропочвенных зонах страны целым рядом сельскохозяйственных научных учреждений.

Влияние полевых культур сказывается на последующих культурах исключительно через то состояние почвы, в котором они ее оставляют. При этом, по-видимому, необходимо различать с земледельческой точки зрения непосредственное влияние предшественника, т. е. его влияние на первую и на последующие культуры, т. е. его долговременное влияние на почву, на ее плодородие.

Так, например, хорошо известно, что картофель, удобренный

навозом, оказывает очень хорошее непосредственное влияние на большинство полевых культур. Однако, вследствие интенсивной обработки почвы эта культура сильно снижает содержание гумуса и азота в почве, ее кумулятивное действие тем неблагоприятнее, чем больше доля картофеля в севообороте и чем меньше вносят органических удобрений. Из результатов опытов по изучению предшественников следует, что картофель и свекла, всегда считавшимися хорошими предшественниками, только в том случае оказывают действительно хорошее непосредственное влияние, если под них вносится навоз. Без удобрения навозом непосредственное действие картофеля является удовлетворительным, а свекла – явно неблагоприятным.

Полевые культуры по их кумулятивному действию в качестве предшественников, в особенности по их влиянию на гумусовый и азотный баланс пахотных почв, можно разделить на четыре группы:

1. Пропашные культуры, выращиваемые при высокой интенсивности обработки и вследствие этого сильно снижающие содержание гумуса и азота в почве.

2. Колосовые культуры, выращиваемые при незначительной интенсивности обработки и меньше снижающие содержание азота в почве по сравнению с пропашными культурами.

3. Однолетние бобовые, которые обогащают почву азотом и не расходуют запасов гумуса.

4. Многолетние кормовые растения, выращиваемые на пахотных землях при наименьшей интенсивности обработки и обогащающие почву гумусом и азотом.

Решающее влияние оказывает количество и качество пожнивных остатков полевых культур, особенно корней, значение которых более и менее известно в деле повышения содержания гумуса в почве. Наибольшее улучшение структуры почвы происходит под многолетними травами, далее идут озимые и яровые зерновые. Слабее происходят процессы образования структуры под пропашными культурами, в почве чистого пара, если на эти поля не вносят органические удобрения. Конечный эффект севооборота зависит от состава и соотношения культур, от их чередования, вносимых удобрений и принятой системы обработки почвы. С физическими

свойствами почвы связан и водно-воздушный режим. Более благоприятно он складывается на хорошо оструктуренных почвах, оптимального строения и плотности.

Обеспеченность растений влагой зависит от продолжительности периода от уборки предыдущей культуры до посева последующей культуры. Особенно это важно для озимых культур в засушливых районах. Чем продолжительнее этот период, тем более содержится влаги в почве к моменту посева озимых культур в результате поглощения летних осадков или весенних запасов. В засушливых районах для получения гарантированных урожаев озимой и яровой пшеницы приходится часть предназначенной для них площади оставлять на целый сезон незасеянной и проводить систематическую обработку (чистый пар), а другую часть занимать ранобураемыми культурами (занятой пар). Для лучшего использования влаги атмосферных осадков важно учитывать степень и глубину иссушения почвы предыдущей культурой и размещать после растений с глубоко проникающими по профилю почвы корневыми системами и с неглубоко проникающими корнями.

Физические свойства почв, состав и чередования культур, а также размещения их на полях имеют важное значение в предохранении почвы от водной ветровой эрозии. Почва с хорошей водопроходной структурой, имеющая оптимальное строение и плотность, хорошо поглощает влагу поверхностный слой. Также почва устойчива и против выдувания ветром.

На менее оструктуренных почвах, поврежденных водной и ветровой эрозией, вводят специальные почвозащитные севообороты с преобладанием в них непропашных культур, покрывающих почву, возможно большую часть года и имеющих мощную корневую систему (мн. трава, озимые и др.). Культуры, не обладающие такими свойствами, а также чистые пары в таких случаях размещают полосами, чередуя их с растениями, препятствующими развитию эрозии, размещая поперёк склонов, а в условиях ветровой эрозии – перпендикулярно направлению господствующих ветров. Значительная почвозащитная роль принадлежит промежуточным культурам, покрывающим почву зелёным ковром в наиболее эрозионно опасные летнее-весенний и ранее-весенний периоды.

Различные культуры и приёмы их возделывания создают неодинаковые условия для развития сорняков. Озимые и зимующие сорняки приспособлены к культуре озимых хлебов и при бессменном их возделывании засоряют посевы этих культур. Яровые же сорняки подавляются быстро растущими весной озимыми культурами. При повторных посевах яровых культур они засоряются яровыми сорняками, особенно овсягом, редькой, амброзией и т. д. Озимые сорняки, в этом случае, легко уничтожаются зяблевой и предпосевной обработкой почвы. Таким образом, при чередовании озимых и яровых культур создаются неблагоприятные условия для обеих групп сорняков.

Важная роль в борьбе с сорняками принадлежит пропашным культурам. Междурядная обработка способствует уничтожению сорняков в посевах, очищению верхнего слоя почвы от семян и вегетативных органов размножения многолетних сорняков и уменьшает опасность засорения последующих культур.

Опыты показывают, что зерновые в севообороте обычно в два раза засорены меньше, чем при бессемянных посевах. Внедрение рациональных севооборотов с чистыми и занятыми парами, а также с пропашными культурами – важное средство очищения полей от сорняков в этих районах. Не меньшую опасность при бессменном возделывании многих культур представляют вредители и болезни. При отсутствии правильных севооборотов сильно размножаются почвообитающие вредители – проволочники, и ложно – проволочники, хлебная жужелица.

Многие культуры при бессменном их возделывании и даже при частом возвращении на прежнее место сильно поражаются различными болезнями, вызываемыми грибными, бактериальными и вирусными возбудителями. Например, озимая пшеница сильно поражается ржавчиной и корневыми гнилями, мучнистой росой, септориозом, картофель – фитофторозом, подсолнечник – ложной мучнистой росой, кукуруза – пузырчатой и пыльной головнёй и т. д.

Д. Н. Прянишников писал, что с истощением почвы мы можем бороться внесением удобрений, с потерей её должностного строения, внесением органического вещества, правильной обработкой, с размножением паразитов очень часто нельзя справиться без должного севооборота.

Предшествующие растения в процессе жизнедеятельности выделяют вещества, оказывающие отрицательное воздействие на последующие культуры (колины) или подавляющие развитие микроорганизмов (фитонциды). Микроорганизмы, развивающиеся в ризосфере культурных растений, выделяют вещества, подавляющие жизнедеятельность последующих растений (маразмины) или других микроорганизмов (антибиотики). Неблагоприятные сочетания этих сложных процессов признается в настоящее время основной причиной почвоутомления, вызывающего падение урожая культур.

### **3. Бессменные посевы и севообороты**

Причиной чередования культур в посевах и необходимость их изучают давно, хотя в практике земледелия необходимость смены культур осуществляется путём оставления полей в залежь и перелог

Примечание: залежная система земледелия, примитивная система при которой после снятия нескольких урожаев (6-10 лет) землю оставляли на долгое время без обработки (на залежь) для восстановления плодородия почвы. При этом урожайность от года к году снижается и когда становится низкой землю оставляют на залежь.

Перелог – кратковременная залежь (8-15 лет)

При паровой системе чередования шло с паром, озимыми и яровыми посевами. Довольно строго выдерживается порядок возделывания в посевах у земледельцев античного Рима, где возделывали не только колосовые культуры, но и зернобобовые: горох, люпин, чечевицу, люцерну. Особенно чёткое выражение вопросы чередования культур получили в восемнадцатом столетии в плодосменной системе земледелия. Уже само название системы земледелия говорит о том, что в её основе лежал определённый порядок смены культур. И тем не менее, несмотря на необходимость чередования, в 1842 году в Англии были заложены длительные опыты, продолжающиеся и в настоящее время, в которых изучают возможность бессменных посевов различных культур. Их урожай сопоставляют с урожаем таких же культур, возделываемых в четырёхпольном севообороте (клевер, озимая пшеница, мангольд, ячмень).

Примечание: мангольд – листовая свекла. Цель этих опытов –

изучить возможность повторных посевов на фонах различной удобряемости.

Подведение итогов этих опытов, признанных в агрономической литературе классическими (образцовыми) показано, что за 73 года, когда схема строго выдерживалась, клевер и мангольд переставали давать урожай как без удобрений, так и по удобренному фону. По-иному вели себя озимая пшеница и ячмень. Без удобрений в бессменных посевах урожай озимой пшеницы составил в среднем 8,5 ц/га, а в севообороте – 16,5 ц/га. При ежегодном же внесении 35 т навозе в бессменных посевах было получено 24,6 ц/га, а по фону полного минерального питания – 22,1 ц/га. Урожай же озимой пшеницы при тех же удобрениях, но в севообороте достиг 75 ц/га, то есть был в 3,0-3,5 раза выше, чем в бессменных посевах. Аналогичная картина была и по ячменю (табл. 39).

Таблица 39 – Урожайность различных культур в севообороте и бессменных посевах с 1912 по 1970 г. на опытном поле ТСХА (по В.Е. Егорову)

Культура	Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Прибавка урожая в севообороте	
		Севооборот	Бессменный посев	ц/га	%
Озимая рожь	Без удобрения	14,1	7,3	6,8	93
	С удобрением	21,9	12,2	9,7	79
Овес	Без удобрения	13,9	7,9	6,0	76
	С удобрением	18,5	11,7	6,8	58
Картофель	Без удобрения	88,4	76,2	12,2	16
	С удобрением	160,1	154,2	6,4	4

Академик Д. Н. Прянишников ещё в 1944 году пришёл к выводу, что причины, по которым правильное чередование культурных растений в севообороте оказывается более продуктивным, чем непрерывное возделывание одной и той же культуры многообразны и их можно разделить на 4 группы:

- химические, касающиеся синтеза и разложения органического вещества, питания растений зольными элементами и азотом;
- физические, обусловленные различным влиянием сельскохозяйственных культур и условий их возделывания на физические свойства почвы;

- биологические, связанные с почвоутомлением, различным отношением культурных растений к сорнякам, вредителям и болезням;
- экономические, обусловленные структурой посевных площадей и их размещением на территории хозяйства.

Однако, большой экспериментальный материал, полученный за последние годы, показывает, что снижение урожайности в бессменных посевах происходит прежде всего вследствие биологических причин: возрастающей засоренности и поражения растений болезнями и повреждения вредителями сельскохозяйственных культур. Особенно это остро проявляется в интенсивном земледелии.

Таблица 40 – Засоренность посевов озимой пшеницы (на 1 м<sup>2</sup>) в зависимости от предшественников и удобрений в среднем за 2 года (кафедра земледелия ТСХА)

Предшественник	Без удобрений		С удобрениями	
	Число сорняков	Масса сорняков, г.	Число сорняков	Масса сорняков, г.
Картофель ранний	65	19.5	133	39.7
Клевер	79	21.1	95	66.7
Кукуруза	64	18.5	63	43.3
Горох	65	20.2	111	72.3
Озимая пшеница, бессменно (4 года)	248	87.2	327	278.3

Применение в борьбе с сорняками такого высокоэффективного средства как гербициды избирательного действия, хотя и резко сокращают засоренность, однако в отрыве от агротехники и, в частности, от соблюдения севооборотов не может решать задачи полного очищения почвы и посевов. При систематическом применении гербицидов (особенно близких по химическому строению) уже через сравнительно короткий срок происходит отбор стойких к химическим препаратам форм и видов сорняков. Несмотря на создание большого количества самых разнообразных инсектофунгицидов, позволяющих успешно бороться с многими вредными организмами с.-х. культур, на сегодня нет еще эффективных препаратов для широкого применения в борьбе с многими из них. Это относится к таким заболеваниям как, корневые гнили на зерновых колосовых культурах и на бобовых, фузариоз на льне, ложная мучнистая роса на подсолнечнике и огурце, кила на капусте. Успешная борьба с большинством заболеваний и

вредителей с.-х. культур может быть эффективной только при освоении соответствующих их особенностям агротехники и в системе правильного севооборота. Применение удобрений как в севообороте, так и в бессменных посевах по-разному влияет на устойчивость посевов к заболеваниям. Обычно фосфорно-калийные повышают устойчивость, а азотные – снижают. Но и это не дает оснований для отказа от чередования культур в посевах.

Таблица 41 – Влияние удобрений и севооборота на пораженность озимой пшеницы ржавчиной и корневыми гнилями, %

Фон	Желтая ржавчина	Бурая ржавчина	Корневые гнили
Бессменный посев			
неудобренный	62,0	65,0	53,3
удобренный	51,0	45,0	51,1
Севооборот (после клевера и кукурузы)			
неудобренный	32,8	39,0	23,8
удобренный	12,6	30,0	24,8

Особое значение приобретают минеральные удобрения в борьбе с болезнями, если они применяются в виде некорневых подкормок.

Таблица 42 – Влияние комплексного применения гербицида аминной соли 2,4Д и некорневых подкормок макроудобрениями на вредные организмы в посевах озимой пшеницы (1978-1982 гг.) (по Г. Р. Дорожке) (биологическая эффективность, %) предшественник – кукуруза на силос

Вариант опыта	Сорная растительность	Мучнистая роса	Корневые гнили
Аминная соль 2,4 - Д	49,9	20,5	18,9
Аминная соль 2,4-Д+ аммиачная селитра 5,0 кг/га	70,3	21,8	19,3
Аминная соль 2,4-Д+аммиачная селитра, 10,0 кг/га	71,6	20,2	20,5
Аминная соль 2,4-Д+аммиачная селитра, 15кг/га	74,0	19,0	20,3
Аминная соль 2,4-Д + суперфосфат 30 кг/га + калий сернокислый, 15,0 кг/га	72,7	17,4	14,7
Аминная соль 2,4-Д+аммиачная селитра, 15 кг/га+ суперфосфат, 30 кг/га + калий сернокислый, 15 кг/га	85,8	15,1	13,8

#### 4. Принципы и правила построения севооборотов

В основу разработки схем полевых, кормовых и специальных севооборотов положены следующие принципы их построения:

*Принцип адаптивности.* Предусматривает соответствие культур, возделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим условиям и перспективной структуре посевных площадей конкретного хозяйства с тем расчетом, чтобы биоклиматический потенциал полей удовлетворял все требования возделываемых растений в течение прохождения ими различных этапов органоценоза, что должно в конечном итоге, постепенно сказываться на количестве и качестве производимой продукции.

*Принцип биологической и хозяйственно-экономической целесообразности.* Определяет возможность использования в севообороте озимых или яровых форм зерновых культур, чистых или занятых паров, одновидовых или много видовых посевов однолетних или многолетних трав, беспокровных и подпокровных посевов, выводных полей, посевов промежуточных, сидератных, пропашных культур и т.д.

В зонах рискованного земледелия очень важен набор культур ----- севооборотах озимых. Которые заканчивают вегетацию первой половине вегетационного периода. Эти культуры хорошо используют накопленную в почве осенне-зимне-весеннюю влагу. Возделывание культур, которые формируют урожай во второй половине вегетационного периода. Часто в этих условиях наблюдается неравномерность выпадающих осадков: если первая половина вегетационного периода отличается осадками, то вторая половина засушливая и наоборот. Культуры наиболее эффективно используют влагу первой или второй половины вегитационного периода и делают сельскохозяйственное производство более стабильным и более экономически эффективным.

*Принцип плодосменности.* Этот принцип предполагает ежегодную смену культур из разных хозяйственно-биологических групп, существенно различающих их по биологии и технологии возделывания. Реализация этого принципа наиболее эффективна в плодосменных севооборотах со следующей структурой посевных площадей: зерновые культуры – 50%, бобовые – 25%, пропашные – 25%.

Ежегодная смена культур на поле различных по биологии и технологии обуславливает попадание культур в оптимальные условия по водному, пищевому и фитосанитарному состоянию. Например, озимая пшеница размещается по зернобобовой структуре, которая хорошо использует биологизированный азот, который сформировала бобовая культура в симбиозе с бактериями из рода ризобиум. Вредители, болезни, сорные растения, которые имели место в посевах бобовой культуры не находят пищу и питательную среду в посевах озимой пшеницы и их опуляция рексо сокращается. Далее из этого просто примера ясно, что правильно составленный плодосменный севооборот является мощным фактором управления состоянием той или иной возделываемой культуры и ее агроценозом.

*Принцип периодичности.* Предусматривает необходимость соблюдения возврата одной и той же культуры на прежнее место возделывания. Для большинства культур этот период не превышает 2-3 года, но у некоторых достигает 5-7 лет (табл.43).

Таблица 43 – Периоды возврата на прежнее место выращивания

Культура	Период возврата, лет
Зерновые (пшеница, рожь, ячмень, овес)	1-2
Просо, гречиха	2-3
Кукуруза	1
Зерновые бобовые (горох, вика, чина)	3
Картофель	1-2
Люпин	4-5
Сахарная свекла	3-4
Лен	5-6
Подсолнечник	6-7
Многолетние травы	3
Кормовые, корнеплоды	2-3
Табак	2-3
Рапс	3-4

*Принцип совместимости и самосовместимости.* Определяет возможность использования для основных культур предшественников одной и той же хозяйственно-биологической группы или повторных их посевов. Например, посев яровых зерновых после озимых или после яровой зерновой культуры другого вида, ячмень после яровой пшеницы или после овса и т.д., а также повторные посевы озимой или яровой

пшеницы после чистого пара, повторные посевы кукурузы, картофеля, риса в особых условиях агротехники.

*Принцип уплотненного использования пашни.* Предполагает включение в севообороты посевов промежуточных культур с целью увеличения коэффициента использования пашни. Этот принцип успешно реализуется в условиях интенсивного земледелия в районах достаточного увлажнения или на орошаемых землях для организации зеленого конвейера и сидерации. В южных районах возможно получение двух полноценных урожаев зерна, клубнеплодов и другой продукции.

С целью повышения плодородия почвы, во время сводное от возделывания основных культур севооборота, возделывают культуры на сидерат, которые в определенное время измельчаются и заделываются в почву, что повышает плодородие почвы на ближайшие 3-4 года.

*Принцип специализации.* Предусматривает возможность предельного, научно обоснованного насыщения севооборотов и одной или несколькими культурами из одной хозяйственно-биологической группы. Этот принцип успешно реализуется в условиях интенсивного земледелия для построения специализированных зерновых, картофельных и других севооборотов.

Выше перечисленные принципы построения севооборотов тесно взаимосвязаны друг с другом и подчинены разработки правильной научно обоснованной схеме чередования культур, отвечающей основным задачам конкретного хозяйства или его подразделения по производству той или иной продукции и повышению плодородия почвы при минимальных затратах труда и средств производства. При построении всех типов и севооборотов необходимо хорошее знание лучших предшественников для основных сельскохозяйственных культур, возможностей их использования на почвах с разным плодородием в конкретных климатических условиях и в зависимости от обеспечения земледелия средствами производства: удобрениями, техникой, семенами, препаратами для защиты растений и др.

### **Правила построения севооборотов.**

1. Ведущая культура севооборота размещается по лучшим предшественникам. Например, озимая пшеница, по парам, по зернобобовым культурам, ранним пропашным, занятым парам,

многолетним травам.

2. Под чистые пары отводят менее плодородные и более сложные в фитосанитарном состоянии поля. Не следует их размещать по пропашным и бобовым культурам.

3. Между колосовыми культурами по возможности размещаются пропашные и бобовые культуры.

4. Повторный посев ведущей зерновой культуры озимой пшеницы допускается после лучших предшественников. Например, пар чистый – озимая пшеница – озимая пшеница; люцерна – люцерна – озимая пшеница – озимая пшеница – донник – озимая пшеница – озимая пшеница.

5. Культуры, вызывающие ----- возвращают на прежнее поле через различные сроки: подсолнечник – через 7-8 лет, сахарную свеклу через 3-4 года, лен через 5-6 лет.

6. Подсолнечник и сахарную свеклу сеют с интервалами 2-4 года.

7. Из предшественников под яровые, зерновые культуры лучшее отводят под яровую пшеницу, затем под яровой ячмень и овес.

8. Зерновые, колосовые культуры являются хорошими предшественниками для пропашных культур – сахарная свекла, кукуруза на зерно и на силос, подсолнечник, бахчевые и многолетние травы.

## **5. Промежуточные культуры в севообороте**

В зависимости от периода произрастания растения, сроков посева и уборки промежуточные культуры делятся на пожнивные, озимые, подсевные и поукосные.

*Пожнивные* культуры высеваются летом, сразу после уборки основной культуры и дают урожай зеленой массы или другой продукции осенью того же года. Например, после уборки озимых или яровых в условиях Предгорного, Кочубеевского, Новоалександровского и др. районов на десятках тысяч гектаров высевают кукурузу и получают по 200-250 ц и более зеленой массы с гектара.

*Озимые* промежуточные культуры также высеваются летом после уборки основных культур, но дают урожай и убираются на корм весной следующего года. Например, озимая пшеница или озимая рожь на зеленый корм.

*Подсевные* промежуточные культуры высеваются весной под покров зерновых и др. культур и дают урожай в течение 2-4 лет. Например, подсев люцерны под покров ярового ячменя.

*Поукосные* культуры возделывают на полях, рано освобождающихся после уборки кормовых культур.

В зависимости от сроков посева они могут быть как основными, так и промежуточными. Если поукосные занимают большой период времени, их относят к основной, если меньше – к поукосной. Например, если после уборки озимой промежуточной культуры ржи на зеленый корм в конце мая высевается кукуруза или высаживается картофель. Это будет основная поукосная культура.

Включение промежуточных культур в севообороте существенно влияет на плодородие почвы, урожай последующих культур, на общую продуктивность и экономические показатели севооборота.

*Сборное поле* – поле, на котором возделывают две и более культур называют сборным.

*Повторная культура* – культура, возделываемая на одном поле 2-3 года.

*Культура по пласту* – культура, возделываемая после многолетних трав.

*Культура по обороту пласта* – культура, возделываемая на второй – третий год после культуры по пласту.

*Промежуточные культуры* – культуры, возделываемые на полях в промежутке времени, свободные от возделывания основных культур севооборота.

*Пожнивные культуры* – возделываемые по жнивью.

*Озимая промежуточная культура* – рано убираемые озимые культуры, после которых размещают основную культуру севооборота.

*Подсевные промежуточные культуры* – подсеянные под покров основной культуры.

*Поукосные промежуточные культуры* – высевают после скашивания кормовых культур.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение научно-обоснованному севообороту.
2. Что такое ротация севооборота?

3. В чем заключается сущность статьи А. Т. Болотова «О разделении полей»?
4. Дайте определение чистому пару, черному пару, почвозащитному черному пару, раннему пару, занятому пару.
5. Охарактеризуйте следующие культуры в качестве предшественников: озимая пшеница, озимый ячмень, горох, соя, кукуруза на силос, кукуруза на зерно, сахарная свекла, подсолнечник.
6. Проведите дифференциацию полевых культур по их влиянию на плодородие почвы.
7. Причины чередования культур в севообороте по Д. Н. Прянишникову.
8. В чем сущность комплексного применения пестицидов и минеральных удобрений?
9. Роль промежуточных культур в севообороте.
10. Дайте расшифровку следующим определениям: повторная культура, культура по пласту, культура по обороту пласта, пожнивная культура, поукосная культура, озимая промежуточная культура, подсевная культура.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Власова, О. И. Плодородие черноземных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья / О. И. Власова. – Ставрополь : «Агрис», 2014. – 306 с.
2. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А. А. Жученко. – М. : «АГРУС», 2004. – 1110 с.
3. Земледелие Ставрополя / Под редакцией доктора с.-х. наук, профессора Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрис», 2011. – 284 с.
4. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополя / Под ред. доктора с.-х. наук, проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь «Агрис», 2012. – 286 с.
5. Системы земледелия Ставрополя / Под редакцией академика РАН и РАСХН А. А. Жученко и члена-корр. РАСХН В. И. Трухачева. – Ставрополь, «Агрис», 2011. – 842 с.
6. Сорные растения и меры борьбы с ними / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, 1992. – 112 с.
7. Сорные растения в агрофитоценозах полевых культур меры борьбы с ними / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, М. С. Голоусов, В. М. Передериева. – Ставрополь. – 2004. – 50 с.

## Лекция 10. СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

*План:*

- 1. Основные задачи обработки почвы.*
- 2. Способы механической обработки почвы.*
- 3. Приемы механической обработки почвы.*

### **1. Основные задачи обработки почвы**

В первобытном обществе человек начал переходить от сбора плодов, охоты к постоянному возделыванию растений, то есть к земледелию. И уже тогда люди знали, что растения лучше растут на разрыхленной, свободной от сорняков почве, то есть обработанной, чем на необработанной. Безусловно, что первые орудия для обработки почвы были примитивные и этот период относится к неолиту (около 7000-5000 лет до н.э.). Первым орудием была заостренная палка, которая в дальнейшем превратилась в лопату. От заостренной палки через мотыгу совершенствование орудий для обработки почвы выходит на деревянный плуг, с использованием тягловой силы прирученных домашних животных – волов, лошадей и др. Изобретение плуга было большим прогрессом в жизни человека, так как это позволило обрабатывать сравнительно большие площади. Земледелец в таких условиях мог произвести больше продукции, чем ему требовалось для пропитания. А это уже в далекой древности приводило к разделению труда.

Деревянный плуг и в настоящее время применяется в отдельных слабо развитых странах Азии и Африки. Плуг, как почвообрабатывающее орудие, с железным лемехом, отвалом в Европе получил распространение только в 18 веке.

Железный плуг в Европе был изобретен в конце 18 – начале 19 веков. С появлением железного плуга земледелие достигло значительного подъема.

До появления железного плуга глубина обработки почвы находилась в пределах 10-12 см, а с появлением железного плуга обработка стала возможна на 12-15-25 и даже 30 см. Уже тогда стали применять «двойную вспашку», когда в одной борозде идут два плуга – один за другим. Таким образом, уже в начальный период развития земледелия применялся прием, позволяющий обрабатывать почву на

значительную глубину.

С развитием в Европе промышленности в середине 19 века началось серийное производство железных плугов. В 1863 году немцем Саком был изобретен первый плуг на колесах, что позволило вести обработку почвы на заданную глубину. Изобретение плуга с двигателем, впоследствии от которого произошел трактор, со всеми его навесными и прицепными орудиями положило основу прогресса в земледелии, который и в настоящее время постоянно видоизменяется и совершенствуется.

Научно обоснованная обработка почвы является важнейшим элементом и представляет собой механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий, с целью создания оптимальных условий для культурных растений путем направленного изменения ее водно-воздушного, теплового и питательного режимов.

Правильная обработка почвы оказывает положительное влияние на сложение пахотного слоя, на водопрочность структуры, ее водный, воздушный и тепловой режимы, на биологические и биохимические процессы, способствует уничтожению сорной растительности, вредителей и болезней.

Нарушение технологии обработки почвы вызывает уплотнение и переуплотнение почвы, формирование так называемой «плужной подошвы», разрушение структуры, а это вызывает изменение в неблагоприятную для культурных растений сторону водного, воздушного, теплового и питательного режимов. А все это приводит к явлениям эрозии и дефляции.

Основными задачами обработки почвы являются:

1. Изменение строения пахотного слоя почвы и ее структурного состояния с целью создания благоприятного водно-воздушного и теплового режимов для роста и развития культурных растений.

2. Усиление биологической активности, пищевого режима почвы, круговорота питательных веществ путем извлечения их из более глубоких горизонтов.

3. Уничтожение сорных растений, некоторых вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур.

4. Заделка в почву растительных остатков, органических и минеральных удобрений.

5. Лишение жизнеспособности многолетней растительности при обработке целинных и залежных земель, пласта многолетних трав.

6. Создание условий для заделки семян культурных растений на оптимальную глубину и их дружного прорастания.

7. Защита почвы от эрозии и дефляции.

Правильная механическая обработка почвы имеет важное значение в повышении эффективного плодородия почвы. Она является одной из важнейших дорогостоящих производственных операций в земледелии.

Любой прием обработки почвы оказывает существенное влияние на строение и плотность всего или части пахотного слоя почвы. Правильно обработанная почва хорошо пропускает и аккумулирует воду как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы. В условиях крайне засушливой и засушливой зон Ставропольского края задача обработки почвы заключается не только в том, чтобы накопить наибольшее количество влаги, но и в том, чтобы ее сохранить в почве, чтобы ее было достаточно на весь вегетационный период культуры. При условии переувлажнения задача обработки почвы состоит в отводе излишков влаги и создании благоприятного водно-воздушного режима почвы.

Механическая обработка почвы является одним из основных средств уничтожения нежелательной сорной растительности, она способствует максимальной эффективности вносимых удобрений, применяемых средств защиты растений, чередования культур, мелиоративных мероприятий и т.д. Чрезмерная механическая обработка почвы практически на всех типах почв ведет к усиленным окислительным процессам и, в конечном итоге, к потере гумуса. А это, в свою очередь, снижает качественные показатели физического состояния почвы – структуры, ее водопропускности, аэрации, водопроницаемости и т.д. Это приводит к смыву, размыву и выдуванию почвы. Движение по полю сельскохозяйственной техники приводит к уплотнению и переуплотнению почвы.

Механическая обработка почвы требует больших материальных и финансовых затрат. Поэтому совершенствование приемов и систем обработки почвы в разрезе зон с целью снижения кратности и глубины обработки является одной из важнейших задач земледелия Ставрополья.

## 2. Способы механической обработки почвы

Важнейшей задачей обработки почвы является ее рыхление. Почва под воздействием машин и орудий при обработке, внесении удобрений, проведении защитных мероприятий, уборке и т.д. уплотняется. Уплотнение происходит и под влиянием погодных условий из-за недостатка воды в почве, в результате чего ухудшается структурное состояние почвы, ее спелости. Причиной этому является недостаточный запас влаги и плохая аэрация почвы.

Содержание гумуса в почве играет решающую роль в интенсивности рыхления. Чем больше гумуса в почве, тем выше структура и благоприятнее сложение почвы, и, в большинстве случаев, сравнительно долго сохраняет разрыхленное состояние. При низком содержании гумуса в почве сразу после обработки ее наблюдается высокая пористость, но это состояние продолжается непродолжительное время и такая почва скоро вновь возвращается к исходному плотному состоянию и требует опять разрыхления. Это приводит к повышенным затратам труда и средств и значительно удорожает производимую продукцию.

Разрыхление почвы усиливает процессы аэрации, а последнее приводит к усилению микробиологической деятельности. Микроорганизмы ускоряют минерализацию органической части почвы: растительных остатков, детритов, гумуса и в результате этого освобождаются нужные для растений минеральные соединения, которые до этого были в недоступном для растений состоянии. Чем интенсивнее почва обрабатывается, тем сильнее происходят процессы минерализации гумуса, имеется в виду, при нормальном водном режиме почвы. При возделывании пропашных культур, когда механическое воздействие на почву сравнительно интенсивное, минерализация в почве гумуса происходит примерно вдвое сильнее, чем при возделывании, например, зерновых озимых культур. Поэтому при столь интенсивном использовании пашни необходимо заботиться о постоянном и достаточном внесении в нее органических и минеральных удобрений.

Качество обработки существенно зависит от технологических свойств почвы, так как они определяют степень ее оборачиваемости, крошения, рыхления, перемешивания и уплотнения. В земледелии к

технологическим свойствам почвы относят: связность, пластичность, липкость и физическую спелость.

*Связность почвы* – это способность ее противостоять механическому воздействию. Связность почвы зависит от влажности, солонцеватости, гранулометрического состава. Наиболее высокой связностью обладает почва тяжелого гранулометрического состава при низкой влажности. Такие почвы плохо крошатся. При оптимальной влажности крошение возрастает. Дальнейшее увеличение влажности такой почвы приводит к нарастанию пластичности и липкости, при этом почва практически не крошится, прилипает к рабочим органам орудий, увеличивает сопротивление (табл. 44).

Таблица 44 – Границы влажности старопахотных среднесуглинистых почв, обеспечивающих качество обработки (А. Ф. Пронин),  
% массы абсолютно сухой почвы

Почвы	Границы влажности почвы		Интервал влажности агротехнически допустимого качества обработки почвы
	нижняя (глыбообразная)	верхняя (залипание)	
Черноземы	13	25	15-24
Каштановые	12	24	13-23
Каштановые солонцеватые	12	21	13-20

Интервал влажности агротехнически допустимого качества обработки почвы для черноземов составляет 15-24, каштановых-13-23, каштановых солонцеватых –13-20 % от массы абсолютно сухой почвы.

*Липкость почвы* – это способность ее прилипать во влажном состоянии к рабочим органам почвообрабатывающих орудий. При обработке почвы липкость играет отрицательную роль, вызывая залипание рабочих органов, увеличивая тяговое сопротивление и снижая качество технологических операций.

При обработке сухих и переувлажненных почв тяжелого гранулометрического состава (глинистых и суглинистых) разрушается ее структура. Поэтому очень важно выбрать оптимальный срок обработки, так как эти почвы можно обрабатывать при узком интервале оптимальной влажности, при более низких показателях связности и пластичности.

Почвам легкого гранулометрического состава (песчаные, супесчаные) присущи совершенно другие свойства. В сухом состоянии они не обладают связностью. Увлажнение их ведет к некоторому росту связности за счет образования водных пленок на поверхности частиц, но при дальнейшем увеличении влажности связность падает. Почвы легкого гранулометрического состава пластичностью почти не обладают, поэтому их можно обрабатывать в более широком диапазоне влажности. Интервал влажности, при котором почва при обработке с наименьшими усилиями хорошо крошится и не прилипает к орудиям обработки, называют физической спелостью. Обработка физически спелой почвы позволяет получать лучшее качество крошения, рыхления и перемешивания, обеспечивая повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Под пригодностью почвы обработке понимают также их удельное сопротивление, которое они оказывают орудиям обработки в зависимости от вида почвы, содержания воды и гумуса. Рыхлые гумусированные песчаные почвы по этому показателю диаметрально противоположны связным глинистым почвам.

В определенные периоды на тяжелых почвах особенно трудно добиться гомогенного мелкокомковатого строения. Решающую роль при этом играет содержание глинистых фракций почвы. Вследствие очень малого размера частиц глинистая фракция, наряду с важнейшими сорбционными свойствами развивает большие поверхностные силы, которые являются основой поглощения и отдачи воды, липкости и связности, а также способствуют сжатию и набуханию почвенной массы. При сжатии в таких почвах образуются трещины, которые осуществляют разрыв корневой системы возделываемых культур и усиленное испарение влаги с почвенных и подпочвенных слоев.

Оптимальная влажность для обработки тяжелых почв находилась в пределах 50 % полевой влагоемкости. Суглинки можно хорошо обрабатывать в более широком интервале влажности – 40-60 % наименьшей влагоемкости.

Наряду с гранулометрическим составом и влажностью почвы качество обработки почвы зависит от структуры и сложения почвы. Последние могут значительно расширить интервал влажности, пригодности почвы к оптимальной обработке, например, механическим

составом, как в сторону увлажнения. Так, хорошо оструктуренная почва с высокой пористостью может лучше поглощать избыточное количество влаги, чем уплотненная. То же самое происходит при высыхании почвы. Чем выше пористость почвы, тем шире пределы пониженной влажности, при которых возможна обработка почвы. Это имеет большое практическое значение. Так, например, дискование тяжелой почвы сразу после уборки зерновой культуры с целью ее разрыхления и уничтожения сорняков позволяет качественно проводить основную обработку под посев озимых культур при сравнительно низкой ее влажности.

Достаточное обеспечение почвы органическим веществом играет существенную роль в формировании структуры, которая положительно влияет на пригодность почвы к механическим обработкам. Решающую роль в этом также играют следующие агротехнические условия: углубление пахотного слоя почвы, интенсивность обработок, севооборот и способ использования выращиваемых культур.

Механическое воздействие на почву почвообрабатывающими орудиями (плугами, дисковыми и зубowymi боронами, культиваторами и др.), в результате которого происходит подрезание пласта, крошение, разрыхление, уплотнение ниже лежащего слоя почвы, называют *технологическими операциями*. То или иное почвообрабатывающее орудие оказывает определенное воздействие, и задача агронома заключается в том, чтобы обработку проводить таким орудием, так воздействовать на почву, чтобы в ней формировались оптимальные условия для растений, то есть чтобы почва была хорошо аэрирована, хорошо прогревалась, уничтожались сорняки, сохранялась влага или устранялись ее избытки при переувлажнении и т.д.

При обработке почвы орудиями наблюдаются следующие технологические операции: оборачивание, крошение, рыхление, перемешивание, уплотнение, выравнивание, подрезание сорняков, нарезка борозд и гребней, сохранение стерни на поверхности почвы.

Оборачивание почвы – это взаимное перемещение слоев или горизонтов почвы в вертикальном направлении. Цель оборачивания – заделка в почву надземных остатков растений, удобрения, семян сорняков, болезнетворных начал, вредителей сельскохозяйственных культур.

В процессе возделывания сельскохозяйственных культур под воздействием осадков, солнечной инсоляции, передвигающейся по полю сельскохозяйственной техники, происходит дифференциация пахотного слоя.

Как правило, верхняя часть почвы становится более распыленной и уплотненной по сравнению с нижней. При оборачивании эта часть почвы сбрасывается на дно борозды, а наверх перемещается нижний оструктуренный слой. Оборачивание более глубоких подпахотных слоев на черноземных почвах способствует окультуриванию в пахотной части и, таким образом, увеличению мощности пахотного слоя почвы. При этом нижние слои почвы имеют лучшие физические свойства и практически не имеют семян сорняков. Верхние части пахотного слоя имеют большое количество питательных веществ, чем нижние. Попадая в нижние слои, питательные вещества верхнего слоя лучше используются корневой системой растения.

Частота оборачивания почвы и глубина перемещения пахотного и подпахотного слоев должны меняться в зависимости от природных условий, засоренности полей, особенно корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, и возделываемых культур.

Но оборачивание почвы не всегда полезно. В засушливых условиях Ставропольского края в весенне-летнее время при перемещении более влажного слоя на поверхность почвы последняя быстро высыхает и легко поддается дефляции, что приводит к резкому снижению плодородия почвы.

Оборачивание почвы осуществляется отвальными орудиями - плугами, луцильниками.

*Рыхление* – это изменение взаимного расположения почвенных отдельностей с образованием более крупных пор. Рыхление увеличивает пористость и аэрацию почвы. В рыхленной почве улучшается водный и воздушный режимы, усиливается деятельность почвенной биоты, активнее идут процессы разложения органических веществ, в результате которых накапливаются в почве питательные элементы, доступные для растений.

Особое значение рыхление имеет для более глубокого проникновения корневой системы растений. При мощном развитии корневой системы растений в рыхленном слое она способна в

большем количестве и на большую глубину проникать в более плотные подпахотные слои почвы, что играет существенную роль в обеспечении растений водой и питательными веществами. Каждая сельскохозяйственная культура требует определенной оптимальной рыхлости почвы. Пропашные культуры – свекла, кукуруза, подсолнечник, картофель и др. – требуют более разрыхленной почвы, а культуры сплошного сева – пшеница, ячмень, овес, просо и др. – требуют более плотной почвы. Выпадение осадков, передвижение по полю сельскохозяйственной техники способствуют уплотнению почвы, поэтому рыхление должно периодически повторяться, количество рыхлений зависит от типа почвы, ее гранулометрического состава, оструктуренности, степени и характера засоренности полей и возделываемых культур.

Рыхление почвы осуществляется плугами, дисковыми и зубowymi боронами, лущильниками, культиваторами и др. сельскохозяйственной техникой.

*Крошение* – это разрушение крупных комков и глыб на более мелкие отдельные части для меньшего испарения влаги, лучшего контакта с почвой семенного материала, лучшей аэрации почвы, предотвращения явлений дефляции и эрозии.

Крошение почвы происходит при работе практически всех почвообрабатывающих орудий. При интенсивной необоснованной обработке почвы крошение сопровождается образованием в большом количестве пылевидной фракции, которая легко выдувается и вымывается из почвы, то есть приводит к дефляции и эрозии.

*Перемешивание* – это изменение взаимного расположения почвенных отдельных частей, растительных остатков, органических и минеральных удобрений, гербицидов, обеспечивающее однородное состояние обрабатываемого слоя почвы. Перемешивание создает в почве условия для лучшей минерализации органических веществ и более полного использования труднодоступных питательных веществ за счет активизации в пахотном слое деятельности микроорганизмов.

Перемешивание почвы не допускается на эрозионно опасных и дефляционно опасных полях при необходимости создания уплотненной прослойки в профиле пахотного слоя для сокращения испарения воды, при оставлении после обработки стерни на поверхности почвы, а также

при послойном и локальном внесении органических и минеральных удобрений. Перемешивание почвы осуществляется почвенными фрезами, дисковыми луцильниками и боронами, культиваторами, плугами и т.д.

*Уплотнение* – это процесс, противоположный рыхлению почвы, необходимый для изменения взаиморасположения почвенных отдельностей с образованием мелких пор. В результате уплотнения почвы осуществляется более тесное размещение почвенных агрегатов, увеличивается капиллярная и уменьшается некапиллярная и общая пористость.

Уплотнение чаще всего необходимо на почвах легкого гранулометрического состава, только что обработанных перед посевом большинства культур, особенно мелкосемянных. Этот прием наиболее эффективен в засушливых условиях. Уплотнением добивается создание твердого ложа для семян сельскохозяйственных культур, что обеспечивает более благоприятные условия для их прорастания. В уплотненном слое создаются капилляры и за счет менисковых сил к семенам, лучше подтягивается влага.

Послепосевное уплотнение способствует лучшему соприкосновению семян с почвенными частицами, поэтому семена в таких условиях быстрее дают дружные всходы. После уплотнения почвы всходы культуры на несколько дней появляется раньше и увеличивается полевая всхожесть семян. Для культур с мелкими семенами (люцерна, донник и др.) уплотнение почвы надо проводить до посева, чтобы обеспечить заделку семян на одинаковую глубину. Уплотнение верхнего слоя почвы предупреждает выдувание мелких частиц почвы.

Выравнивание обеспечивает устранение неровностей поверхности почвы. При этом создаются условия для посева и ухода за посевами. На поле с невыровненной поверхностью практически невозможно добиться равномерности заделки семян: одни заделываются глубоко, другие мельче или даже остаются на поверхности почвы. В таком случае появляются недружные всходы и изреженные, что уже заведомо ведет к недобору урожая. Гребнистая или глыбистая поверхность почвы испаряет влаги больше, чем выровненная. Поэтому, особенно в засушливых условиях, одновременно с пахотой, культивацией или

лущением необходимо проводить боронование, шлейфование или прикатывание при весенне-летних обработках почвы. Выровненность поля и мелкокомковатое состояние почвы положительно влияет на ее тепловой режим.

Выравнивание поверхности почвы широко применяется при подготовке поля к поливу и называется в земледелии такой прием планировкой. В этом случае создаются условия для обеспечения равномерного распределения воды при поливе по полю.

Подрезание сорняков обычно совмещается с выполнением оборачивания, рыхления, перемешивания и выравнивания почвы. Для борьбы с корневищными, корнеотпрысковыми сорняками применяют многократные подрезания по мере их отрастания.

Для подрезания сорняков используют плуги, культиваторы.

Создание микрорельефа путем нарезки борозд, гребней, гряд проводится в зоне избыточного увлажнения для отвода воды, регулирования воздушного, теплового и питательного режимов почвы и сохранения ее от эрозии. На тяжелых почвах при переувлажнении складываются неблагоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур – нехватка кислорода, избыток углекислоты, недостаток питательных веществ из-за замедленных микробиологических процессов. Переувлажнение почвы тяжелого гранулометрического состава весной долго остаются холодными, то есть плохо прогреваются. Поэтому нарезка борозд, гребней и гряд позволяет увеличить мощность пахотного слоя и коренным образом улучшить обеспеченность растений факторами жизни – водой, теплом, воздухом и питательными веществами.

Сохранение стерни на поверхности почвы играет большую роль при возделывании сельскохозяйственных культур на почвах, подверженных дефляции и эрозии. Стерня, оставленная при обработке почвы, предохраняет ее от выдувания, задерживает максимальное количество снега, уменьшает глубину промерзания почвы и улучшает водный режим полей в засушливых условиях. Чтобы сохранить стерню на поверхности почвы используют противоэрозионную технику – глубокорыхлители-плоскорезы, культиваторы-плоскорезы, бороны игольчатые, сеялки стерневые.

*Способ механической обработки почвы* – это характер и степень

воздействия рабочими органами почвообрабатывающих машин и орудий наслоение, генетическую и антропологическую разнокачественность обрабатываемого слоя почвы в вертикальном направлении.

*Различают следующие способы:*

*Отвальный* – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий и машин на почву с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя, с целью изменения местоположения разнокачественных слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением и перемешиванием, подрезанием подземных и заделкой надземных органов растений и удобрений в почву;

*Безотвальный* – воздействие рабочими органами почвообрабатывающих орудий или машин на почву без изменения расположения генетических горизонтов и дифференциации обрабатываемого слоя по плодородию в вертикальном направлении, с целью рыхления почвы, подрезания подземных, сохранение надземных органов растений на поверхности почвы. При этом способе на поверхности почвы сохраняется стерня;

*Роторный* – воздействие на почву вращающимися рабочими органами почвообрабатывающих орудий или машин с целью устранения дифференциации обрабатываемого слоя по сложению и плодородию активным крошением и тщательным перемешиванием почвы, растительных остатков и удобрений, с образованием гомогенного (однородного) слоя почвы;

*Комбинированные способы* – различные сочетания по горизонтам и слоям почвы, и также срокам осуществления безотвального, отвального и роторного способов обработки.

Применение того или иного способа обработки обусловлено ее задачами, погодными условиями, типом почвы и степенью ее окультуренности, требованиями возделываемых культур.

Крошение достигается путем обработки почвы орудиями с созданием в ней наиболее благоприятных теплового, водно-воздушного, микробиологического и пищевого режимов. Важный показатель качества обработки – агрегативный состав почвы, т.к. степень ее дисперсности определяет удельную поверхность частиц, с которой

связан весь комплекс физико-химических процессов, способствующих получению высоких урожаев. Кроме того, необходимо, чтобы вся дисперсивно-коллоидная часть почвы находилась в виде водоустойчивых микро- и макроагрегатов, образующих ее структуру.

По данным профессора П.У. Бахтина, высшему качеству обработки почвы соответствует 90...100 %-ное содержание комков размером не более 50 мм и менее 5 % пыли (частицы менее 0,25 мм), хорошему качеству, соответственно – 70... 90 % комков и 5...10 % пыли, а удовлетворительному -50...70 % комков и 10... 15% пыли.

При работе машин различных типов степень крошения почвы колеблется от 35 до 90 %, однако вероятность обработки всего поля с требуемой степенью крошения (например, 70 % комков менее 50 мм для отвальных плугов) составляет лишь 20...25% из-за широкого варьирования её физико-механических свойств. Действие рабочих органов большинства почвообрабатывающих орудий можно свести к работе двух- и трехгранного клина в почве, который в общем случае служит для разрушения почвы.

Плуг остается орудием, грубо крошащим почву, в то же время он в достаточной мере хорошо мобилизует то крошение, которое совершалось в почве под влиянием попеременного увлажнения, высыхания почвы, замораживания и оттаивания, работы землероев и червей, обитающих в почве, и деятельности корневых систем растений. Отрезая пласт почвы лемехом, поднимая его на кривую поверхность отвала, плуг сжимает пласт. При распределении сжатого и слегка перекрученного пласта на поле это дополнительное переуплотнение переводит почву в состояние, близкое к рыхлоструктурному.

Следовательно, вспашка почвы заключается в работе, совершаемой против сил трения металл – почва и сцепления почвенных частиц. Силы трения и сцепления частиц почвы тесно связаны с влажностью и дисперсностью почвенных частиц, структурностью и плотностью.

Дальнейшее совершенствование почвообрабатывающих машин в связи с разработкой энергосберегающих технологий пошло по пути создания плоскорезных и безотвальных орудий, действие которых основано на работе двухгранного клина. Такие типы орудий в значительной степени сохраняют стерню на поверхности поля, что

является защитным буфером от дефляционных и эрозионных процессов. Однако крошащее действие безотвальных и плоскорезных орудий в зоне прохода стойки и между стойками неодинаково при различной влажности в пахотном слое. Так, обработка среднесуглинистого обыкновенного чернозёма при влажности близкой к влажности завядания (9,2 %) плугом со стойками СибИМЭ как в зоне прохода стоек, так и в межстоечном пространстве происходит лучшее крошение почвы, чем чизельный плуг ПЧ-4,5, однако оба орудия хуже крошат почву по сравнению с отвальным плугом.

При рассмотрении сложения почвенного профиля пахотного слоя после основной обработки обыкновенного среднесуглинистого чернозёма при влажности – 14,0 % (рис. 7) установлено, что все безотвальные орудия удовлетворительно крошат почву только в зоне прохода рабочих стоек и плоскорезующих лап. При этом плоскорез и стойка СибИМЭ создают достаточно выровненное дно борозды, а чизель и наклонная стойка оставляют необработанный гребень в межстоечном пространстве высотой до 10 см, что при контурной обработке полей поперек склона служит фактором стабилизации и накопление влаги от подпрофильного стока осадков. Вместе с тем, при обработке почвы чизелем в зоне прохода стойки формируется наибольшая поверхностная глыба.

Отвальные орудия наиболее равномерно крошат почву по профилю, при этом наибольшее количество крупных глыб располагается на поверхности пахоты. При этом угол укладки пласта винтовыми отвалами больше, чем при обработке культурным плугом.

С увеличением влажности пахотного слоя до 19,5 % (рис. 8) расширяется зона оптимального крошения почвы по линии прохода стоек и в межстоечном пространстве безотвальных орудий, а также при обработке отвальными орудиями. Гребнистость дна при обработке чизелем и наклонной стойкой несколько сглаживается, однако поверхностная глыба при обработке чизелем в зоне прохода стоек и при отвальной обработке сохраняется.

Исследование степени крошения почвы после основной обработки при различной влажности (14 % и 19,5 %) в пахотном слое показали, что только фреза ФБН-1,5 создаёт 100 %-е крошение.

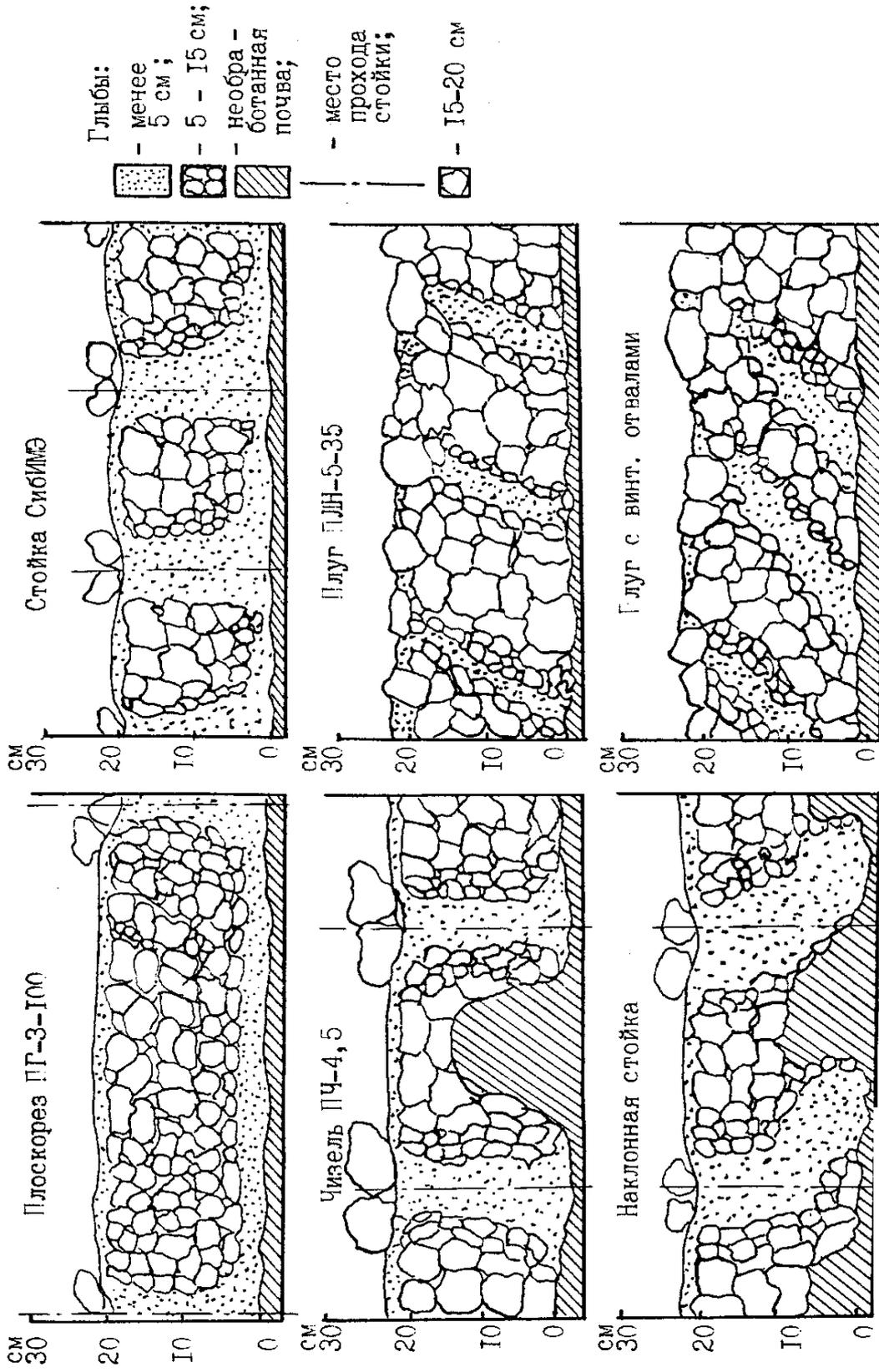


Рис. 7  
 жение пахотного слоя исушенной почвы после основной обработки различными  
 диями

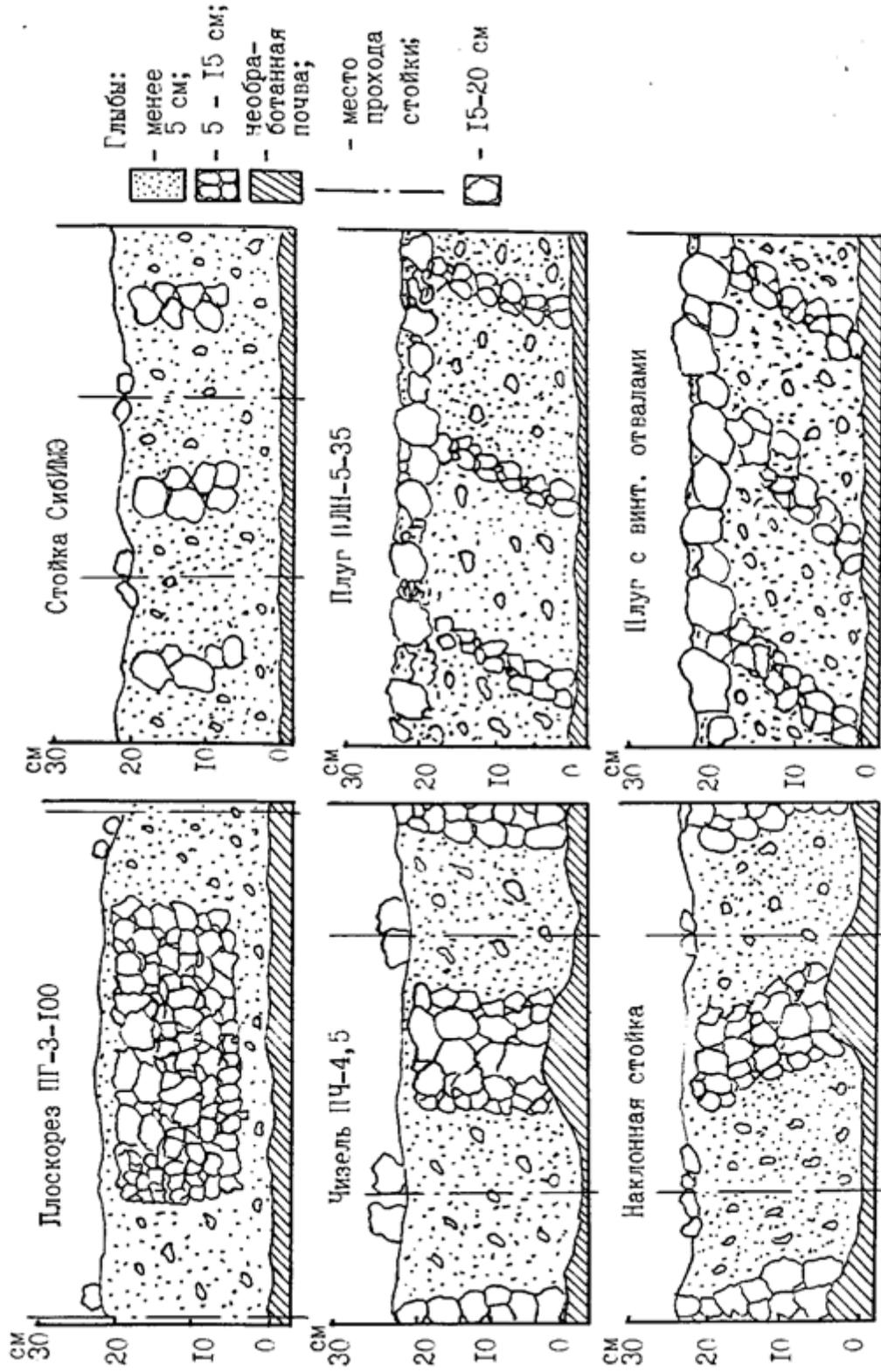


Рис.8 Сложение пахотного слоя при оптимальной влажности почвы после основной обработки

При влажности почвы в слое 0-20 см –14 % отвальное орудие лучше крошит почву, чем безотвальные, кроме того, при обработке чизельным плугом ПЧ-4,5 и плугом с наклонной стойкой образуется глыба более 25 см.

При влажности 19,5% удовлетворительное крошение (более 70 % комков менее 5 см) отмечается при обработке чизельным плугом, стойками СиБИМЭ и наклонными стойками, отвальные орудия хуже крошат почву. Поэтому на почвах повышенной влажности предпочтение при обработке должно отдаваться безотвальным орудиям.

### **3. Приемы механической обработки почвы**

Однократное воздействие на почву различными почвообрабатывающими орудиями тем или иным способом с целью осуществления одной или нескольких технологических операций на определенную глубину называют приемом обработки почвы.

В земледелии, в зависимости от глубины обработки почвы, выделены четыре группы приемов:

*1 группа* – приемы поверхностной обработки почвы до 8 см глубины.

Боронование осуществляет крошение, рыхление, перемешивание и выравнивание поверхности почвы, повреждение и уничтожение проростков и всходов сорняков. Этот прием осуществляется различными видами борон – зубowymi, сетчатыми и игольчатыми (рис. 9).

*Культивация* – это проведение крошения, рыхления, перемешивания и подрезания корней сорняков. Этот прием осуществляется культиваторами с различными рабочими органами – универсальными стрельчатыми, рыхлительными и плоскорезными лапами (рис. 10).

Шлейфование – выравнивание поверхности почвы орудиями, состоящими из нескольких рядов брусьев, соединенных цепочками с зубьями на переднем брусике или с ножом-скребком с регулятором наклона (рис. 9).

Дискование проводится дисковыми боронами с вращающимися сферическими дисками. Они крошат, рыхлят, частично оборачивают и перемешивают почву, подрезают сорняки и заделывают семена сорняков в почву (рис. 11).

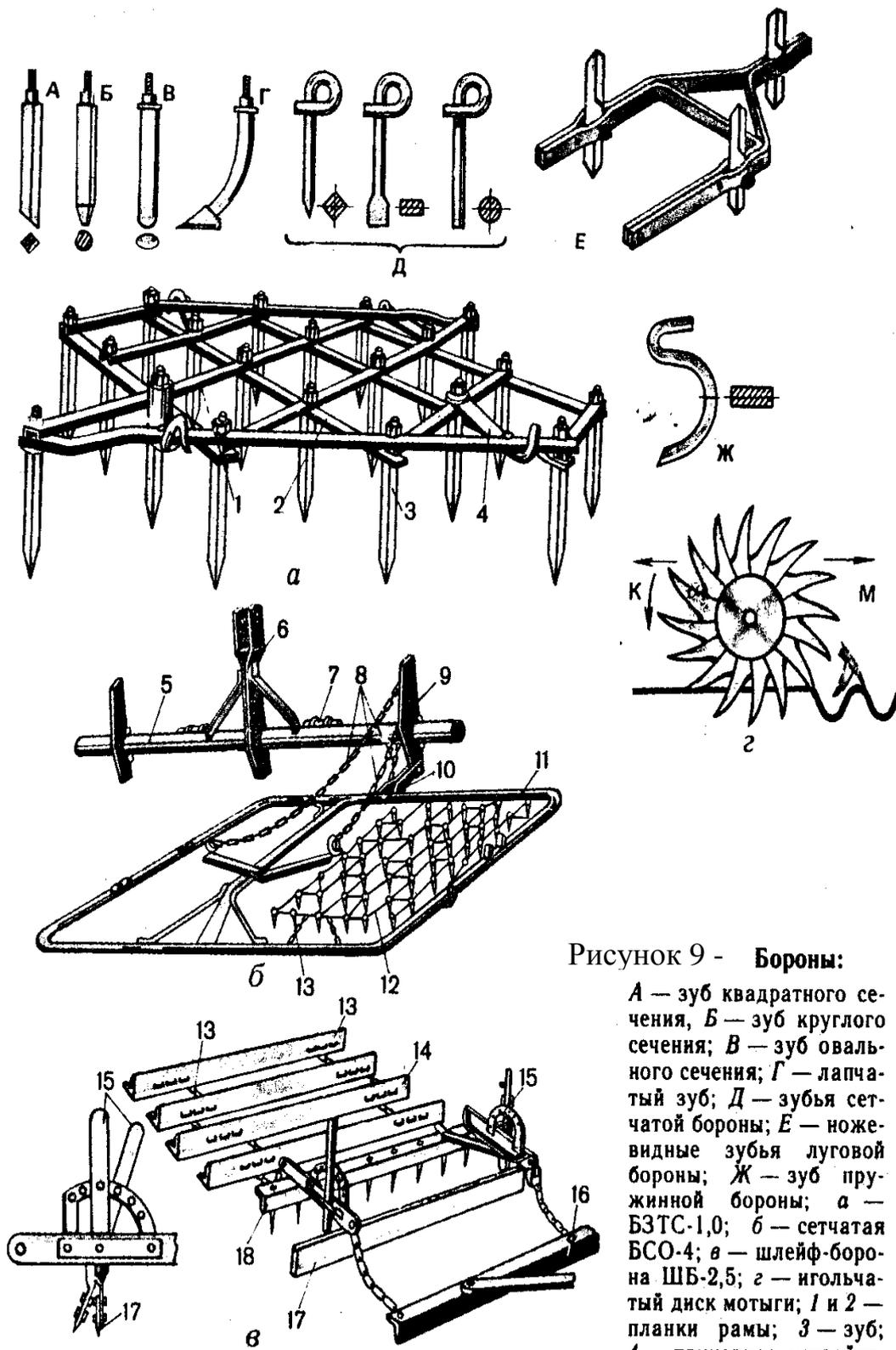
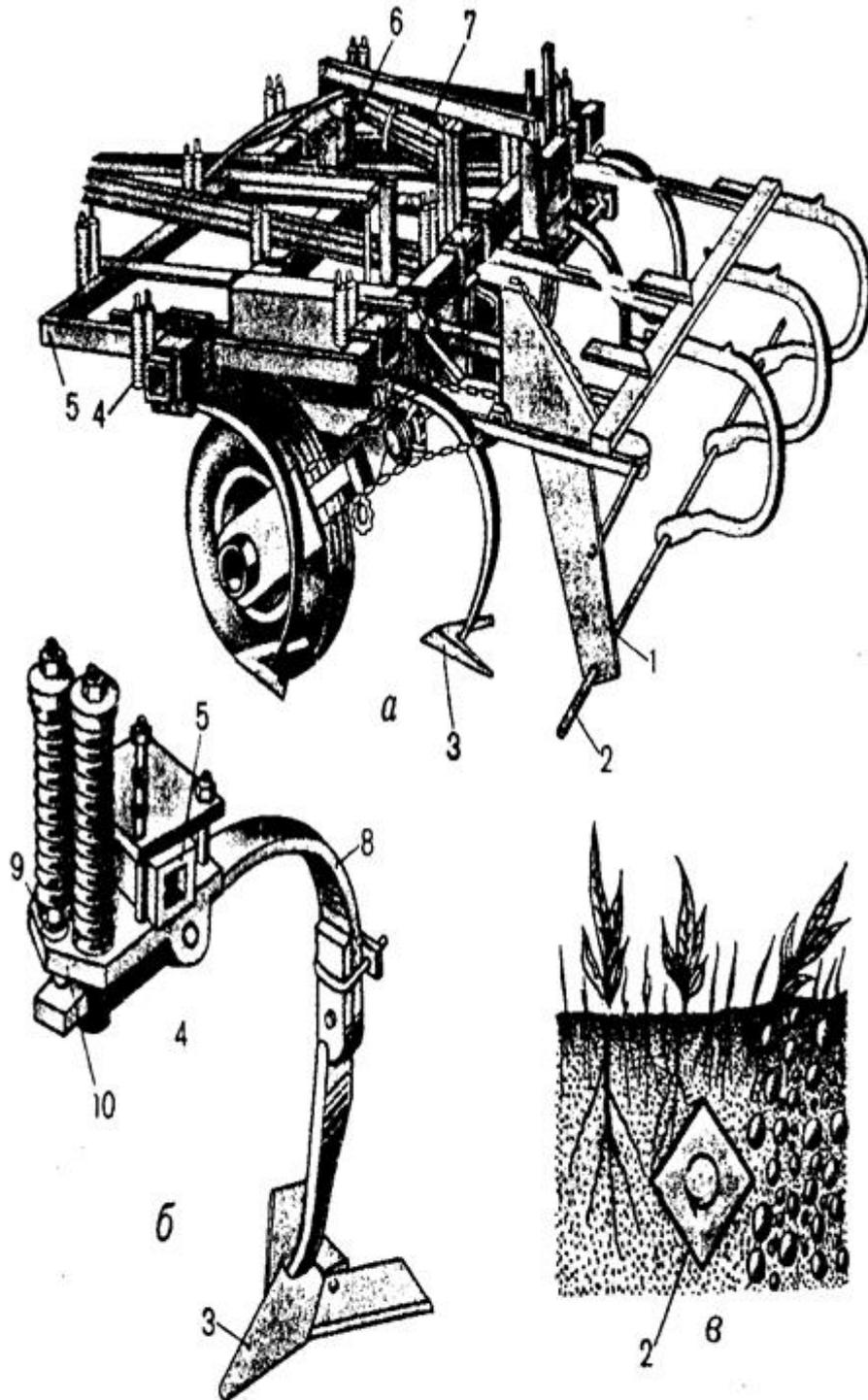


Рисунок 9 - Бороны:

А — зуб квадратного сечения, В — зуб круглого сечения, В — зуб овального сечения; Г — лапчатый зуб; Д — зубья сетчатой бороны; Е — ножевидные зубья луговой бороны; Ж — зуб пружинной бороны; а — БЗТС-1,0; б — сетчатая БСО-4; в — шлейф-борона ШБ-2,5; г — игольчатый диск мотыги; 1 и 2 — планки рамы; 3 — зуб; 4 — прицепное устройство; 5 — брус навески;

6 — стойка; 7 — палец; 8 и 13 — цепи; 9 — кронштейн; 10 — тяга; 11 — рамка; 12 — сетчатое полотно; 14 — шлейф; 15 — рычаг; 16 — вага; 17 — нож; 18 — грабли.



**Рис. 10** Культиватор КПЭ-3,8А со штанговым приспособлением:  
*а* — общий вид; *б* — рабочий орган; *в* — схема технологического процесса штанги;  
 1 и 10 — кронштейны; 2 — штанга; 3 — стрельчатая лапа; 4 — пружины; 5 — рама;  
 6 — упор; 7 — гидроцилиндр; 8 — упругая стойка; 9 — болт.

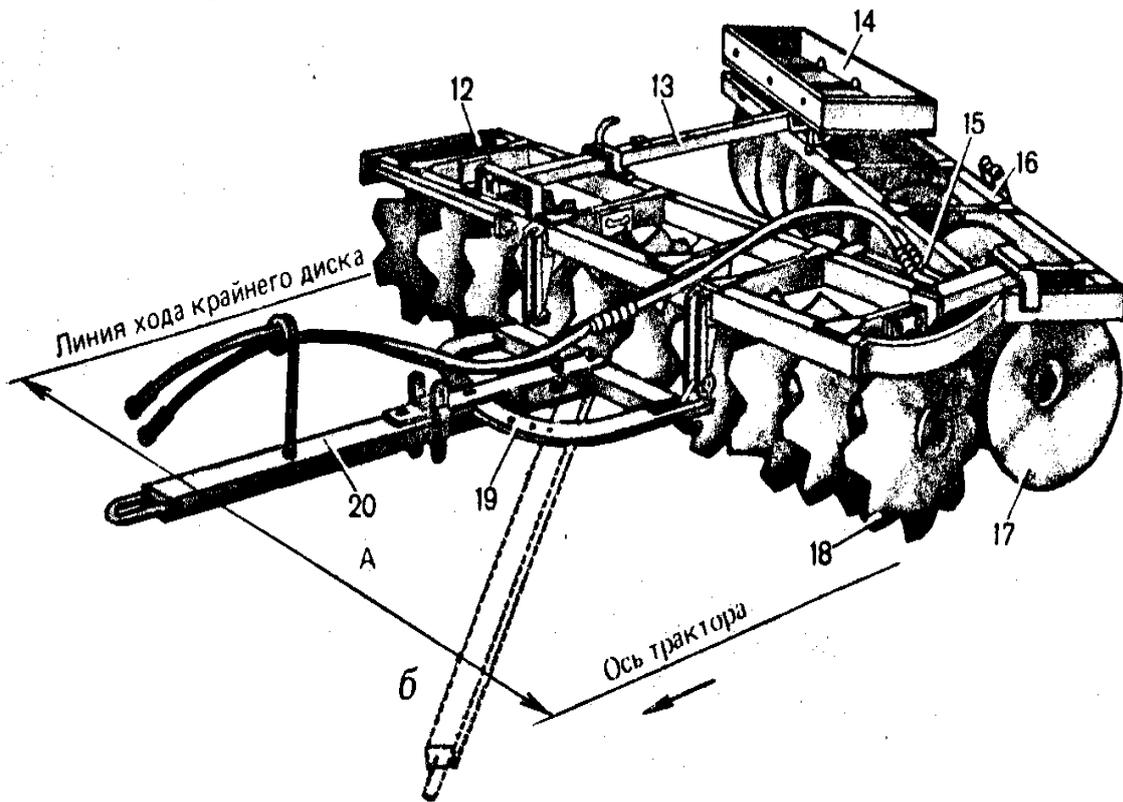
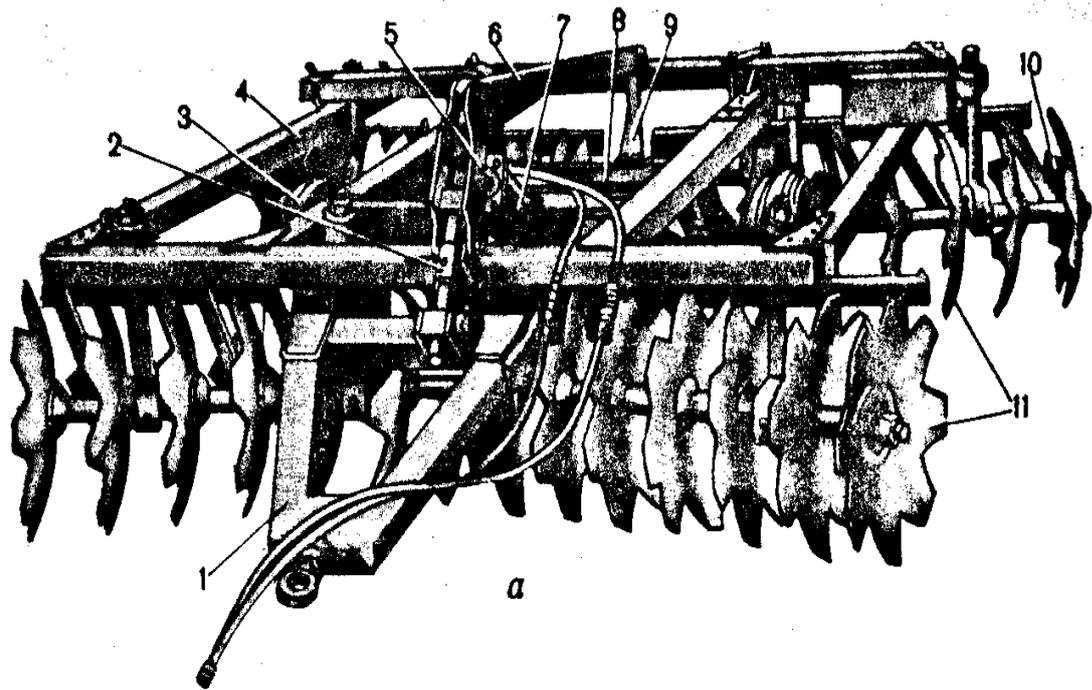
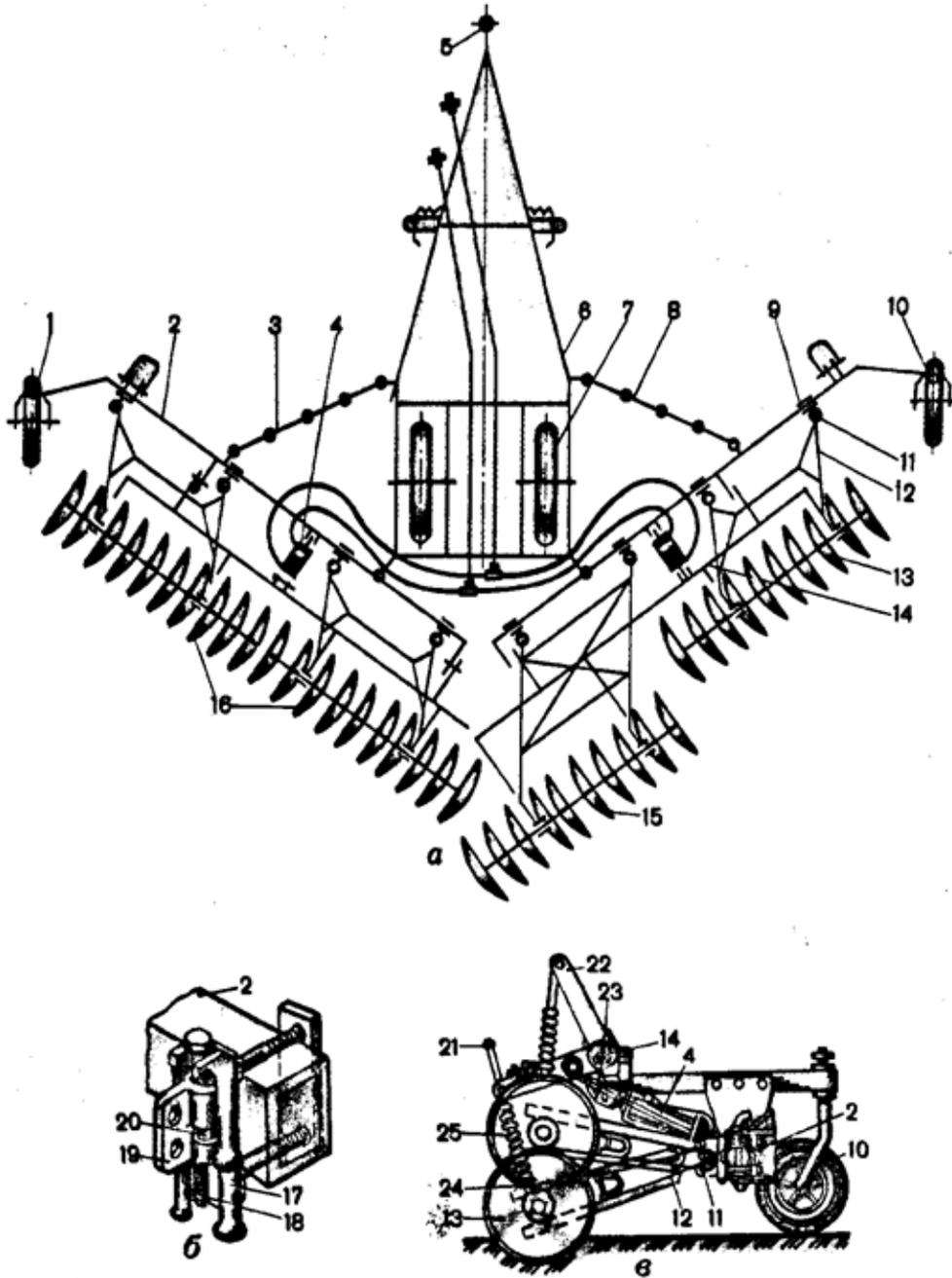


Рисунок 11 – Тяжелые дисковые бороны  
 а-полевая БДТ-3; б-садовая БДСТ-2,5; 1-прицепное устройство;  
 2-регулирующий винт; 3-колесо; 4-рама; 5-рычаг; 6 и 20-тяги;  
 1 и 15-гидроцилиндры; 8-коленчатая ось; 9-кулак; 10-чистик;  
 11,17 и 18-батареи; 12 и 16 –секции; 13-брус; 14-ящик; 19-сектор.

*Лушение* – прием обработки почвы, обеспечивающий крошение глыб, комков, выравнивание и уплотнение поверхности почвы. Прикатывание проводится кольчатыми, ребристыми и гладкими катками (рис. 12, 13, 14).



**Рис. 12. Дискový гидрофицированный лушитель ЛДГ-5А:**

*a* – общий вид; *б* – регулируемый понзитель; *в* – механизм подъема батарей; 1, 7 и 10 – колеса; 2 – брус; 3 и 8 – тяги; 4 – гидроцилиндр; 5 – серьга; 6 – рама; 9 – хомут; 11 – понзитель; 12 – рамка; 13 – батарея; 14 – труба подъема; 15 – перекрывающая батарея; 16 – диски; 17 – корпус понзителя; 18 – болт; 19 – ползун; 20 – регулировочная гайка; 21 – штанга; 22 и 23 – рычаги; 24 – шплинт; 25 – пружина.

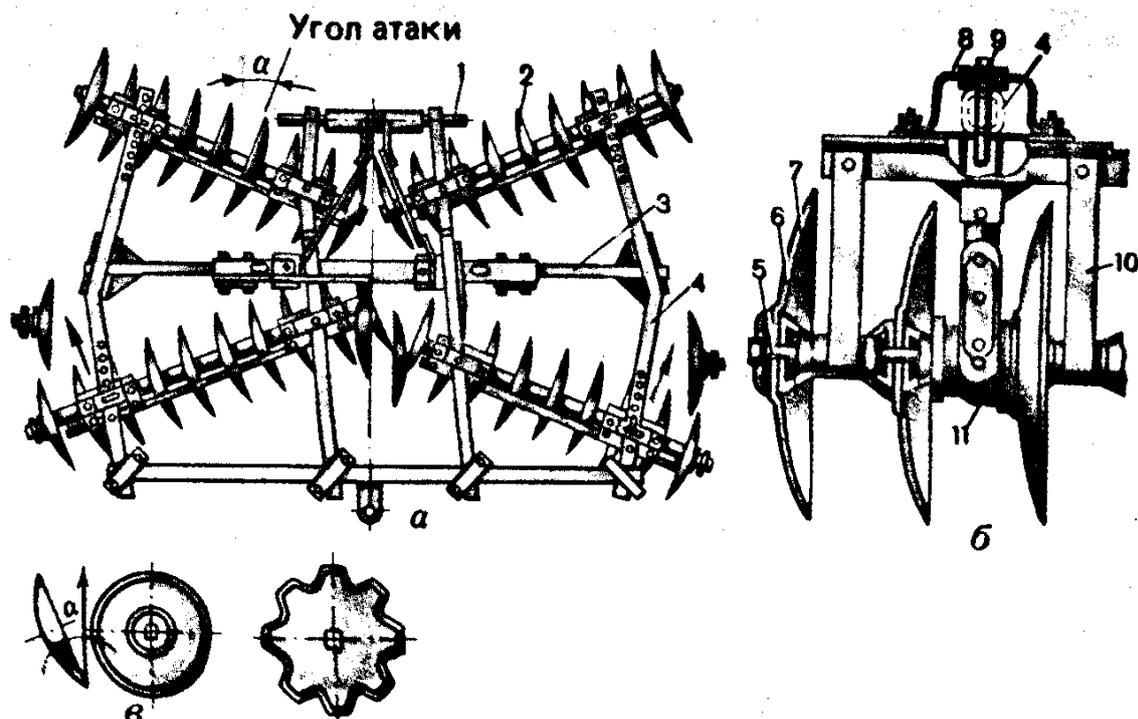


Рисунок 13 – Дисковая борона БДН-3:

а-общий вид; б-батарея; в-диск легкой бороны; г-диск тяжелой бороны; 1-навеска; 2-батарея; 3-рама; 4-боковой брус; 5-ось; 6-диск; 7-шпилька; 8-кронштейн; 9-штырь; 10-чистик; 11-подшипник

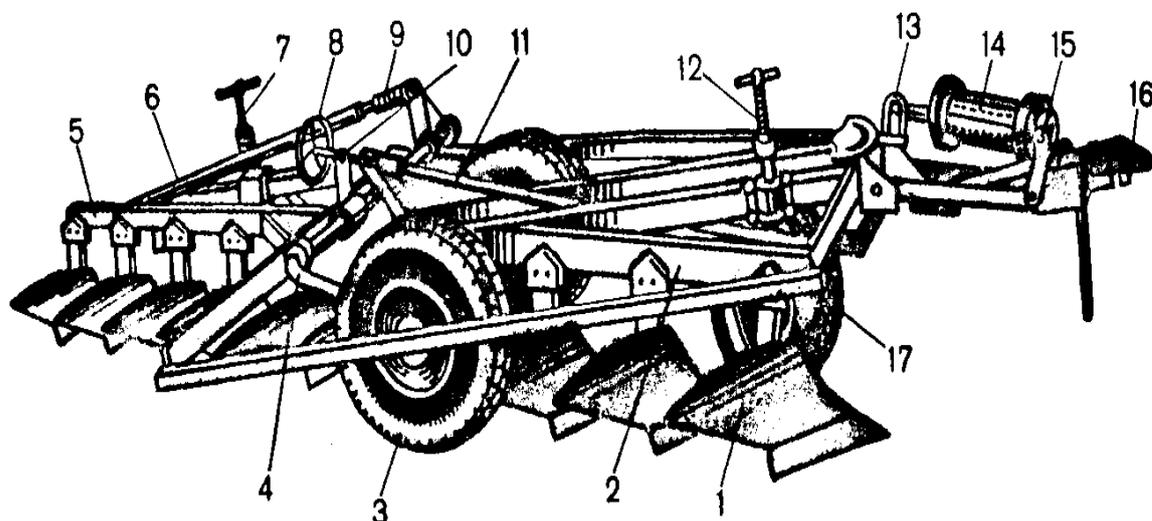


Рисунок 14 – Лемешный плуг-луцильник ППЛ-10-25:

1 – корпус; 2 и 5 – секции рамы; 3 и 17 – колеса; 4 – ось; 6 – штанга; 7 и 12 – регуляторы глубины; 8 – штурвал; 9 – догрузатель; 10 – кронштейн; 11 – тяга; 13 – рычаг; 14 – гидроцилиндр; 15 – поводок; 16 – прицепное устройство.

Прикатывание обеспечивает крошение глыб, комков, выравнивание и уплотнение поверхности почвы. Прикатывание проводится кольчатыми, ребристыми и гладкими катками (рис. 15).

*Бороздование* – нарезка борозд на поверхности почвы. Проводится окучниками – бороздорыхлителями.

*Окучивание* – междурядная обработка пропашных культур с приваливанием почвы к основанию стеблей пропашных культур рабочими органами культиваторов – окучников с целью борьбы с сорной растительностью и формированием культурными растениями дополнительных корней (кукуруза).

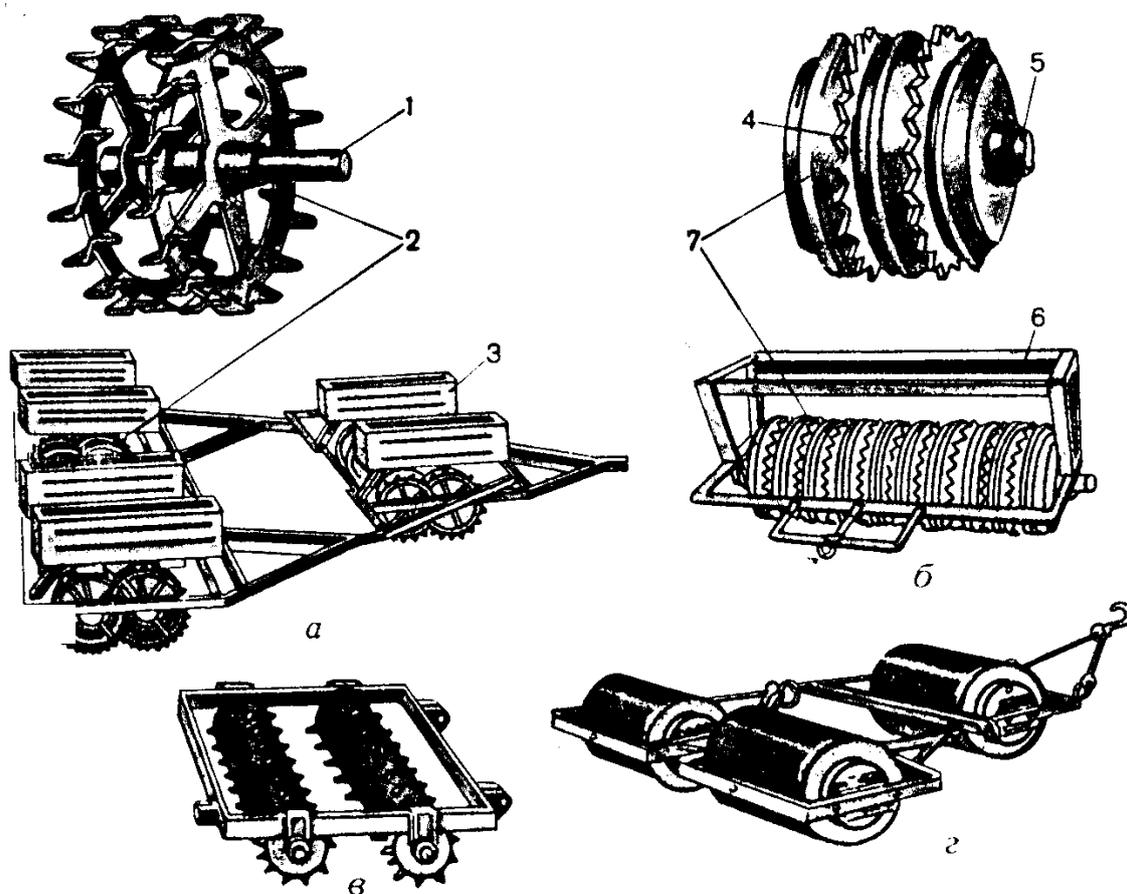


Рисунок 15 – Катки

а-кольчато-шпоровый; б-кольчато-зубчатый; в-борончатый; г-гладкий водоналивной; 1 и 5-оси; 2-диски; 3 и 6-балластные ящики; 4 и 7-колеса.

*2 группа* – приемы мелкой обработки почвы – это воздействие почвообрабатывающими орудиями на глубину 8-16 см.

*Комбинированная агрегатная обработка почвы* – совмещение нескольких технологических операций, то есть за один проход агрегата проводится несколько операций (рис. 16).

Например, Агрегат АКП-2,5 применяется для основной обработки почвы под озимые культуры. Агрегат за один проход выполняет рыхление верхнего слоя почвы на глубину 6-8 см игольчатыми или дисковыми рабочими органами, рыхление нижнего слоя плоскорезом на глубину 10-16 см и подрезание сорняков, выравнивание поверхности и дробление глыб, а также уплотнение нижних и рыхление верхних слоев почвы катком-рыхлителем и волокушей. После прохода такого агрегата по предварительно взлущенному полю не требуется никаких дополнительных обработок, кроме предпосевной культивации для уничтожения всходов сорняков.

Агрегат АКП-5 – аналогичен АКП-2,5, только отличается шириной захвата 5 м.

Агрегаты РВК-3,6, РВК-5,4 и РВК-7,2 предназначены для совмещения операций предпосевной обработки почвы с целью уменьшения числа проходов машин и создания выровненного микрорельефа поверхности поля, обеспечивающего более качественную и высокопроизводительную работу машин на всех последующих операциях. Они рыхлят почву на глубину до 12 см за один проход, поверхность поля выравнивают и уплотняют верхний слой, измельчают комья и глыбы (рис. 16).

*3 группа* – приемы обычной (средней) обработки почвы на глубину 16-25 см.

*Безотвальное рыхление* осуществляет крошение и рыхление почвы без оборачивания. Этот прием производится обычными плугами со снятыми отвалами, плугами без отвалов, чизельными плугами, чизель-культиваторами с долотообразными лапами. Вспашка – это прием отвальной обработки почвы, при которой происходит оборачивание, крошение, рыхление, частичное перемешивание почвы, подрезание сорняков и заделка в почву растительных остатков, удобрений, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей культурных растений.

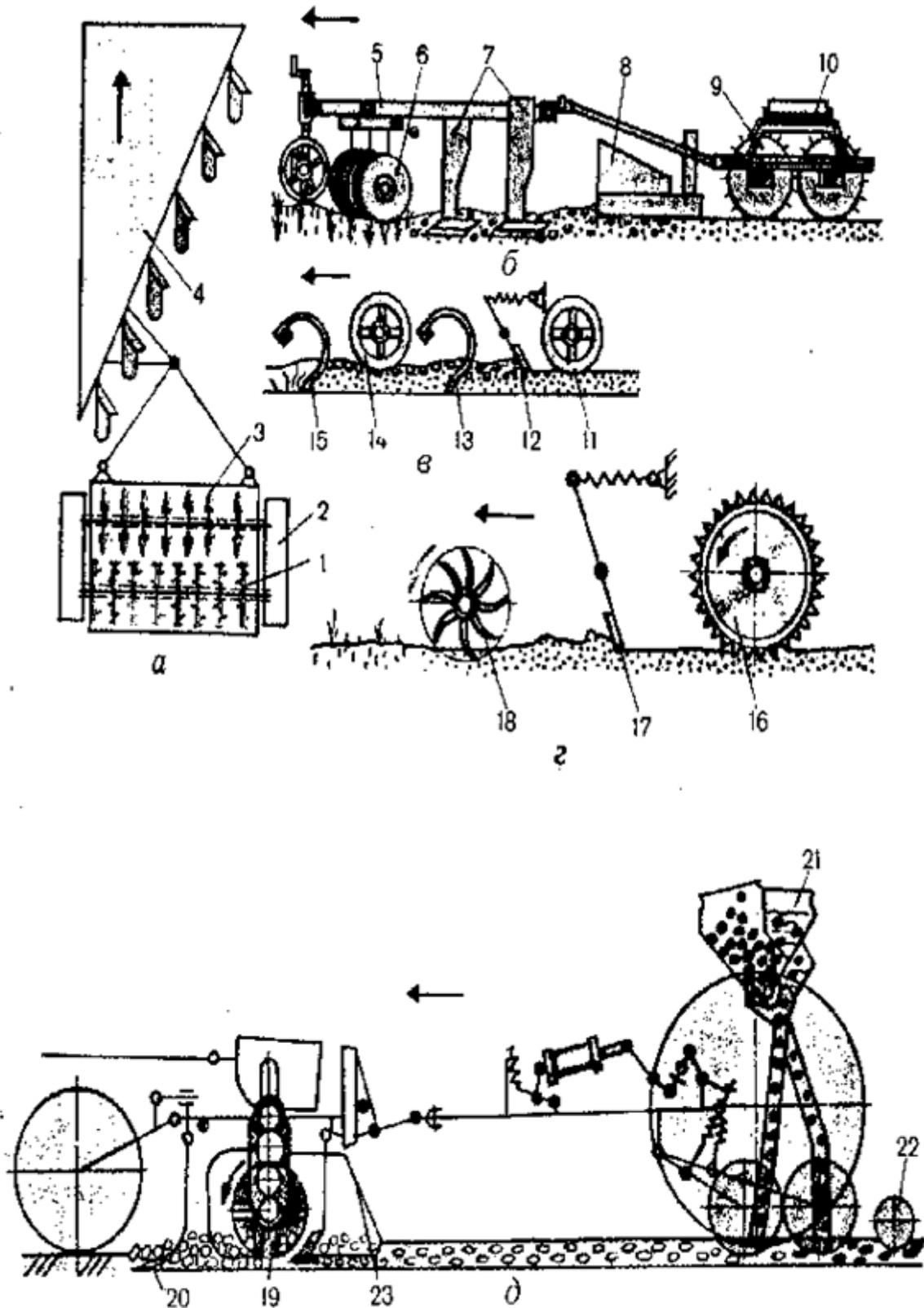


Рис. 16 . Комбинированные агрегаты и машины:

а — ПКА; б — АКП-2,5; в — РВК-3,6; г — ВИП-5,6; д — КА-3,6; 1 и 3 — диски; 2 и 10 — балластные ящики; 4 — плуг; 5 — рама; 6 — дисковая батарея; 7 — плоско-режущие лапы; 8 — заравниватель; 9, 11, 14, 16 и 22 — катки; 12 и 17 — выравнивающие брусья; 13 и 15 — рыхлительные лапы; 18 — игольчатый диск; 19 — фрезерный барабан; 20 — универсальная стрельчатая лапа; 21 — сеялка СЗ-3,6; 23 — фартук.

Вспашка с оборотом почвы на  $180^\circ$  называется *оборотом пласта*; с оборотом  $135^\circ$  и укладкой пластов под углом  $45^\circ$  к горизонту – *взметом пласта*, а вспашку плугом с культурной формой отвала и с предплужниками называют *культурной*.

Вспашка проводится обычными плугами (рис. 17, 18).

Агрегат ПКА-2 – пахотный комбинированный агрегат предназначен для подготовки почвы под зерновые и пропашные культуры. Он состоит из навесного плуга, шлейф балки, установленной сбоку корпусов под углом к направлению движения плуга и катка-комкодробителя.

При работе агрегата корпуса плуга оборачивают пласт. Шлейф-балка выравнивает гребнистую и глыбистую поверхность пашни и одновременно дробит малопрочные комья почвы. Каток-комкодробитель интенсивно дробит глыбы и уплотняет взрыхленную плугом почву. Активному дроблению способствует расстановка кольчатых дисков катка в шахматном порядке.

*4 группа* – приемы глубокой обработки – это периодическое воздействие почвообрабатывающими орудиями на почву, на глубину 25-35 см.

Вспашка – прием отвальной обработки почвы, обеспечивающий оборот пласта, крошение, рыхление почвы, подрезание подземных и заделку в почву надземных растительных остатков, удобрений, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей обычными плугами с предплужниками на глубину 25-35 см.

Плоскорезная обработка – прием безотвальной обработки почвы, обеспечивающий крошение, рыхление почвы и подрезание подземных органов растений на глубину 25-30 см плоскорезами с сохранением на поверхности почвы до 90 % стерни (рис. 19, 20).

Вспашка с почвоуглублением – прием комбинированной обработки почвы, выполняющий те же технологические операции, что и обычная вспашка, но с дополнительным безотвальным рыхлением нижележащего слоя почвы с помощью почвоуглубительных стрельчатых лап на глубину 30-35 см (вспашка 20 см + рыхление 10-15 см).

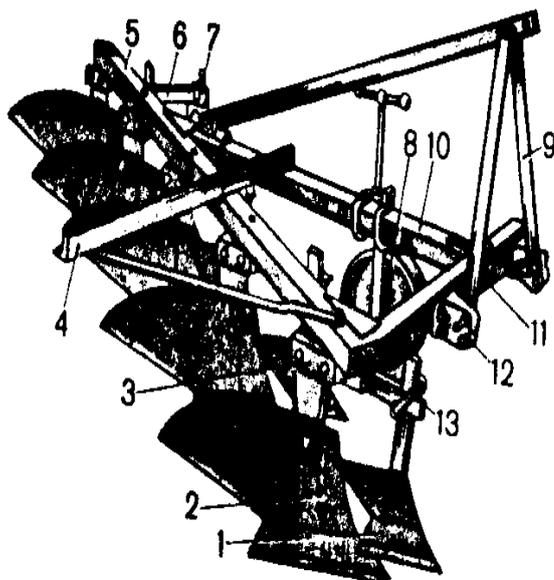


Рисунок 17 – Навесной плуг ПЛН-5-35:

1-предплужник; 2-корпус; 3-угольник; 4-прицепка для борон; 5-главная балка; 6-кронштейн крепления ножа; 7-дисковый нож; 8-опорное колесо; 9-навеска; 10-продольная балка; 11-поперечная балка; 12-кронштейн; 13-кронштейн предплужника.

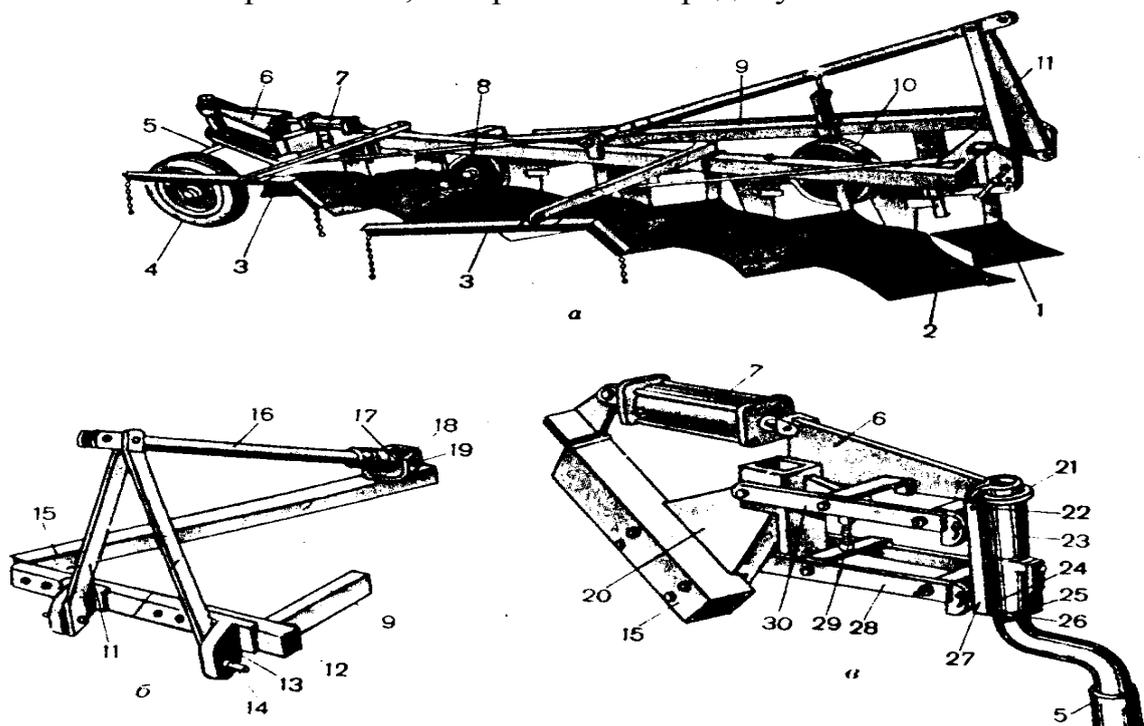


Рисунок 18 – Полунавесной плуг ПЛП-6-35: а-общий вид плуга; б-навеска; в-механизм заднего колеса; 1-предплужник; 2-корпус; 3-прицепки; 4-заднее колесо; 5-коленчатая ось; 6-водило; 7-гидроцилиндр; 8-дисковый нож; 9-продольная балка; 10-опорное колесо; 11-стойки навески; 12-поперечная балка; 13, 18 и 20-кронштейны; 14-палец; 15-основная балка; 16-труба догрузателя; 17-шток догрузателя; 19 и 29-болты; 21 и 26-направляющие кольца; 22-стопорный ролик; 23 и 24-стаканы; 25-пружина; 27-вертикальная планка; 28 и 30-рычаги.

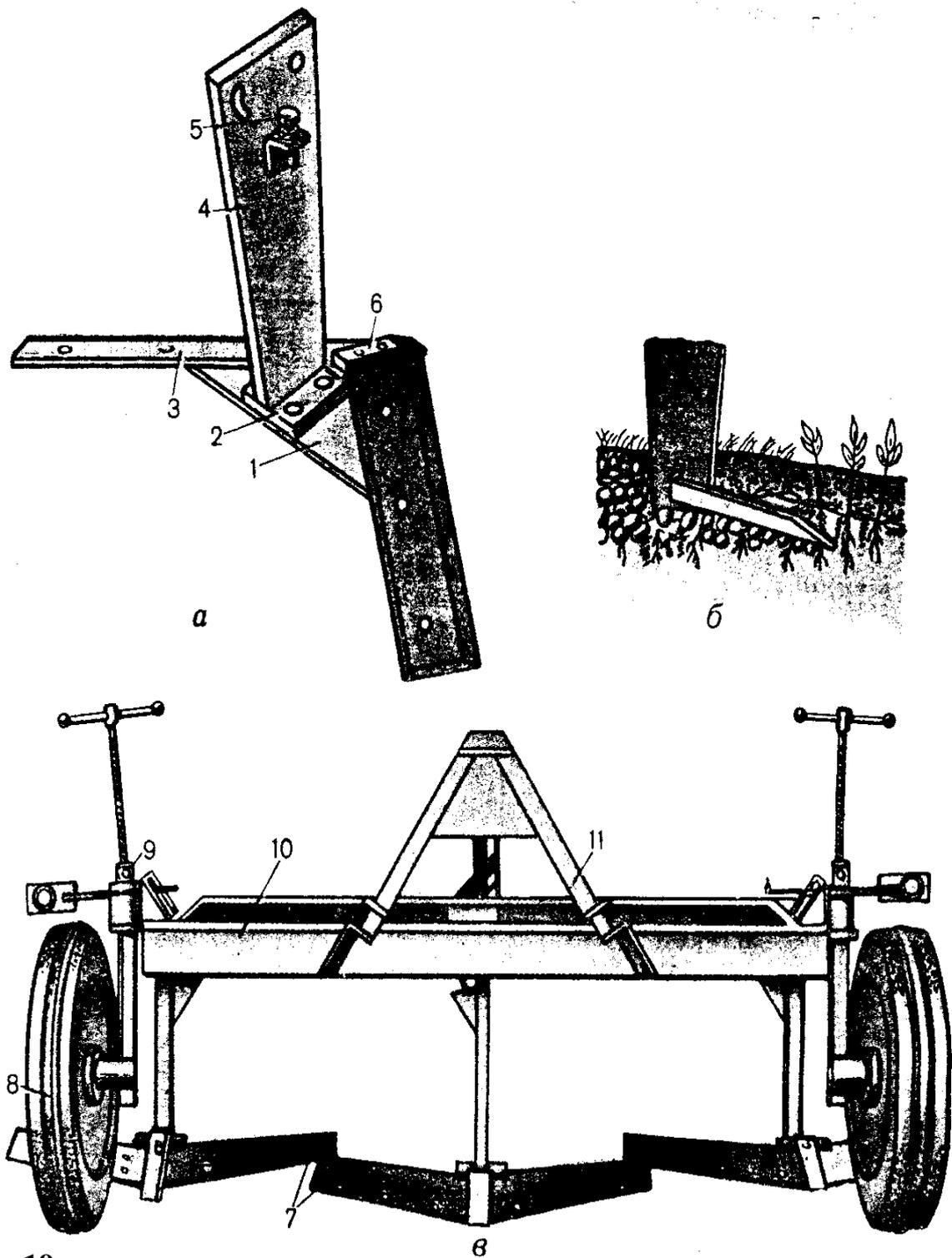


Рис. 19

**Плоскорез-глубокорыхлитель ПГ-3-100:**

*а* — плоскорезущая лапа; *б* — схема рабочего процесса; *в* — общий вид; 1 — башмак; 2 — пятка; 3 — лемех; 4 — стойка; 5 — регулировочный винт; 6 — долото; 7 — лапы; 8 — колесо; 9 — винтовой механизм; 10 — рама; 11 — замок автосцепки.

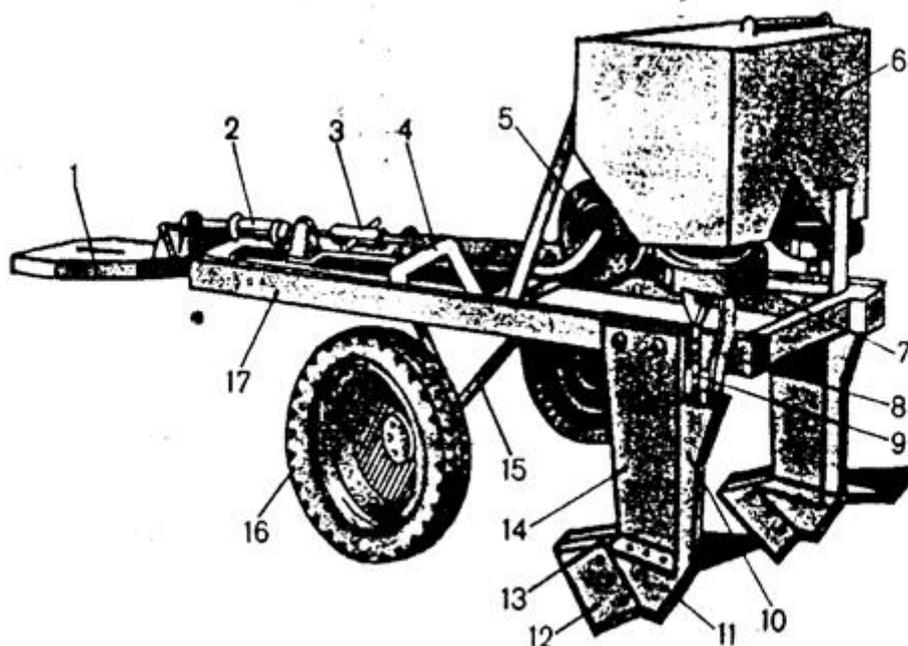


Рисунок 20 – Культиватор – глубокорыхлитель-удобритель КПГ-2,2:  
 1-прицепное устройство; 2-гидроцилиндр; 3-регулятор глубины; 4-полуось;  
 5-вентилятор; 6-бункер; 7-высеивающий аппарат; 8-воздуховод; 9-тукопровод;  
 10-смеситель; 11-распределитель; 12-лемех; 13-долото; 14-лапа;  
 15-карданный вал; 16-колесо; 17-рама.

*5 группа* – приемы сверхглубокой обработки – это периодическое воздействие на почву специальными почвообрабатывающими орудиями с целью коренного изменения генетического сложения почвы и без его нарушения на глубину 35 см и более.

Плантажная вспашка двухслойная – прием отвальной обработки, при котором происходит взаимное перемещение верхней и нижней части обрабатываемого слоя почвы, крошение, рыхление, подрезание подземных и заделка в почву надземных растительных остатков, семян сорняков, возбудителей болезней и вредителей культурных растений плантажными плугами с установкой рабочих органов в двух уровнях на глубину 40 и более см.

Безотвальное рыхление, при котором происходит крошение, рыхление без нарушения генетического сложения почвы. Этот прием осуществляется чизельными плугами на глубину 35-45 см.

### **Контрольные вопросы:**

1. В чем заключается основные задачи обработки почвы?
2. Дайте краткую характеристику способам обработки почвы.

3. Изложите сущность связности почвы.
4. В чем заключается сущность крошения, рыхления и уплотнения почвы.
5. Дайте определение приему обработки почвы.
6. Какие Вы знаете четыре группы приемов обработки почвы?
7. Какие вы знаете орудия для поверхностной и мелкой обработки почвы?
8. Какие вы знаете орудия для средней, глубокой и сверхглубокой обработки почвы?
9. Как определить качество таких приемов обработки почвы как вспашка, культивация, дискование и боронование?
10. В чем заключается комбинированная обработка почвы?

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Земледелие Ставрополя / Под ред. доктора с.-х. наук, проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь «Агрус», 2011. – 284 с.
2. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополя / Под ред. доктора с.-х. наук, проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь «Агрус» – 2012. – 286 с.
3. Системы земледелия Ставрополя / Под редакцией академика РАН и РАСХН А. А. Жученко и члена-корреспондента РАСХН В. И. Трухачева. – Ставрополь, «Агрус», 2011. – 842 с.
4. Сорные растения в агрофитоценозах полевых культур меры борьбы с ними / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, М. С. Голоусов, В. М. Передериева. – Ставрополь. – 2004. – 50с.

## **Лекция 11. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ОЗИМЫЕ И ЯРОВЫЕ КУЛЬТУРЫ**

*План:*

- 1. Роль обработки почвы в регулировании ее плодородия.*
- 2. Минимализация обработки почвы.*
- 3. Системы обработки почвы под озимые культуры.*
- 4. Система обработки почвы под яровые культуры.*

### **1. Роль обработки почвы в регулировании ее плодородия**

Своевременная и качественная механическая обработка почвы имеет важное значение в системе мероприятий по повышению эффективности плодородия почв различных зон края. Она является важнейшей, наиболее дорогостоящей производственной операцией в земледелии. В результате обработки почвы происходит мобилизация ее плодородия, усиливается минерализация органического вещества, улучшаются физические свойства почвы. Только путем механического воздействия на почву рабочими органами орудий можно создать оптимальные условия для развития корневой системы культурных растений, проявления высокой эффективности различного рода мелиорантов, удобрений, гербицидов и др.

Вследствие механической обработки почвы изменяется строение пахотного слоя, создаются условия наиболее благоприятные для прохождения биологических, физических, физико-химических процессов в ней. Содержание кислорода и влаги в почве, реакция почвенного раствора в обработанном слое изменяются в сторону, благоприятную для почвенной микрофлоры, которая участвует в разложении органического вещества, обогащает почву перегноем и увеличивает содержание в ней доступных для растений форм азота, фосфора, калия, магния, серы, железа и др. жизненно важных элементов питания растений.

Большую роль играет обработка почвы в сохранении пахотного слоя от явлений эрозии и дефляции. Правильной обработкой почвы можно коренным образом повысить ее эффективное плодородие. За счет увеличения мощности пахотного слоя можно избавиться от

переувлажнения, повысить влагоемкость и т.д.

Обработка склонов по контурам на различную глубину в сочетании с применением других противоэрозионных мероприятий усиливает поглощение почвой воды, снижает сток воды и смыв почвы.

Механическая обработка почвы играет решающую роль в уничтожении сорной растительности, вредителей и болезней культурных растений. В пахотном слое обычно накапливается огромное количество семян и вегетативных органов размножения сорняков, вредителей и болезней. Заделанные в почву семена сорняков в течение года теряют 50-70 % всхожести. Вот почему заделка верхнего слоя почвы, богатого семенами сорняков, на дно борозды при вспашке способствует уничтожению огромного количества семян сорняков.

Обработка почвы имеет большое значение в заделке растительных остатков и удобрений на определенную глубину, что позволяет создавать однородный по плодородию пахотный слой, благоприятный для развития корневой системы растений.

В зависимости от типа почв, рельефа местности, характера засоренности полей, наличия вредителей и болезней и т.д. изменяются и приемы обработки почвы. Поэтому рациональную систему обработки почвы для конкретных условий разрабатывают на основе многолетних экспериментальных данных полевых опытов, и она должна предусматривать сочетание различных способов и приемов с таким расчетом, чтобы культивируемым растениям создать оптимальные условия.

Сельскохозяйственные культуры предъявляют далеко не одинаковые требования к строению почвы. Так для пропашных культур, имеющих стержневую корневую систему, необходима более рыхлая почва, и поэтому обработка под эти культуры должна быть более глубокая, в то время как для зерновых колосовых культур, имеющих мочковатую корневую систему, требуется более уплотненный слой почвы.

Независимо от вида культивируемого растения на полях, имеющих так называемую плужную подушку, необходимо проводить глубокую обработку с целью разрушения этого уплотненного слоя.

Научно обоснованная система обработки почвы – одна из действенных основ получения высоких и качественных урожаев

сельскохозяйственных культур. При строгом сочетании с системой удобрений в научно обоснованных севооборотах система обработки почвы обеспечивает наибольшую эффективность и наиболее рациональное использование плодородия почв.

Возделывание новых высокоурожайных сортов, применение удобрений, гербицидов, инсектицидов, фунгицидов не снижают значение научно обоснованных систем обработки почвы. В практике земледелия известно немало случаев, когда обработка почвы низкого качества сводила на нет все затраты по применению удобрений, средств защиты растений и других агротехнических приемов, резко снижая эффективность сортовых посевов и т.д.

Создание глубокого пахотного слоя – неперенное условие окультуривания полей. В первую очередь это касается почв, имеющих неглубокий гумусовый горизонт.

При глубокой вспашке увеличивается общая и некапиллярная пористость, в почву лучше проникает вода и воздух, усиливается деятельность аэробных микроорганизмов. Вследствие чего больше накапливается питательных веществ. Создаются лучшие условия для проникновения в почву и развития корневой системы культурных растений, а также для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений. В глубоко обработанной почве накапливается больше влаги за счет весенних и зимних осадков.

*Существуют следующие способы углубления пахотного слоя почвы:*

1. Постепенное припахивание подпахотного слоя (не более 2-3 см) с выносом его на поверхность и перемешиванием с пахотным. Чтобы нейтрализовать отрицательные свойства припахиваемого горизонта, в почву вносят навоз, минеральные удобрения.

2. Полное оборачивание пахотного слоя с одновременным рыхлением части подпахотного слоя. С этой целью применяют плуги с почвоуглубителями или вырезными корпусами, оборачивающие верхний слой и рыхлящие без оборачивания нижнюю часть обрабатываемой почвы. Одновременно вносят навоз и минеральные удобрения. В рыхлый подпахотный слой проникает вода, а вместе с ней питательные элементы, корни растений, после отмирания, которых накапливается органическое вещество. Таким образом постепенно

происходит углубление и окультуривание пахотного слоя.

3. Рыхление почвы на установленную глубину без оборачивания. Для этого используют плуги без предплужников и без отвалов.

4. Углубление – путем одновременной припашки части подпахотного слоя к пахотному с помощью так называемых почвоуглубителей. При углублении пахотного слоя с мощным гумусовым горизонтом можно проводить глубокую вспашку плугом с предплужником и почвоуглубителями, глубокую вспашку плугом без предплужников, глубокое рыхление и плоскорезную обработку плоскорезом-глубокорыхлителем.

Солонцы одним приемом пахать на большую глубину нельзя из-за повышенного количества в нижних горизонтах щелочных солей, которые при перемещении на поверхность могут резко снизить плодородие почвы. Пахотный слой на таких почвах углубляют постепенно, одновременно улучшая их внесением гипса и органических удобрений. Для активации микробиологической деятельности и физических свойств хорошие результаты дает также ярусная вспашка, при которой пахотный слой остается наверху, а уплотненный солонцеватый горизонт перемешивается с нижележащим карбонатным.

Самая глубокая обработка почвы после уборки предшествующей культуры называется *основной обработкой*.

Основная обработка почвы выполняется для существенного изменения сложения почвы, в зависимости от почвенных и климатических условий, от вида севооборота и засоренности полей основная обработка может проводиться с различной периодичностью: от одного-двух раз в год, до одного раза в одну-две ротации севооборота. Наиболее часто основная обработка проводится в условиях избыточного увлажнения, более редко – в засушливых районах на хорошо оструктуренных, плодородных почвах.

Самый распространенный прием основной обработки почвы – вспашка.

При оценке качества обработки почвы определяется степень достижения цели проведения того или иного приема, поэтому основное внимание при этом уделяется именно показателям, которые характеризуют изменение состояния почвы в планируемом направлении. При вспашке основное внимание должно быть уделено

полноте оборота пласта и качеству заделки вглубь почвы растительных остатков, удобрений и т.д. Полная оценка качества вспашки включает следующие показатели: глубина пахоты и ее равномерность, гребнистость поверхности, крошение почвы и глыбистость, вспушенность, степень заделки минеральных и органических удобрений, растительных остатков культурных и сорных растений, степень обрачиваемости пласта, прямолинейность обработки, качество выполнения свального гребня и развальной борозды, качество заделки поворотных полос и краев поля.

Основные показатели качества лущения – это полнота подрезания вегетирующих сорняков, степень разделки остатков культурных растений, полнота заделки растительных остатков, семян сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. При выполнении плоскорезной обработки оценивается степень сохранения стерни на поверхности почвы, качество подрезания сорняков, степень рыхления и крошения, выравненности поверхности.

При культивации почва должна хорошо крошиться, обработанная почва должна быть выровненной, вызывать максимальную гибель сорняков. При междурядной обработке оценивается степень уничтожения сорняков, рыхление почвы, отсутствие повреждения культурных растений и заваливания рядов почвой. При проведении этих операций, как и при вспашке, оценивают глубину и равномерность обработки, прямолинейность движения агрегатов (на склонах – отклонение от горизонталей), наличие огрехов.

Обработка должна проводиться в оптимальные сроки в соответствии с целями проведения того или иного приема, отклонение от этих сроков сказывается как на качестве обработки, так и на свойствах почвы и урожае выращиваемых культур. Контроль качества осуществляется с помощью простых приспособлений: линеек, рамок, бороздомеров, профиломеров, измерительных лент и т.д. При проведении поверхностной и мелкой обработок отклонения по глубине обработки от заданной не должны превышать 1 см.

Качество отвальной и безотвальной обработок в значительной мере определяется устойчивостью хода орудия по глубине. О равномерности глубины обработки судят по величине отклонения средней глубины обработки от заданной, выраженной в абсолютных и

относительных величинах. Существующие нормативы определяют отклонение средней глубины от заданной для плугов  $\pm 2$ , плоскорезов  $\pm 2-3$ , чизеля  $\pm 1,5-2$  см.

Устойчивость хода орудий по глубине зависит как от конструкции и типа рабочих органов, конструкции самого орудия, скорости движения агрегата, так и от типа почвы, а также агрофизических условий в пахотном слое в период обработки.

Одним из основных агрофизических условий, влияющих на устойчивость хода орудия, является влажность в пахотном слое (табл. 45).

Представление почвы в виде 3х-фазной системы, в которой поры между структурными частицами (твердым скелетом) заполнены водой и воздухом, дает основание рассматривать пахотный слой как среду или твердую (9,2 %), или упруго-вязкую (14 %) или вязкопластичную (19,5 %).

Таблица 45 – Устойчивость хода по глубине орудий основной обработки при различной влажности почвы

Наименование орудия	Влажность в слое 0...20 см, %					
	9,2		14,0		19,5	
	Отклонение $\pm \sigma$ , см	Коэфф. вариаций $V$ , см	Отклонение $\pm \sigma$ , см	Коэфф. вариаций $V$ , см	Отклонение $\pm \sigma$ , см	Коэфф. вариаций $V$ , см
Плуг отвальный ПЛН-5-35	1,7	8,2	1,4	6,4	2,1	9,3
Плоскорез ПГ-3-100	1,9	8,5	1,3	7,8	2,2	10,2
Плуг чизельный ПЧ-4,5	1,9	8,6	1,5	7,2	2,5	11,8
Плуг со стойками СИБИМЭ	2,0	9,4	1,3	6,0	2,4	11,7
Фреза, ФБН-1,5	1,3	8,3	1,4	8,3	1,7	8,3

Общим выводом является тот факт, что наиболее устойчиво по глубине работают как отвальное, так и безотвальное орудие в зоне упругопластических деформаций, т.е. при влажности в диапазоне 14 %, с увеличением влажности пахотного слоя до 19 % отклонение от средней глубины хода у безотвальных орудий выше, чем у отвального плуга. Это объясняется тем, что корпус отвального плуга работает по схеме трехгранного клина, что стабилизирует его работу.

Фреза работает с наименьшим отклонением от заданной глубины хода независимо от влажности, по сравнению с другими орудиями, что связано с ее ударно-режущим принципом работы.

При проведении агротехнических приемов важное значение имеет скорость обработки. Исторически сложилось так, что переход от конной тяги к тракторной проводился постепенно, орудия обработки, приспособленные к скоростям движения животных и человека, применялись затем и при механизированной обработке. Широкого перехода к орудиям, приспособленным к работе на повышенных скоростях, не происходит в немалой степени по той причине, что качественно без огрехов обрабатывать почву при повышенных скоростях движения агрегатов трудно из-за сложности вождения тракторов по полям. Тем не менее, повышение скорости движения агрегатов во многих случаях целесообразно агротехнически и экономически. Для работы на повышенных скоростях конструкция почвообрабатывающих орудий меняется: у плугов уменьшается угол атаки, изменяется форма рабочей поверхности корпуса плуга. При повышенной скорости обработки в целом ряде случаев не ухудшается качество работы, а даже улучшается.

Различные способы обработки, изменяя физические параметры пахотного слоя, создают неодинаковые условия для накопления и расходования влаги. В первую очередь это относится к скорости впитывания почвой выпадающих осадков, т.е. водопроницаемости. Впитывание и фильтрация воды в значительной степени зависят от гранулометрического состава, влажности, структуры и плотности почвы, строения пахотного слоя. Легкие по механическому составу почвы хорошо фильтруют воду, но плохо ее удерживают. В структурную почву вода беспрепятственно просачивается по крупным порам между агрегатами и хорошо впитывается ими. На бесструктурных глинистых почвах вода плохо фильтруется и впитывается, после обильных дождей она застаивается на поверхности почвы, вызывая гибель посевов.

Падение скорости водопроницаемости более выражено на тяжелых почвах, чем на легких. Сравнительно высокая оструктуренность почв, богатых гумусом, обуславливает выравнивание способности почвы впитывать воду, несмотря на различие в

гранулометрическом составе.

Глубокое рыхление почвы обычно увеличивает скорость впитывания воды по сравнению с поверхностной обработкой более чем на 70 % даже в том случае, если плотность в слое рыхления больше, чем плотность верхнего слоя. Глубокая обработка с осени обеспечивает к весне большой запас влаги.

Таблица 46 – Водопроницаемость почвы при различных способах обработки, (мм/час)

Орудие основной обработки	Влажность в слое 0... 30 см, %	
	14,9	18,6
Плуг с винтовыми отвалами	378	375
Плуг с культурными отвалами	291	276
Плоскорез	276	228
Плуг-чизель	198	174
Плуг со стойками СибИМЭ	246	138
Плуг с наклонными стойками (ПРПВ)	210	168
Фреза	276	198

Данные определения водопроницаемости пахотного слоя среднесуглинистого обыкновенного чернозема при различных способах обработки (табл. 46) позволяют сделать заключение о том, что:

а) при повышении влажности пахотного слоя скорость фильтрации влаги в нижние слои почвы снижается;

б) наиболее высокая водопроницаемость почвы имеет место при обработке отвальными орудиями и фрезой, при безотвальных обработках водопроницаемость по фону с плоскорезными обработками (плоскорез, стойка СибИМЭ) выше, чем при чизелевании (плуг чизель, наклонная стойка).

## 2. Минимализация обработки почвы

Обработка наряду с положительным влиянием может оказывать и отрицательное воздействие на плодородие почвы. Применение тяжеловесных тракторов и орудий уплотняет пахотный даже подпахотный слой почвы. В свою очередь, частые рыхления способствуют усиленной минерализации органического вещества, что приводит к потерям азота и уменьшению содержания гумуса: при

недостатке влаги иссушают почву, а также способствуют усилению явлений эрозии и дефляции.

Обработка почвы, как самое энергоемкое мероприятие в земледелии, требует расхода большого количества горюче-смазочных материалов, трудовых ресурсов и времени.

Избежать отрицательного действия механической обработки почвы или свести его до минимума возможно при минимализации обработки.

Минимальная обработка почвы – это научно обоснованная обработка, обеспечивающая снижение энергетических затрат путем уменьшения числа и глубины обработок, совмещения операций и приемов в одном рабочем процессе или уменьшение обрабатываемой поверхности поля при использовании гербицидов для борьбы с сорняками.

Минимализация – экологически и экономически обоснованное направление в науке и практике в области механической обработки почвы. Она обусловлена снижением доли естественного плодородия почвы и формирования урожая сельскохозяйственных культур за счет роста количества применяемых удобрений, отказ от механической обработки как средства борьбы с сорняками и использованием для этих целей гербицидов, расширением технологических возможностей сельскохозяйственной техники путем использования энергонасыщенных тракторов, способных работать с комбинированными машинами и агрегатами.

Следует учитывать, что минимализация обработки почвы на современном этапе обеспечивает экономию времени, повышение производительности труда и сокращение сроков выполнения полевых работ как одного из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

*Минимализация обработки почвы осуществляется следующими путями:*

1. Сокращаются число и глубина основных, предпосевных и междурядных обработок почвы в севообороте в сочетании с применением гербицидов для борьбы с сорняками.

2. Замена глубоких обработок более производительными мелкими или поверхностными, использование широкозахватных орудий с

активными рабочими органами, обеспечивающими высококачественную обработку за один проход агрегата.

3. Совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов.

4. Уменьшение обрабатываемой поверхности поля путем внедрения полосной предпосевной обработки почвы при возделывании пропашных сельскохозяйственных культур в сочетании с применением гербицидов.

Сущность минимальной обработки, включающей посев комбинированными агрегатами, состоит в выполнении за один проход нескольких операций: рыхление, крошение, выравнивание почвы, внесение минеральных удобрений, гербицидов, подрезание сорняков, посев и прикатывание.

Для проведения высококачественной предпосевной обработки почвы за один проход агрегата необходимо использовать комбинированные машины АКП-2,5; АКП-5; РВК-3; АКР-3,6; КФГ-3,6; ВПП-5,6 и др.

Для совмещения предпосевной обработки почвы, внесения удобрений, посева зерновых культур и прикатывания почвы применяют комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты КА-3,6; КФС-3,6; СЗС-2,1М; СЗС-2,1-МА; «КОНКОРД».

Минимальная обработка тесно связана с развитием почвозащитного земледелия. При замене вспашки плоскорезным рыхлением на поверхности почвы остаются растительные остатки, предохраняющие верхний слой от дефляции и эрозии, а также уменьшающие испарение влаги, улучшая, таким образом, водно-воздушный, тепловой и питательный режимы почвы.

Наиболее эффективна минимальная обработка на оструктуренных, хорошо аэрируемых с высоким санитарным состоянием почвах. Это, прежде всего черноземы и каштановые почвы.

Важнейшим условием эффективного применения минимализации обработки почвы – высокий уровень агротехники, четкая технологическая дисциплина, проведение работ в оптимальные сроки и с хорошим качеством, применение интегрированной защиты растений, особенно гербицидов, применение удобрений с учетом планируемого

урожая.

*Минимализация обработки почвы приводит и к негативным явлениям:*

1. Повышается засоренность, особенно многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками.

2. Оставление стерни на поверхности почвы и повторное размещение зерновых приводит к повышенному поражению растений корневыми гнилями.

3. При безотвальных и поверхностных обработках снижается качество заделки органических удобрений, дернины многолетних трав, сидератов, что снижает их роль в окультуривании почвы и повышении урожайности.

4. При длительной поверхностной обработке снижается их водо- и воздухопроницаемость, что снижает потенциальное плодородие почвы.

### **3. Система обработки почвы под озимые культуры**

Обработка почвы представляет собой механическое воздействие на нее рабочими органами машин и орудий с целью создания наилучших условий для роста и развития сельскохозяйственных культур.

В условиях Ставропольского края, большая часть которого расположена в засушливой зоне и зоне неустойчивого увлажнения, на первое место выдвигаются задачи максимального накопления и сохранения влаги, защита почв от эрозии и дефляции.

*Система обработки почвы* – это совокупность приемов обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности и подчиненных решению ее главных задач применительно к почвенно-климатическим условиям.

*Система обработки почвы под озимые культуры:*

- а) чистых (черных, ранних, кулисных) паров;
- б) занятых и сидеральных паров;
- в) непаровых предшественников.

Пар черный обрабатывают отвальными, плоскорезными орудиями, плугами, оснащенными стойками СибИМЭ. К недостаткам пара черного, обработанного отвальным способом, можно отнести слабую

устойчивость почвы к дефляции, особенно в зимний и ранневесенний периоды, а также усиленную минерализацию органического вещества, что может привести к снижению плодородия почвы.

Почвозащитный черный пар обрабатывают в районах ветровых коридоров, на почвах, легких по гранулометрическому составу, подверженных дефляции. При плоскорезном рыхлении верхний слой почвы в период ухода за паром сильно распыляется, вследствие чего усиливается опасность возникновения водной эрозии. Кроме того, черный пар, обработанный плоскорезом, не обеспечивает эффективной борьбы с хлебным пилитьщиком.

В этих условиях несомненное преимущество имеет пар ранний. В зимний и ранневесенний периоды нетронутая с осени стерня хорошо защищает почву от выдувания, способствует накоплению и сохранению влаги. При вспашке ранних паров распыленный верхний слой сбрасывается на дно борозды, при этом уничтожаются не только вегетирующие сорняки, возбудители болезней, погибают также личинки некоторых вредителей. Оптимальным сроком вспашки раннего пара является вторая декада апреля месяца, т.е. до вылета пилитьщика, и к этому времени прорастает максимальное количество сорняков.

Своевременный и качественный уход за парами оказывает большее влияние на величину урожая, чем глубина и способы основной обработки.

В процессе ухода за паром черным послойные обработки с уменьшением глубины дают лучшие результаты в сравнении с обработкой на постоянную глубину. Весной после первого боронования, при появлении массовых всходов сорняков, проводят первую глубокую культивацию на глубину 10-12 см тяжелыми противоэрозионными культиваторами. А если поле засорено многолетними корнеотпрысковыми сорняками, применяют лемешное (корпусное) лушение на глубину до 12-14 см, а также культивацию противоэрозионными культиваторами КПШ-9, КПШ-5 и др. В дальнейшем используют паровые и штанговые культиваторы, постепенно уменьшая глубину культивации.

Число поверхностных обработок зависит от погодных условий года, степени и характера засоренности полей. Наибольшее число культиваций приходится на конец весны - начало лета, когда сорняки

всходят наиболее интенсивно, то есть на первую волну роста сорняков. После выпадения осадков, в случае, если на парах нет сорняков, вместо культивации проводят боронование. Во второй половине лета как глубокая (свыше 6-7 см), так и мелкая (2-4 см) культивации почвы в этот период недопустимы. Нельзя применять дисковые луцильник в этот период ухода за чистыми парами. Предпосевную (последнюю) культивацию проводят на глубину заделки семян (5-7 см).

В засушливых районах края на каштановых почвах при обработке черных паров, являющихся главным очагом развития пыльных бурь, широкое применение должна найти почвозащитная технология, предусматривающая сохранение пожнивных растительных остатков – основную обработку проводить безотвальным рыхлением с сохранением стерни на поверхности почвы.

После уборки урожая парозанимающих культур и зернобобовых основную обработку следует проводить дифференцированно, в зависимости от влажности почвы, видового состава сорняков, степени крошения обрабатываемого слоя. Если при вспашке почва хорошо крошится, ее проводят на глубину 14-16 см комбинированным пахотным агрегатом или лемешным луцильником ПЛ-10-25 с последующей разделкой верхнего слоя игольчатой бороной БИГ-3. В случае иссушения почвы, вместо отвальной вспашки целесообразно проводить мелкую и поверхностную обработку на глубину 10-12 см. При этом проводят лушение дисковой тяжелой бороной БДТ-7, а вслед за ней почву обрабатывают тяжелыми культиваторами (КПЭ-3,8, КРГ-3,6). При наличии комбинированных агрегатов для поверхностной обработки почвы конструкции СНИИСХ, состоящих из тяжелого культиватора КРГ-3, 6, секций бороны БИГ-3 и катка ЗККШ-6А, поля обрабатываются ими за один проход.

В зоне неустойчивого увлажнения наиболее эффективна вспашка на глубину 20-22 см с последующими культивациями (по типу полупаровой обработки). Плоскорезная и различные поверхностные обработки по стерневым предшественникам заметно снижают урожай озимой пшеницы (3-4 ц/га).

В системе полупаровой обработки очень важно обеспечить хорошую разделку почвы при вспашке. Не допускать глыбистой поверхности поля. Поэтому вслед за проходом пахотного агрегата

необходимо поле обработать боронами БИГ-3 (можно вместе с катками ЗКШ-6А), причем разделку почвы нужно вести тотчас же, потому что при жаркой и ветреной погоде почва быстро высыхает и не поддается крошению. Можно применять приставку к плугу ПТК-9-35 конструкции отдела земледелия СНИИСХ, которая позволит снизить потери влаги на испарение, сократить количество последующих операций по уходу за полупаром.

На почвах с большой и очень большой потенциальностью проявления эрозионных процессов после зерновых колосовых предшественников обработку следует проводить с сохранением максимального количества растительных остатков. С этой же целью скашивание культуры следует проводить на высоком срезе - не ниже 20 см. При плоскорезной обработке используются противоэрозионные орудия (БИГ-3, КПГ-250, КПШ-9, КПЭ-3,8). Они обеспечивают достаточно полное сохранение пожнивных остатков на поверхности почвы.

*Обработка почвы после пропашных культур.*

Применение вспашки под озимую пшеницу после пропашных культур, как правило, вызывает образование большой глыбистости и сильное иссушение пахотного слоя. Если накануне сева не выпадает большое количество осадков, такую почву не удастся разделить до нужного состояния.

Получить своевременные и дружные всходы, хорошо развитые растения озимых с осени можно лишь при условии замены вспашки мелкой или поверхностной обработкой. Технология и выбор орудий при этом зависит от степени крошения почвы и засоренности полей.

*Иссушенные и уплотненные почвы* лучше обрабатывать тяжелой дисковой бороной БДТ-7 в два-три следа на глубину 10-12 см, причем первое дискование необходимо начинать вслед за уборкой предшественника.

На менее уплотненных почвах проводят двукратное дисковое лушение с последующей культивацией агрегатами КПЭ-3,8, КРГ-3,6 на глубину 10-12 см или лемешное лушение на глубину 12-14 см. Хорошее качество поверхностной обработки обеспечивает комбинированный пахотный агрегат конструкции СНИИСХ. Перед севом озимых

необходимо провести предпосевную культивацию на глубину заделки семян.

Обработка почвы *после многолетних сеяных трав*.

Успешное использование многолетних трав под озимую пшеницу зависит от числа укосов трав в год распашки. В районах с неустойчивым и недостаточным увлажнением в год посева озимых рекомендуется получать только один укос трав. Ранний срок подъема пласта обеспечивает хорошее накопление влаги и подвижных форм питательных веществ. Попытки собрать больше травы за два укоса приводят к недобору зерна озимой пшеницы по 8-10 ц с га и более. В предгорных и горных районах допускается распашка пласта трав после второго укоса. Для сохранения влаги и подрезания корневых шеек у растений люцерны, эспарцета и др. с целью лишения их жизнеспособности, необходимо сразу же после уборки провести поверхностную обработку корпусными луцильниками-многолемешниками, культиваторами-плоскорезами на глубину 10-12 см или двукратно дисковыми орудиями на 7-8 см. После этого многолетние травы подсыхают и почки теряют способность к дальнейшему побегообразованию. После подсыхания корневых шеек приступают к вспашке пласта на глубину 20-22 см. Более глубокая вспашка нежелательна в степных районах, где пласт после вспашки теряет много влаги.

В годы с сухим летне-осенним периодом во избежание глыбообразования при подъеме пласта следует применять комбинированные пахотные агрегаты.

#### **4. Система обработки почвы под яровые культуры**

*Основная зяблевая обработка.* Применяемая в условиях производства технология зяблевой обработки, состоящая в основном из позднеосенней вспашки, иногда даже без предварительного лущения стерни, не отвечает современным требованиям. В условиях нашего края от уборки большинства культур до вспашки зяби проходит полтора-два месяца. В этот период необходимо путем проведения различных приемов обработки почвы уничтожить вегетирующую сорную растительность, падалицу озимых, зачатки болезней и вредителей,

пополнить запасы влаги, восстановить плодородие почвы, при необходимости внести фосфорно-калийные удобрения.

В зависимости от видового состава сорняков, типа почвы, места поля в севообороте, культуры могут применяться различные технологии зяблевой обработки: *полупаровая, улучшенная, послойная, почвозащитная с оставлением стерни на поверхности, минимальная, «нулевая».*

Системы обработки почвы под яровые культуры (зяблевая, предпосевная, послепосевная) включают обработку полей:

- а) после однолетних непропашных (стерневых) предшественников;
- б) после однолетних пропашных культур;
- в) после многолетних культур;
- г) после пожнивных культур.

*После стерневых предшественников.* Полупаровая зяблевая обработка является эффективным приемом повышения биологической активности почвы в борьбе с однолетними сорняками. Она может применяться в зоне достаточного увлажнения, а в годы с большим количеством осадков в зоне неустойчивого увлажнения.

*Полупаровая обработка почвы проводится в такой последовательности:*

- вспашка вслед за уборкой колосовых культур с одновременным боронованием или прикатыванием;
- боронование после выпадающих осадков;
- одна-две культивации на глубину 6-8 см по мере появления массовых всходов сорняков;
- под сахарную свеклу проводят дополнительное рыхление почвы перед уходом в зиму на глубину 16-20 см.

Такая технология особенно эффективна под ранние яровые культуры, зерновые и бобовые, а также под сахарную свеклу. В засушливые годы такую обработку лучше не проводить, так как при этом иссушаются не только пахотный, но и подпахотный горизонты почвенного профиля.

Улучшенная технология зяблевой обработки должна найти широкое применение на полях, засоренными многолетними сорняками в зонах засушливой и неустойчивого увлажнения. В этот период второй

половины лета пахотный слой лучше содержать в уплотненном состоянии и только самый верхний (0-6 см) - в рыхлом, который хорошо поглощает выпадающие осадки и, понижая температуру пахотного слоя, уменьшает расход влаги на испарение.

*Последовательность улучшенной технологии зяблевой обработки:*

- послеуборочное дисковое лушение на глубину 6-8 см. В дальнейшем, по мере появления всходов сорняков и падалицы озимых, этот прием повторяют один-два раза;

- при наличии многолетних корнеотпрысковых сорняков вторую обработку проводят лемешными луцильниками или культиваторами КПЭ-3,8, КРГ-3,6, КПШ-9;

- вспашка зяби осуществляется плугами с предплужниками в более поздний период – вторую половину сентября – начало октября, когда заметно снижается температура воздуха, повышается относительная влажность воздуха, почва лучше увлажнена, хорошо крошится.

Почва при такой технологии обработки обладает высокой водопроницаемостью, хорошо аккумулирует осадки и талые воды.

Для полного уничтожения многолетних корнеотпрысковых сорняков в системе зяблевой обработки почвы предусматривается применение гербицидов группы 2,4-Д, спустя 25-30 дней после первого лушения стерни, когда на отдельных побегах вьюнка полевого начнут образовываться бутоны. Активное поступление 2,4-Д в корневую систему продолжается около трех недель с момента опрыскивания. Зяблевая вспашка производится по истечении этого срока. При необходимости проводят осенью культивацию зяби с боронованием.

*Почвозащитная зяблевая обработка* должна применяться там, где в наибольшей степени подвержены дефляции и эрозии почвы зяблевого поля. Поэтому на распаханых, легких по гранулометрическому составу почвах, в районах ветровых коридоров, на ветроударных склонах с большой крутизной для предотвращения выдувания надо применять *плоскорезную зяблевую обработку* и рыхление плугами, оборудованными стойками СибИМЭ.

Вслед за уборкой предшественника проводят пожнивное рыхление бороной БИГ-3. При массовом появлении сорняков и падалицы поля культивируют культиваторами КПШ-9, КПП- 2,2, КПЭ- 3,8 на глубину

6- 8 см. При необходимости эти обработки повторяют. Можно использовать комбинированный агрегат СНИИСХ, обрабатывая на глубину 5-8 см.

Основную обработку почвы проводят культиваторами – глубокорыхлителями КПП-250 в сентябре - октябре.

*Послойная обработка зяби* применяется на полях, предназначенных под сахарную свеклу, кукурузу, подсолнечник и др., как правило, засоренных преимущественно однолетними сорняками. Вместо лемешного лушения или мелкой вспашки в крае можно проводить рыхление культиваторами-плоскорезами на глубину 12-14 см. *Пооперационная технология:*

- дисковое лушение вслед за уборкой озимых колосовых на 6-8 см;
- лушение или рыхление на 12-14 см тяжелыми культиваторами или многолемешниками;
- культивация на 6-8 см;
- глубокая вспашка (желательно ярусными плугами ПЯ-3-35 и др.), а также ПТК-9-35.

*Минимальная и «нулевая» обработка зяби.* На почвах, где равновесная плотность совпадает или близка к оптимальной средней плотности почвы, необходимость частых глубоких обработок для ее рыхления отпадает. Надо применять орудия, выполняющие за один проход агрегата по полю несколько технологических операций. Благодаря этому снижаются затраты на производство продукции, происходит энергосбережение, предупреждается ухудшение физических и биологических свойств почвы.

На карбонатных черноземах, подверженных эрозии, механические обработки можно свести к минимуму, применяя лишь мелкие предпосевные обработки лентами под посев пропашных культур. Все механические обработки отпадают, если борьбу с сорняками ведут с помощью высокоэффективного гербицида – раундап (Швейцария).

*Обработка зяби после пропашных предшественников.*

В зоне неустойчивого увлажнения яровые культуры, кроме стерневых предшественников, часто размещают после поздно убираемых пропашных культур – подсолнечника, сорго, кукурузы на зерно, свеклы и других. За длинный вегетационный период эти культуры иссушают почву, расходуя продуктивную влагу всего

почвенного профиля.

Потенциальный запас семян сорняков после пропашных культур – предшественников здесь резко возрастает. В связи с этим засоренность посевов, размещаемых после поздних культур поплоскорезной и поверхностной обработкам, бывает, как правило, выше в сравнении с обычной вспашкой. Следовательно, под яровые культуры после пропашных предшественников вспашку следует проводить на обычную глубину 20-22 см. А для лучшей заделки пожнивных остатков перед вспашкой надо провести перекрестное дискование.

*Обработка зяби на полях после многолетних трав.*

Задернелые почвы на этих полях имеют наивысшую связность. Почвенные комочки в них сближены и переплетены корнями растений.

*Особыми задачами обработки полей после многолетних трав являются:*

- 1) лишение жизнеспособности дернины,
- 2) создание благоприятных условий для ее разложения и улучшения водно-воздушного и пищевого режимов почвы. Лишение жизнеспособности достигается двукратным перекрестным дисковым лущением.

Наиболее современной системой обработки дернины является культурная вспашка плугами с предплужниками. Предплужник срезает верхний, наиболее задернелый слой почвы и сбрасывает его на дно борозды. Следующий слой пласта, менее задернелый, поднимается основным корпусом плуга, хорошо крошится и закрывает сброшенную предплужниками дернину рыхлым слоем почвы. Сроки основной обработки устанавливаются в зависимости от погодных условий, механического состава почвы, степени задернения и влажности пахотного слоя к началу вспашки, обычно в наших условиях после второго или третьего укоса люцерны.

### **Контрольные вопросы:**

1. Как влияет на плодородие почвы механическая обработка?
2. В чем заключается особенность обработки почвы под пропашные культуры и культуры сплошного сева.
3. В чем заключается повышение эффективности применения минеральных удобрений, средств защиты растений в зависимости от

системы обработки почвы.

4. Какие Вы знаете способы углубления пахотного слоя почвы?
5. В чем заключается почвоуглубление солонцов?
6. В чем заключается оценка качества вспашки?
7. Основные принципы минимализации обработки почвы.
8. Положительные стороны и недостатки минимальной обработки почвы.
9. Изложите схему обработки почвы черных и ранних паров.
10. В чем принципиальное отличие черных почвозащитных паров?
11. Особенность системы обработки почвы под озимые зерновые культуры после занятых паров.
12. Система обработки почвы после зернобобовых культур под озимые.
13. В чем заключается особенность системы обработки почвы при повторном возделывании озимой пшеницы?
14. В чем заключается особенность обработки почвы под озимые зерновые культуры после многолетних бобовых трав?
15. Система зяблевой обработки почвы под яровые культуры.
16. Изложите систему полупаровой зяблевой обработки почвы под яровые культуры и районы ее применения.
17. Система зяби улучшенной и районы ее применения.
18. Система обработки почвы под яровые культуры после многолетних трав.

#### **Рекомендуемая литература:**

1. Земледелие Ставрополя / Под ред. доктора с.-х. наук, проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрис», 2011. – 284 с.
2. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополя / Под ред. доктора с.-х. наук, проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь : «Агрис», 2012. – 286 с.
3. Системы земледелия Ставрополя / Под ред. академика РАН и РАСХН А. А. Жученко и члена-корр. РАСХН В. И. Трухачева. – Ставрополь : «Агрис», 2011. – 842 с.
4. Сорные растения и меры борьбы с ними / Под ред. проф. Г. Р. Дорожко. – Ставрополь, 1992. – 112 с.
5. Сорные растения в агрофитоценозах полевых культур меры борьбы с ними / О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, М. С. Голоусов, В. М. Передериева. – Ставрополь, 2004. – 50 с.

## **Лекция 12. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЭРОЗИИ И ДЕФЛЯЦИИ**

---

*План:*

- 1. Понятие об эрозии.*
- 2. Факторы эрозии-климат, рельеф, почвы, растительность.*
- 3. Агротехнические меры борьбы с эрозией.*
- 4. Понятие о дефляции.*
- 5. Агротехнические меры борьбы с дефляцией.*

### **1. Понятие об эрозии**

Эрозией называется разрушение почвы струями и потоками талых, дождевых и ливневых вод. Во время водной эрозии происходит смыв и размыв почвы, в результате чего образуются промоины, овраги. На поверхности любого поля имеются повышения и понижения.

В последних собираются атмосферные осадки и весенние талые воды, образующие крупные ручейки, которые размывая поверхность, создают различные по величине промоины.

На склонах, где не проводятся противоэрозионные мероприятия, смывается перегнойный слой почвы. Вода растворяет и выносит из почвы элементы питания растений, а также мелкие почвенные частицы, т.е. наиболее плодородную часть пахотного слоя. При смыве почвы уменьшается мощность перегнойного горизонта, ухудшаются физические свойства почвы – понижается водопроницаемость и увеличивается испарение воды, что создает предпосылки для усиления почвенной засухи. При сильном развитии эрозии территория становится непригодной для сельскохозяйственного использования.

Увлажнение территории зависит не только от количества выпадающих осадков, а от того, сколько их теряется непроизводительно на испарение и сток.

Летние осадки в Ставропольском крае чаще всего выпадают в виде ливней, а так как около 1400 тыс.га пашни расположено на склонах крутизной больше 1°, то много влаги теряется со стоком. Распределение осадков как в течение года, так и по годам крайне равномерно. В январе, феврале и марте выпадает минимальное количество, а на теплый период

приходится две трети всех годовых осадков. Это способствует развитию процессов эрозии. Анализ стока в северо-западной и западной части края показал, что максимальное его количество наблюдается в течение зимнего - весеннего периода и составляет 54-72 % среднегодового. На период весенней обработки почвы, сева и всходов яровых культур приходится 26-35 % от общего стока за год.

Следовательно, основные агротехнические мероприятия по задержанию стока долины проводится на зяби, полевых озимых культур, а также при предпосевных обработках и севе яровых культур в весенний период.

В восточных районах края зимний и ранневесенний периоды сток составляет в среднем 45-55 %, с апреля по июль – от 35 до 55 % среднегодового. Здесь наряду с мероприятиями по защите почв от эрозии, проводимыми с осени, необходимо использовать водозадерживающие приемы во время сева и междурядных обработках пропашных культур.

## **2. Факторы эрозии – климат, рельеф, почвы, растительность**

Климат. Эрозия вызывается поверхностным стоком, поэтому важнейшими климатическими факторами, определяющими эрозионную опасность земель, являются дождевые осадки, а также режим снегоотложения и снеготаяния. Ведущая роль принадлежит осадкам, которые формируют поверхностный сток. Другие климатические факторы – температура, влажность воздуха, ветер имеет косвенное значение.

Чем интенсивнее ливни, тем сильнее выражены процессы эрозии. Наблюдениями установлено, что при дождях со слоем 5-8 мм, но большой интенсивности, и особенно при выпадении их на переувлажненную почву, может возникнуть эрозия. Усиление эрозии при интенсивных ливнях связано также с увеличением размера капель дождя, которые сильно разрушают комочки почвы и, уплотняя ее, снижают ее водопроницаемость.

Эрозия почв, вызванная стоком талых вод, зависит от мощности снежного покрова, глубины промерзания почвы и интенсивности снеготаяния.

Рельеф. Он является важнейшим фактором водной эрозии. Линия, соединяющая наиболее высокие точки, называется водоразделительной линией, или водоразделом. Водораздельная линия ограничивает определенную территорию, с которой вода стекает в понижение. Такую территорию называют водосборной площадью или водосбором.

Принято выделять положительные (выгнутые) и отрицательные (вогнутые) элементы рельефа. Сеть вогнутых элементов рельефа, или понижений, по которым происходит сток поверхностных вод, называют гидрографической сетью. Различают древние и современные звенья гидрографической сети. К древним относят: ложбины, лощины, балки, долины. К современным: промоины и овраги.

Ложбина – это линейная форма рельефа древнего эрозионного происхождения с пологими склонами и невыраженными бровками глубиной до 1 м. Площадь выброса – до 50 га. Берег распахивают. Ложбина, равномерно углубляясь и расширяясь, перерастает в лощину.

Лощина имеет явно выраженные дно, более высокие и крутые берега. Глубина – до 8-10 м. Площадь до 500 га. Включает несколько водосборов и ложбин. Лощина по мере движения вниз по склону расширяется, углубляется и впадает в балку или сама становится балкой.

Балка также представляет собой линейную форму рельефа с выраженными бровками, широким днищем. Крутизна берега 10-15 ° и более. Ширина балок – 200-300 м и более, глубина – до 15-20 м. Площадь водосбора – до 3000 га. Постоянно расширяясь и углубляясь, балки впадают в долины рек.

Промоины и овраги тесно связаны с древней сетью, и они входят в общую гидрографическую сеть. В зависимости от места расположения относительно древней сети различают овраги: склоновые, вершинные, береговые и донные.

Важнейшими характеристиками рельефа, от которых зависит эрозия почв, является крутизна, длина, форма и экспозиция склонов. Сток формируется тогда, когда есть уклон поверхности. Поэтому крутизна склона является важнейшими показателями рельефа. Пороговая величина, при которой начинается эрозия, может быть весьма различной, что зависит от других сопутствующих факторов. В одних условиях смыв почвы может проявляться при 0,3-0,5 °, в других

случаях – лишь при 5-10°.

Почвы. Основными факторами, определяющими противоэрозионную устойчивость почв, является: Водопроницаемость почв, от которой зависит та или другая интенсивность формирования стока; противоэрозионная устойчивость почв, от которой зависит способность противостоять размывающему действию стока ливневых и талых вод; уровень плодородия почв, от которого зависят состояние и почвозащитная способность растительного покрова.

Водопроницаемость почв определяется такими их свойствами, как гранулометрический состав, структурность, плотность и влажность. Гранулометрический состав почв характеризуется содержанием в них частиц различной величины. При повышенном количестве мелких частиц смыв почв усиливается, при крупных – уменьшается. Высокой водопроницаемостью обладают пески, супеси, хорошо структурные суглинки и глины, а также глубоко-вспаханные, не перенасыщенные водой почвы. В большей степени поддаются смыву суглинистые и глинистые бесструктурные почвы. Они плохо пропускают воду, легко заплывают, образуя корку. С таких почв стекает до 70 % дождевой и до 90-100 % талой воды.

Противоэрозионная устойчивость зависит от гранулометрического состава, физико - химических свойств, физического состояния почв. Чем больше в почве илистой фракции, гумуса, кальция, тем устойчивее она к смыву. А при повышенной пылевой и мелкопесчаной фракциях с пониженным количеством гумуса податливость почв к смыву возрастает. Установлена сравнительная устойчивость к смыву разных почв. Например, черноземы по степени снижения противоэрозионной устойчивости образуют следующий ряд: черноземы типичные, черноземы выщелоченные, черноземы оподзоленные, черноземы обыкновенные, черноземы карбонатные, черноземы южные.

Смытые почвы по сравнению с не смытыми одного и того же типа менее устойчивы к разрушающему действию потока воды. При этом разница в устойчивости не смытых и смытых может быть значительно большей, чем между разными генетическими типами почв. Однако такая закономерность характеризуется не для всех почв. Исключение составляет подзолы и дерново-подзолистые почвы, что связано с большим содержанием кремнезема в элювиальном горизонте.

Структурность почвы и наличие высокого удельного веса гумуса всегда повышают противозэрозийную устойчивость. Крупные водопрочные агрегаты, характерные для структурных почв, труднее поддаются смыву, так как чем крупнее частицы, тем они тяжелее и тем большая скорость текущей воды нужна для их передвижения.

При увеличении влажности почв смыв возрастает. При изменении влажности верхнего десятисантиметрового слоя почвы с 16,8 до 35,5 % и интенсивности дождя 2 мм мин на склоне крутизной 10° смыв увеличивается в 1,43 раза, а сток возрастает в два раза и составляет 84,3% выпавших осадков.

Рыхление почвы и уменьшение ее плотности ведут к ослаблению стока вследствие увеличения инфильтрации и влагоёмкости почвы и, следовательно, к ослаблению смыва.

Растительность. Интенсивность водной эрозии в значительной мере зависит от развития растительности. Наиболее интенсивно эрозия проявляется на склоновых землях без растительного покрова, т.е. на зяблевых и паровых полях.

Размеры эрозии зависят от вида культуры, ее развития, густоты стояния растений.

По почвозащитной эффективности все растения разделяют на три группы: хорошо-, средне-, и слабо защищающие почву. К первой группе относятся многолетние травы, ко второй – зерновые сплошного посева и однолетние травы, к третьей – пропашные и технические, кормовые и овощные культуры, плодовые и виноградные насаждения.

Возделывание пропашных культур на склоновых землях способствует эрозии. Снижение удельного веса пропашных культур и выращивание многолетних бобовых трав в почвозащитных севооборотах, расположенных на склонах с крутизной более 5°, уменьшают проявление эрозии, улучшают физические свойства почвы и увеличивают урожайность возделываемых культур.

В зоне совместного проявления дефляции и эрозии перспективно возделывание культуры с промежуточными озимыми культурами: озимым рапсом, озимой сурепицей, зимующим горохом, озимой рожью и их смешанными посевами.

В условиях достаточного увлажнения и на орошаемых участках применяя промежуточные культуры, почву можно надежно защитить

покровом живых растений в течение круглого года. Продуктивность севооборотной площади при этом увеличивается на 25-30 %.

Во время высева и уборки промежуточные культуры делят на подсевные, пожнивные и озимые. Если подсевные и пожнивные яровые культуры из-за недостатка влаги во второй половине лета часто наименее надежны в отношении урожая и защиты почв, то озимые рожь и рапс обеспечивают решение этих задач в различных природных условиях.

Применение однолетних озимых культур имеет большое почвозащитное значение. Нормально раскустившиеся озимые промежуточные культуры защищают почву от смыва и выдувания в осеннее-зимний и ранневесенний периоды.

В районах, где среднегодовое количество осадков превышает 400 мм промежуточные озимые культуры размещают в севообороте перед поздней культурой, сорго, суданской травой, просом, которые возделываются поукосно.

### **3. Агротехнические меры борьбы с эрозией**

К агротехническим мерам борьбы с эрозией относятся все приемы возделывания полевых культур, повышающие поглощение воды почвой.

Накопление влаги ослабляет почворазрушающее действие ветра, улучшает условия роста и развития растений на склоновых, расчлененных землях незарегулированный сток вызывает не только потери почвы, питательных веществ, но и большого количества влаги. В ЦЧЗ при среднегодовой сумме осадков от 450 до 550 мм потери влаги из-за стока составляют от 40 до 80 мм. Повышение инфильтрационных свойств почвы и устройство препятствий на пути стока осадков на склонах предотвращают водную эрозию. Регулирование стока осадков снижает губительное влияние засушливо-суховейных явлений.

С помощью науки и практики разработан ряд агротехнических приемов по регулированию поверхностного стока и накоплению почвенной влаги. В зависимости от местных условий применяют один или несколько приемов.

### *Контурная обработка.*

В системе агротехнических мер борьбы с эрозией ведущая роль принадлежит обработке почвы. При этом вспашку почвы, боронование, посев и др. виды работ проводят только поперек склона или по горизонталям рельефа. При пахоте чередуют вспашку всвал и вразвал. При контурной обработке борозда и гребень препятствуют движению воды, тем самым уменьшается поверхностный сток и смыв почвы.

По данным СНИИСХ, при контурной обработке почвы на склонах, крутизной 1-3° смыв почвы снижается в 2-3 раза. В результате увеличения запаса влаги в почве урожай зерновых культур увеличивается на 1-2 ц/га. Контурную обработку целесообразно проектировать при крутизне более 1° практически во всех условиях, где может отмечаться сток осадков.

*Почвоуглубление.* Положительный результат в борьбе с эрозией дает углубление пахотного слоя почвы одновременно со вспашкой. Этот прием выполняют плугами с почвоуглубительными корпусами. При рыхлении подпахотного слоя ускоряется впитывание воды, уменьшается смыв почв, урожай зерна увеличивается на 1,3 ц/га. Дополнительные затраты на углубление подпахотного слоя составляют 30-50 рублей на 1 га. Его рекомендуется применять на склонах при слабой водопроницаемости почв.

Исследованиями Волгоградской сельскохозяйственной опытной станции на светло каштановых почвах в комплексе с солонцами при крутизне 3-5° вспашка с почвоуглублением подпахотного слоя (25см + 15 см) более эффективно защищала почву от эрозии, чем вспашка на глубину 25-27 см. смыв почвы весной по обычной вспашке составил 5,2 т/га, по вспашке с почвоуглублением – 3,6 т/га. Высокая эффективность почвоуглубления установлена и на горных черноземах Армении.

*Обваловывание зяби.* Его проводят четырехкорпусным навесным плугом ПЛН-4-35, на котором устанавливают один корпус с удлиненным отвалом для образования через 1,4 м поперек склона земляных валиков высотой до 20 см. Боронование, культивация и прикатывание почвы по обваловыванной вспашке склонов задерживают до 420 м<sup>3</sup> воды на 1 га пашни, снижают смыв почвы ливневыми и талыми водами, способствуют увеличению запасов почвенной влаги и

повышению урожайности яровых зерновых культур на 1,5 ц/га. Этот прием целесообразно применять в условиях возможного стока осадков от снеготаяния.

*Полосное глубокое рыхление почвы.* Его выполняют после оседания и уплотнения почвы осенью или ранней весной до посева культур поперек склона разовым проходом плугами ПУН-1,7, ПРВН-53 с центральным и двумя боковыми рыхлителями или щелеванием по следам гусениц трактора. Центральный рыхлитель обрабатывает почву на глубину 50-60 см, а два боковых – на 30 см. расстояние между поперечными взрыхленными полосами на склонах крутизной до 5° составляет 20-25 м, свыше 5° – 5-15 м. глубокое полосное рыхление способствует задержанию 300 м<sup>3</sup> поверхностного стока, сокращению смыва почвы до 14 т/га и повышению урожая зерна на 1,8 ц/га.

*Плоскорезная обработка почвы.* Сохранение послеуборочных остатков на поверхности поля уменьшает смыв почвы и испарение влаги. Мульча из растительных остатков защищает почву от ударов дождевых капель, разрушающих почвенные агрегаты, и способствует образованию почвенной корки. Плоскорезная обработка почвы сохраняет послеуборочные остатки, усиливает инфильтрацию воды, что способствует уменьшению поверхностного стока и смыва почвы.

В степной зоне Украины, где более 1/3 пахотных земель подвержено эрозии, рыхление почвы культиватором – плоскорезом обеспеченно снижение стока осадков и смыва почвы. В севообороте пар занятый – озимая пшеница – кукуруза на зерно – овес при зяблевой плоскорезной обработке сток осадков составлял 6,2 мм, смыв почвы - 10,2 т/га, при мелкой и поверхностной обработке 16,8 мм и 48,3 т/га соответственно.

*Минимальная почвозащитная обработка.* Исключение механических обработок на основе применения гербицидов позволяет сохранить на поверхности почвы максимальное количество пожнивных остатков стерневого предшественника, и создает тем самым фон, существенно сопровождающий смыв почвы. Однако на полях со слабой водопроницаемостью увеличивается опасность жидкого стока. Для его предотвращения нулевую зяблевую обработку на склонах сочетает с щелеванием почвы. Как показали исследования Ставропольского НИИСХ, урожай кукурузы и сорго при нулевой зяблевой обработке

повышаются на 25-60 % при существенной экономии энергетических и трудовых ресурсов. Эффективность нулевой обработки в регулировании стока и предотвращении смыва наиболее ярко продемонстрировано на опытной станции штата Огайо (США) во время ливневого дождя, когда в течение 7 часов выпало свыше 125 мм осадков. Результаты измерений при возделывании кукурузы представлены в таблице 47.

Таблица 47 – Результаты измерений при возделывании кукурузы

Способ обработки почвы	Крутизна, градусов	Поверхностный сток, мм	Потери почвы, т/га
Вспашка, предпосевная обработка (посев вдоль склона)	3,5	100	51
Вспашка, предпосевная обработка (контурный посев)	3,5	57,5	7
Нулевая обработка (контурный посев)	12	62,5	0,07

При слабой водопроницаемости почв, а также в условиях распространения эрозии после снеготаяния необходимо предусмотреть в проекте применение полосного щелевания или глубокого рыхления по сроку минимальной обработки.

Щелевание почвы. Это эффективный почвозащитный прием задержания стока осадков под озимыми и яровыми культурами сплошного сева, а также однолетними и многолетними травами. Щели на глубину 50-60 см нарезают контурно или поперек склона щелеванием АШ-2-140 по следам гусениц трактора. Щелевание проводят после сева культур до начала прорастания семени, а на посевах озимых зерновых оно возможно поздней осенью, когда почва промерзает на глубину 3-4 см. на склонах крутизной 5° щели делают через 10 м, на более крутых участках – через каждые 5 м. щелевание посевов предотвращает поверхностный сток осадков до 157 мм/га, смыв почвы – 5-7 т/га, позволяет увеличить урожайность зерновых колосовых культур до 2 ц/га.

Щели, нарезанные осенью, к периоду весеннего снеготаяния часто оказываются закупоренными. Поэтому при неглубоком промерзании почвы эффективно ранневесеннее щелевание зяби.

Глубина щелевания зяби 30-70 см, ширина щелей – 2 см, расстояние между лентами – 5 м, а в лентах 1,4 м. щели нарезают по следу трактора.

Щелевание позволяет на каждом гектаре дополнительно задерживать сток до 300 м<sup>3</sup>, сократить смыв почвы до 16 м<sup>3</sup>/га и увеличить урожай зерна кукурузы на 3,2 ц/га. Изучение щелевания пастбищ и сенокосов защиты почв от эрозии СНИИСХ показало, что этот прием позволяет задержать как весенний, так и летний сток. Однако через незакрытую щель вся задержанная вода способна испариться в течение недели. Щелевание сенокосов и пастбищ без закрытия щелей в засушливой зоне и на ветроударных склонах зоны неустойчивого увлажнения может способствовать иссушению почв. Практикой доказана эффективность щелевания в сочетании с поверхностным улучшением и подсевом трав. Щелевание естественных кормовых угодий с одновременным боронованием поверхности увеличивает запасы влаги в 1,5-2 раза.

Окучивание и прерывистое бороздование. На склонах крутизной выше 3° последнюю культивацию сочетают с нарезкой прерывистых борозд глубиной 10-12 см с помощью приспособления ППБ-0,6. При большей глубине борозд происходит дополнительное иссушение почвы. Ширина борозд по верху 30, длина от одной перемишки до другой -70. Ширина перемишек 20-30 см. при помощи приспособления ППБ-0,6 в агрегате с культиватором КРН-4,2 на 1 га делают 12-13 тысяч микроемокостей, способных задержать до 45 мм осадков, резко уменьшить смыв почвы и повысить урожай зерна кукурузы на 3-6 ц/га. Установлено, что окучивание и прерывистое бороздование позволяют значительно уменьшить поверхностный сток, смыв почвы и потерю питательных элементов. На окучиваемых полях поверхностный сток по сравнению с контрольным полем без окучивания уменьшается на 40 %, при прерывистом бороздовании до 67 %.

*Лункование и бороздование зяби.* Его проводят одновременно со вспашкой или отдельно поздней осенью лункователями ПЛДГ-5, ПЛДГ-10 или окучиниками, установленными на крайние и среднюю секции паровых или пропашных культиваторов. Эти приемы задерживают сток талых вод в объеме 10-15 мм, сокращают смыв почвы в 3-4 раза, повышает урожай зерна на 1,5-2,2 ц/га. В Центрально-Черноземном

районе лункование зяби на черноземах способствует задержанию талых вод в объеме 129 м<sup>3</sup>/га, а на серых лесных почвах нет эффекта.

*Буферные полосы.* Их формируют из культур сплошного сева. Они предотвращают эрозию почв на посевах пропашных культур. На склонах крутизной до 5° ширина полос составляет 3,6 м, расстояние между полосами 42 м, т.е. при уклоне свыше 5° (через 10 проходов сеялки СКНК-6) соответственно 7,2 м и 21 м. Буферные полосы дополняются щелеванием, которое выполняют щелеватели АЩ-2-140 с обеих сторон полосы.

Буферные полосы распыляют поверхностный сток, замедляют скорость, уменьшают его размывающую силу, собирают смывную между полос почву.

*Гребнистая вспашка.* В районах проявления эрозии на односторонних склонах крутизной до 2° рекомендуется глубокая гребнистая вспашка. Выполняют ее плугами общего назначения с удлиненным или укороченным отвалом, установленным на один из корпусов. Для этого можно использовать навесной виноградный плуг с установкой корпусов на работу всвал и формированием валиков высотой 15-20 см. При работе агрегата с удлиненным отвалом на поверхности пашни образуется гребень высотой 20-25 см и шириной у основания 40-50 см. водозадерживающая способность поверхности почвы при такой обработке достигает 300-400 м<sup>3</sup>/га, смыв сокращается в 2-3 раза.

На односторонних склонах крутизной 6-8° более эффективно применение гребнисто-ступенчатой вспашки, выполняемый плугом ПН-4-35 с приспособлением ПРНТ-60000. Этот прием позволяет создать два ряда прерывистых борозд с суммарной емкостью до 450 м<sup>3</sup>/га и благодаря углублению пахоты на 8-12 см повышает водопроницаемость почвы. Ступенчатая вспашка (когда каждый второй плуг обрабатывает почву глубже на 12-15 см) и вспашка с удлиненным отвалом задерживают в почве 200-240 м<sup>3</sup> талой воды больше, чем обычная.

*Кротование почвы.* Его применяют на смытых и деградированных черноземах и почвах с низкими физическими свойствами один раз в 2-3 года на глубину 25-60 см. Кротование почвы позволяет увеличить запасы влаги на 25-30 мм. Кротователь делает кротовины одновременно со вспашкой на глубине 40 см, диаметром 6-8 см с расстоянием между

кротовинами 105 см. Влага в почву поступает через щель, прорезанную стойкой кротователя. Кротовать можно и между рядами пропашных культур, совмещая с первой междурядной обработкой. Глубина кротования в этом случае 18-20 см.

*Снегозадержание и регулирование снеготаяния.* Эффективным способом регулирования снеготаяния и задержания талых вод является волнование снега с помощью снегопахов-волнователей СВУ-2,6.

Снежные валы на склонах крутизной до 2-3° размещают вдоль направления горизонталей через 15-20 м, а на более крутых склонах – через 8-10 м.

Эффективным способом регулирования снеготаяния и задержания талых вод на склонах является полосное уплотнение снега тяжелыми водоналивными катками ЭКВГ-1,4. Расстояние между проходами зависит от крутизны склона, чем круче, тем чаще.

#### 4. Понятие о дефляции

Разрушение почвы под действием ветра называется *дефляцией*. Наиболее вредоносна дефляция в виде пыльных или черных бурь, способных за несколько часов уничтожить посевы и снести верхний слой почвы. Разрушающее действие дефляции иногда достигает огромных размеров.

Физический процесс, протекающий при взаимодействии воздушного тока с поверхностью почвы.

Таблица 48 – Скорость воздушного потока, вызывающего перемещения почвенных агрегатов

Размеры агрегатов, мм	Скорость ветра, м/с
0,25	3,8
0,25-0,50	5,3
0,5-1,0	6,8
1,0-2,0	11,2
2,0-3,0	13,1
3,0-5,0	17,6

Таблица 49 – Частота пыльных бурь в степных районах  
Ставропольского края (Е. И. Рябов, 1996)

Год	Распаханность территории, %	Число лет с пыльными бурями
1840-1860	<10	0
1861-1880	10	2
1881-1900	18	5
1901-1920	38	5
1921-1940	42	6
1941-1960	55	8
1961-1980	64	9

Она проявляется в виде:

Повседневной – работает техника, поднимается пыль и т.д.

Смерчи – мелкие частицы почвы поднимаются на большую высоту.

Поземки – поднимаются над поверхностью невысоко.

Пыльные бури – сильно разрушаются почвы, особенно легкого гранулометрического состава. Причина – сильные ветры. Обычно пыльные бури на Ставрополье проявляются в ранневесенние периоды (февраль-март-апрель). Причина – незащищенные почвы растительными покровом. Хорошо раскустившиеся озимые, посевы многолетних трав сами себя защищают. Пыльные бури наблюдаются: Украина, Северный Кавказ, Южный Урал, Казахстан, Сибирь.

Ветровые потоки, особенно в ветровых коридорах. На Ставрополье-Армавирский коридор, Московский коридор и Сенгилеевский коридор. В этих коридорах часто дуют сильные ветры.

Ветровой поток увлекает мелкие частицы и поднимают их. По пути эти частицы разбивают более крупные и т.д. А если скорость ветра 25-35 м/с, то не только летит мелкая почва, но и мелкий гравий.

В 1957 году на Ставрополье погибло 179 тыс. га озимых, а повреждено более 300 тысяч. Самым трагичным был 1968 год. Некоторые поля Изобильненского, Труновского районов были уничтожены полностью. Было уничтожено более 500 тыс. га. Почвы Ставропольских полей были обнаружены на Альпах.

Чтобы в природных условиях образовалось 2,5-3 см почвы надо 250-1000 лет. Это заключение Беннета – крупного земледела. А если уносится пахотный слой – это потеря безвозвратная.

В мировой практике от эрозии страдают США, Канада и другие страны, сильно разрушены 113, а подвержены 313 млн. га в мировой практике. США и Канада приняли жесткие законы. Если фермер не проводил мероприятий, то облагался штрафом в пользу тех фермеров, которым был принесен вред.

На Ставрополье имеются районы, где более 180 дней в году дуют ветры со скоростью 4 м/сек и более, более 15 м/сек – 50-56 дней (Светлоград, Ставрополь).

Система мероприятий в борьбе с ветровой эрозией.

1. Система лесополос, продуваемые.
2. Почвозащитные севообороты- это насыщенные многолетними травами.
3. Полосное размещение культур в севооборотах.
4. Кулисные пары.
5. Снегозадержание.
6. Специальные приемы обработки почвы.
7. Агротехнические меры борьбы с дефляцией.

В Казахстане в 50 годы при освоении целины и залежных земель была применена обычная обработка, что привело к пыльным бурям. Т.С. Мальцев к этому времени начал разрабатывать безотвальную систему обработки почвы.

Почва под черный пар пахалась один раз в 3-4 года. Перед наукой была поставлена задача – разработать меры. Институт зернового хозяйства Сибири, возглавляемый А. И. Бараевым, дал такую технологию, предварительно изучив Канадский метод.

Суть этой обработки – оставление стерни. Вместо плуга плоскорезные орудия. КПГ -250, КПГ – 2 150 для глубокого рыхления, позволяющие рыхлить на глубину до 35 см. По мере появления сорных растений применяются культивировать КПЭ-3,8; КПШ-5; КПШ-9 для обработки на глубину 10-15 см. На легких почвах применяются штанговые культиваторы с вращающейся балкой валом. БИГ-3 (борона игольчатая гидравлическая, 3 м ширина захвата). После такой обработки обычные сеялки не в состоянии посеять, а применяются специальные сеялки. Посев проводится гребнистый с оставлением стерни.

В условиях Ставропольского края было взято 15 хозяйств, в

которых изучена противоэрозионная система обработки почвы. В районах, где вероятность пыльных бурь очень высокая, там плоскорезная обработка – необходима.

Дефляция чаще наблюдается в дневные часы суток, что определяется в первую очередь суточным ходом скорости ветра. Начинается она обычно в утренние часы, в середине дня достигает максимума, а к вечеру постепенно ослабевает. В некоторых случаях выдувание почвы продолжается и ночью. Продолжительность действия дефляции находится в тесной связи со скоростью ветра. Например, в районах Северного Кавказа в 1960-1969 годах при сильных продолжительных ветрах пыльные бури наблюдались непрерывно в течение 50-60 часов.

Выдувание почвы может наблюдаться в течение всего года. Однако наиболее сильно оно проявляется в период, когда поверхность почвы на значительной площади бывает взрыхлена и недостаточно покрыта почвозащитной растительностью.

Почвы наиболее податливы в зимний или ранневесенний период, когда ветры имеют очень высокую скорость.

В каждой зоне в течение сезона возникает определенный комплекс условий для возникновения дефляции с отличительными признаками. В этой связи возникает необходимость деления пыльных бурь на следующие типы: зимние, ранневесенние, поздневесенние, летние и осенние.

Таблица 50 – Классификация пыльных бурь

Типы пыльных бурь	Скорость ветра, м/с	Среднесуточная влажность воздуха, %	Среднесуточная температура воздуха, °С	Характер поверхности почвы
Зимние	>17	>60	<-3	Снежная 10 см, мерзлая, распыленная
Ранневесенние	>14	>50	< -2	Снежная 7 см, мерзлая, распыленная
Поздневесенние	>12	>35	>10	Сухая увлажненная
Летние	>10	<35	>25	сухая
Осенние	>10	<45	>15	сухая

Проявление ветровой эрозии зависит от степени распыления верхнего слоя почвы и скорости ветра.

Исследованиями Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства (ВНИИЗХ) установлено, что на южных карбонатных черноземах легкоглинистого гранулометрического состава при скорости ветра от 3,8 до 6,6 м/сек на высоте до 15 см в пылевоздушный поток вовлекаются частицы почвы диаметром менее 1 мм. Для передвижения комочков, превышающих 1 мм в диаметре необходима скорость ветра более 11 м/сек на высоте до 15 см.

В связи с этим возникает требования – почвообрабатывающие орудия и посевные машины в процессе работы должны минимально распылять почву.

Разработка принципов охраны почв от дефляции должна идти путем не только создания ветроустойчивых комочков, но и сохранения пожнивных остатков на поверхности почвы. Это особенно важно для почв легкого гранулометрического состава, где ветроустойчивые комочки, как правило, не образуются. Работами того же института установлено, что стоящая стерня способствует уменьшению скорости ветра в приземном слое и снижает дефляцию.

Таблица 51– Количество стерни, необходимое для защиты почв от дефляции при различной степени распыления ее верхнего слоя (0-5 см)

Почвы	Содержание (%) фракций почвы диаметром более 1мм				
	60	50	40	30	20
Южный карбонатный чернозем легкосуглинистый	0	100	200	300	Более 300
Светлые черноземы супесчаные	0	100	250	350	Более 400

*Дефляция* – физический процесс, протекающий при взаимодействии воздушного потока с поверхностью почвы.

## 5. Агротехнические меры борьбы с дефляцией

С увеличением степени распыления почвы требуется большее число стерни для ее защиты.

Максимальное сохранение стерни на поверхности почвы после обработки и посева – главное требование к почвообрабатывающим орудиям и посевным машинам. Основываясь на этом в комплекс противоэрозионной техники в настоящее время включается:

1. Орудия для основной плоскорезной обработки почвы на глубину до 27-30 см (КПГ-250, КПГ-2-150);
2. Орудия для мелкой основной и предпосевной обработки паров с сохранением стерни (КПП-2,2, КПЭ-3,8, КШ -3,6, а также КПЭ-3,8 со штанговым приспособлением);
3. Орудия с игольчатыми рабочими органами для закрытия влаги заделки семян сорняков и осенней обработки жнивья (БИГ-3);
4. Посевные комбинированные машины для посева зерновых и кукурузы по стерневым фонам (СЗС-9, СЗС-2,1, ЛДС-6);

По данным ВНИИЗХ (А.М. Бараев) в среднем за 5 лет на вспаханных полях высота снежного покрова составила 25,8 см, а на полях, обработанных плоскорезами – 39,4 см. Запасы продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы на полях зяблевой вспашки отвальными плугами составили 76,1 мм, а безотвальными орудиями – 109,7 мм. Это дает возможность получить прибавку урожая от 1,5 до 2 ц с гектара.

На полях, где сохранена стерня, снежный покров устанавливается при первых же снегопадах, и часто ею мощность уже в начале декабря достигает 15-20 см. на полях же с обычной отвальной зяблевой вспашкой почва часто остается не закрытой снегом до второй половины зимы. При сохранении на полях стерни полностью аккумулируются весенние талые воды. Стока талых вод с полей, обработанных безотвальными орудиями, как правило, не бывает. Весной перед посевом запасы влаги на таких полях всегда выше, чем на полях, где осенью вспашке проводилась отвальными плугами.

Таблица 52 – Влияние способов обработки почвы на накопление снега на полях

Способ обработки	Глубина слоя снега на 10 <sup>е</sup> число каждого месяца (см)			
	12	1	2	3
Вспашка	5,8	11,2	23,8	32,3
Осеннее лушение дисковым луцильником	10,0	14,2	29,0	35,6
Осеннее рыхление плоскорезами-рыхлителями	16,7	23,8	35,8	42,9
Без осенней обработки (стерня)	21,1	28,5	37,3	45,1

Исследования показали, что на землях, чистых от сорняков и не сильно уплотненных, после зерновых, которые высевались по чистому пару, а также после хорошо обработанных пропашных и по обороту пласта многолетних трав осеннюю обработку почвы под яровые культуры можно ограничить плоскорезами.

На уплотненных почвах необходимо дополнительное безотвальное рыхление на глубину пахотного слоя, а при сильном уплотнении пахотного слоя – и глубже.

Исследования опытных учреждений и передовая практика земледелия показали, что в условиях проявления дефляции чистые пары надо обрабатывать безотвальными орудиями типа плоскорезов. При этом удастся сохранить на поверхности пожнивные остатки в течение всего периода парования и обеспечить их полезное влияние на водный режим почвы и урожайность культуры.

Плоскорезная обработка пара создает лучшие условия для поглощения и сохранения зимних и весенне-летних атмосферных осадков.

- Система противодефляционных мероприятий;
- севообороты с многолетними травами;
  - почвозащитные севообороты с повышенным насыщением многолетними травами;
  - полосное размещение культур;
  - занятые пары;
  - кулисные пары;
  - почвозащитная обработка почвы.

*Полосное размещение культур.*

Пропашные культуры и пары надо размещать полосами, чередуя их с такими же по ширине полосами озимых зерновых культур или многолетних трав.

Количество полос на поле должно быть четным. На каждом поле размещают по полосам две культуры – одну с высокими почвозащитными свойствами, другую с более низкими.

По полосам возделывается севооборот:

1-люцерна на сено; 2 – люцерна на сено; 3 – озимая пшеница; 4 – кукуруза на силос; 5 – озимая пшеница; 6 – яровой ячмень с подсевом люцерны.

Ширина полос на почвах легкого гранулометрического состава должна быть не более 50 м, а на почвах тяжелого до 100-150 м.

Таблица 53 – Полосное размещение шестипольного севооборота

№ поля	Полоса	Годы					
		1	2	3	4	5	6
1	Нечетные	люцерна	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень + люцерна
	Четные	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна	Оз.пшеница
2	Нечетные	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна
	Четные	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза
3	Нечетные	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна
	Четные	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница
4	Нечетные	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна	Оз.пшеница
	Четные	люцерна	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна
5	Нечетные	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза
	Четные	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна
6	Нечетные	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница
	Четные	Оз.пшеница	кукуруза	Оз.пшеница	Яр.ячмень+ люцерна	люцерна	люцерна

Таблица 54 – Севообороты на агроландшафтной основе  
(СХП «Крымгиреевское» Андроповского района)

Крутизна склона	Севообороты и их площадь
До 3°	Зернопропашные – 2226 га (18,4%)
3-5°	Зернотравянные – 1729 га (14,3%)
5-7°	Травопольные – 1553 га (12,7%)
7° и более	Сенокосы и пастбища – 6597 га (54,6%)

Таблица 55 – Устойчивость различных агрофонов к эрозии и дефляции  
(Е. И. Рябов, 1998)

Агрофон	Коэффициент эрозионной опасности	Коэффициент дефляционной опасности (Кд)
Пар чистый	1,00	1,00
Сахарная свекла	0,90	0,95
Кукуруза на зерно	0,85	0,85
Кукуруза на силос	0,60	0,70
Подсолнечник	0,8	0,85
Яровые зерновые	0,60	0,75
Однолетние травы	0,50	0,75
Горох	0,35	0,75
Озимые зерновые	0,30	0,30
Многолетние травы 1-го года пользования	0,08	0,08
Многолетние травы 2-го года пользования	0,03	0,03
Многолетние травы 3-го года пользования	0,01	0,01

Почвозащитная эффективность севооборотов:

$$Кэ \text{ или } Кд = \frac{К1*P1+К2*P2+К3*P3 \dots Кn*Pn}{P}, \text{ где}$$

Кэ – коэффициент эрозионной опасности;

Кд – коэффициент дефляционной опасности;

К1...Кn – коэффициенты эрозионной и дефляционной опасности культур севооборота;

P1...Pn – площадь культур в севообороте;

P – общая площадь севооборота.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определения эрозии и дефляции почвы.
2. В чем заключается влияние климата, рельефа местности, почвы, растительности, растительных остатков на проявление эрозии и дефляции.
3. В чем заключается сущность контурной обработки почвы, почвоуглубления, обваловывание зяби, плоскорезной обработки.
4. Особенность щелевания почвы, организация буферных полос, гребнистой вспашки, снегозадержания и регулирование снеготаяния.
5. В чем принципиальное отличие почвозащитной техники от обычной.
6. Роль почвозащитных севооборотов в защите почвы от эрозии и дефляции.
7. Роль растительных остатков в защите почвы от эрозии и дефляции.
8. Полосное размещение культур.
9. Механизм определения эрозионной и дефляционной устойчивости севооборота.
10. Классификация полевых культур по устойчивости к эрозии и дефляции.

**Рекомендуемая литература:**

1. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России // А. А. Жученко. – М. : «Агрис», 2004. – 1110 с.
2. Земледелие Ставрополя / Под ред. доктора с.-х. наук, проф. Г. Р. Дорожко. –Ставрополь : «Агрис», 2011. – 286 с.
3. Каштанов А. Н. Концепция ландшафтной контурно-мелиоративной системы земледелия // Земледелие, № 4, 1992. – С. 2-5.
4. Рябов Е. И., Белозеров А. М., Бурыкин С. И. Почвозащитная система земледелия на основе минимальной обработки // Земледелие. – № 1, 1992. – С. 31-35.
5. Системы земледелия Ставрополя /Под ред.акад. РАН и РАСХН А. А. Жученко, чл. кор. РАСХН В. И. Трухачева. – Ставрополь : «Агрис», 2011. – 842 с.

**Дорожко Г. Р.**

# **ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**

**курс лекций**